

Supplément au *Nederlands Tijdschrift voor Fysiotherapie*
Volume 118 / Numéro 4 / 2008

Directives du KNGF

Bronchopneumopathie chronique obstructive

Bronchopneumopathie
chronique
obstructive

Justification et
explication

Directives du KNGF sur la bronchopneumopathie chronique obstructive

Justification et explication

Auteurs:

R. Gosselink
D. Langer
C. Burtin
V. Probst
H.J.M. Hendriks
C.P. van der Schans
W.J. Paterson
M.C.E. Verhoef-de Wijk
R.V.M. Straver
M. Klaassen
T. Troosters
M. Decramer
V. Ninane
P. Delguste
J. Muris

Ces directives sont résumées dans la fiche jointe aux *Directives pratiques*.
Les *Directives pratiques*, le *Résumé* et le document complémentaire *Justification et explication*
peuvent être téléchargés via le site www.fysionet.nl.

Mise en page: Imprimerie De Gans, Amersfoort
Conception de la couverture: Ituri, Bussum
Coordination et mise au point rédactionnelle: Tertius - Rédaction et organisation

© 2008 *Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie* (KNGF)

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être dupliquée, enregistrée dans une base de données automatisée ou publiée de toute autre manière, sous n'importe quelle forme ou par n'importe quel moyen, électronique, mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre, sans l'autorisation écrite préalable du KNGF.

Le KNGF a pour objectif de fixer les conditions permettant de dispenser des soins de kinésithérapie de qualité, accessibles à l'ensemble de la population néerlandaise, avec la reconnaissance de la compétence professionnelle du kinésithérapeute.

Le KNGF défend les intérêts d'environ 20.000 kinésithérapeutes affiliés sur les plans professionnel, social et économique.

Table des matières

Justification et explication	1
A Introduction	1
A.1 Objectif et groupe cible des directives	2
A.1.1 Objectif	2
A.1.2 Groupe cible	2
A.2 Constitution de preuves	2
A.2.1 Problèmes cliniques	2
A.2.2 Formation du groupe de travail et procédure suivie	2
A.2.3 Composition, produits finaux et implémentation des directives	4
A.3 Définition de la BPCO	4
A.4 Épidémiologie	5
A.5 Pronostic	5
A.6 Kinésithérapie lors de BPCO	6
A.6.1 Introduction	6
A.6.2 Dyspnée, réduction du niveau d'activité physique et réduction de la capacité d'effort	6
A.6.3 Troubles de l'évacuation du mucus	8
B Renvoi et accessibilité directe	8
C Processus diagnostique	9
C.1 Anamnèse	9
C.2 Examen clinique	9
C.3 Instruments de mesure	13
C.3.1 Activité physique, dyspnée, qualité de vie et capacité d'effort	13
C.3.1.1 Activité physique	13
C.3.1.2 Qualité de vie	14
C.3.1.3 Tests de laboratoire	14
C.3.1.4 Tests sur le terrain	15
C.3.1.5 Tests de force musculaire et tests d'endurance musculaire	15
C.4 Analyse	16
C.4.1 Analyse de la réduction de la capacité d'effort et de la dyspnée	16
C.4.2 Analyse des troubles de l'évacuation du mucus	18
D Traitement: argumentation et recommandations	19
D.1 Entraînement physique dans le cadre de la réadaptation respiratoire	19
D.1.1 Formes d'entraînement lors de BPCO	19
D.1.1.1 Entraînement en endurance en vue de l'amélioration de la condition cardio-respiratoire	20
D.1.1.2 Entraînement par intervalles	22
D.1.1.3 Entraînement contre résistance	24
D.1.1.4 Electrostimulation neuromusculaire (ESNM)	27
D.1.1.5 Entraînement des membres supérieurs	28
D.1.2 Intensité de l'entraînement en effort	29
D.1.3 Fréquence de l'entraînement en effort	30
D.1.4 Durée du programme d'entraînement	31
D.1.5 Supervision de l'entraînement	32
D.1.6 Exercices respiratoires	33
D.1.6.1 Exercices respiratoires visant à améliorer la fonction musculaire inspiratoire	33
D.1.6.1.1 Entraînement des muscles inspiratoires (EMI)	33
D.1.6.1.2 Position du corps	36
D.1.6.2 Exercices respiratoires visant à réduire l'hyperinflation (dynamique) et à améliorer les échanges gazeux	36
D.1.6.2.1 Expirations à lèvres pincées ou <i>pursed-lip breathing</i> (PLB)	36
D.1.6.2.2 Respiration lente et profonde	38
D.1.6.2.3 Expiration active	39
D.1.6.3 Exercices respiratoires visant à améliorer les mouvements thoraco-abdominaux	40

D.1.6.3.1	Respiration diaphragmatique	40
D.1.6.3.2	Exercices de relaxation	40
D.1.7	Entraînement avec supplémentation en oxygène	42
D.1.8	Entraînement avec supplémentation en hélium et oxygène	43
D.1.9	Ventilation mécanique non invasive	43
D.1.10	Exacerbations aiguës au cours du programme de réadaptation	44
D.2	Formes de traitement visant à favoriser l'évacuation du mucus	44
D.2.1	Toux, expectoration et drainage autogène	45
D.2.2	Techniques complémentaires	46
D.2.2.1	Compression manuelle de la cage thoracique et de l'abdomen	46
D.2.2.2	Drainage postural	47
D.2.2.3	Effort	47
D.2.2.4	Percussion et vibration de la cage thoracique	48
D.2.2.5	Pression expiratoire positive (PEP)	48
D.2.2.6	Flutter	49
D.3	Préservation des effets du traitement/suivi et incitation à maintenir les modifications apportées au mode de vie	50
D.3.1	Préservation des effets du traitement/suivi	50
D.3.2	Incitation à modifier de manière permanente son mode de vie	51
D.3.3	Education des patients	52
D.4	Fin du traitement	53
E	Portée juridique des directives	53
F	Bibliographie	54

Justification et explication

R. Gosselink^I, D. Langer^{II}, C. Burtin^{III}, V. Probst^{IV}, H.J.M. Hendriks^V, C.P. van der Schans^{VI}, W.J. Paterson^{VII}, M.C.E. Verhoef-de Wijk^{VIII}, R.V.M. Straver^{IX}, M. Klaassen^X, T. Troosters^{XI}, M. Decramer^{XII}, V. Ninane^{XIII}, P. Delguste^{XIV}, J. Muris^{XV}

- I Rik Gosselink, PT, PhD, Afdeling Respiratoire Revalidatie, Faculteit Bewegings- en Revalidatiewetenschappen, Universitaire Ziekenhuizen Leuven, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique.*
- II Daniel Langer, PT, MSc, Afdeling Respiratoire Revalidatie, Faculteit Bewegings- en Revalidatiewetenschappen, Universitaire Ziekenhuizen Leuven, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique.*
- III Chris Burtin, PT, MSc, Afdeling Respiratoire Revalidatie, Faculteit Bewegings- en Revalidatiewetenschappen, Universitaire Ziekenhuizen Leuven, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique.*
- IV Vanessa Probst, PT, PhD, Ecole de Kinésithérapie, Universidade Estadual de Londrina, Puerto Rico, Brésil.*
- V Erik Hendriks, PT, PhD, Centre for Evidence Based Physiotherapy et Vakgroep Epidemiologie Universiteit Maastricht, Pays-Bas.*
- VI Cees van der Schans, PT, PhD, Academie voor Gezondheidsstudies, Academie voor Verpleegkunde, Hanzehogeschool Groningen, Groningen, Pays-Bas.*
- VII Bill Paterson, PT, Erasmus MC, Rotterdam, Pays-Bas.*
- VIII Mirjam Verhoef-de Wijk, PT, Praktijk Verhoef Utrecht, Pays-Bas.*
- IX Renata Straver, PT, VUMC Amsterdam, Hogeschool van Leiden, Pays-Bas.*
- X Mariska Klaassen, PT, Afdeling Longrevalidatie, Universitair Longcentrum Dekkerswald, Universitair Medisch Centrum Nijmegen, Pays-Bas.*
- XI Thierry Troosters, PT, PhD, Afdeling Respiratoire Revalidatie, Faculteit Bewegings- en Revalidatiewetenschappen, Universitaire Ziekenhuizen Leuven, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique.*
- XII Marc Decramer, MD, PhD, Afdeling Respiratoire Revalidatie, Medische Faculteit, Universitaire Ziekenhuizen Leuven, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique.*
- XIII Vincent Ninane, MD, PhD, Service de Pneumologie, Hôpital Saint-Pierre, Bruxelles, Belgique.*
- XIV Pierre Delguste, PT, PhD, Cliniques Universitaires St Luc, Université Catholique de Louvain, Bruxelles, Belgique.*
- XV Jean Muris, MD, PhD, Capaciteitsgroep Huisartsgeneeskunde, Onderzoeksinstituut CAPHRI, Universiteit Maastricht, Maastricht, Pays-Bas.*

A Introduction

Outre le traitement médicamenteux des patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), au cours de ces dernières années, on s'est mis à accorder une attention croissante aux formes de traitement non médicamenteuses. Cette évolution est manifeste dans plusieurs directives internationales relatives au traitement de la BPCO.¹⁻⁴ La BPCO est désormais considérée comme une affection 'systémique' associée à des caractéristiques telles qu'inactivité physique, malnutrition, inflammation et stress oxydatif. Ces facteurs se traduisent par une perte de masse maigre, de la faiblesse musculaire, une moins bonne qualité de vie, une moindre capacité d'effort et sont également associés à des comorbidités et à des décès. Les nouveaux systèmes de classification de cette pathologie, tels que le système GOLD (*Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease*)² de l'Organisation Mondiale de la Santé et l'indice BODE (*Body-mass index, airway Obstruction, Dyspnea and Exercise capacity*)⁵ ont été développés en tenant compte de ce point de vue. En outre, les résultats des essais randomisés et contrôlés ont apporté des preuves de l'utilité de la kinésithérapie et, plus particulièrement, de l'entraînement en effort et de l'entraînement contre résistance des muscles tant périphériques que respiratoires chez les patients atteints de BPCO.⁶⁻⁸ Enfin, on a enregistré d'importants progrès dans la prise en charge de la BPCO, ce qui s'est traduit par le développement de programmes de soins intégrés⁹ et de directives correspondantes.¹⁰ La réadaptation respiratoire est définie comme suit: 'une intervention pluridisciplinaire globale basée sur la littérature scientifique chez les patients symptomatiques souffrant de pathologies respiratoires chroniques, lesquels sont souvent confrontés à une détérioration de leur qualité de vie. La réadaptation respiratoire, qui doit faire partie intégrante du traitement individualisé du patient, a pour

objectif de limiter les symptômes, d'optimiser le statut fonctionnel, d'améliorer la participation et de réduire les coûts associés à la maladie grâce à une stabilisation ou à une restauration des manifestations systémiques de la maladie.⁷ La kinésithérapie fait partie des programmes pluridisciplinaires et interdisciplinaires de réadaptation respiratoire pour les patients hospitalisés et ambulatoires comme pour les patients traités en première ligne. Les récentes directives internationales^{7,8} et néerlandaises^{10,11} soulignent l'importance de la collaboration interdisciplinaire dans le cadre des soins de première, de seconde et de troisième ligne des patients atteints de BPCO. La contribution des kinésithérapeutes (de première ligne) en ce qui concerne l'augmentation de l'activité physique des patients atteints de BPCO légère¹²⁻¹⁴ et le suivi ultérieur des patients souffrant de pathologies pulmonaires plus sévères après la fin d'un programme de réadaptation respiratoire revêt une importance croissante.

Les directives du KNGF sur la bronchopneumopathie chronique obstructive publiées par le *Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie* (KNGF) constituent un guide consacré aux interventions de kinésithérapie (dans le cadre du diagnostic et du traitement) chez les patients atteints de BPCO. Les directives actuelles représentent la première grande mise à jour des directives qui ont été publiées en 1998¹⁵ et en 2005¹⁶ (petite mise à jour concernant une adaptation de l'instrument AGREE). Au cours de ces dix dernières années, les connaissances et la quantité de publications dans le domaine de la réadaptation de patients atteints de BPCO en général et de la kinésithérapie en particulier ont connu une remarquable expansion. Ces informations renforcent la position de la réadaptation pluridisciplinaire en tant que traitement reposant sur des preuves scientifiques pour les patients atteints de BPCO.^{6,7,17} En outre, la littérature récente fournit davantage de détails sur le moment où doit intervenir la réadaptation au cours de l'évolution de la maladie, surtout dans le cadre de la prise en charge des exacerbations aiguës, sur la contribution relative des différentes composantes d'un programme de réadaptation pluridisciplinaire et sur la sélection des patients pour les composantes spécifiques d'un tel programme de réadaptation. La kinésithérapie comprend différentes formes de traitement (entraînement en effort, entraînement contre résistance des muscles périphériques et respiratoires, exercices respiratoires) qui sont considérées comme des pierres angulaires du programme de réadaptation. Le rôle de l'inactivité physique dans la progression de la maladie souligne l'importance de l'entraînement en effort chez les patients atteints de BPCO. Les directives actuelles reposent sur une évaluation plus approfondie de l'efficacité de ces formes d'entraînement basée sur une méthodologie stricte, laquelle n'avait pas été mise en œuvre dans les récentes déclarations sur la réadaptation respiratoire lors de BPCO.^{6,7} De cette manière, elles formulent des recommandations basées sur des preuves scientifiques concernant l'utilisation de ces formes d'entraînement dans le cadre de programmes de réadaptation.

Définition

Le terme de 'directives cliniques' et la distinction avec d'autres termes dans le domaine de l'amélioration de la qualité des soins de santé est peu clair, cela pour plusieurs raisons. Une définition pratique est celle de l'*Institute of Medicine*.¹⁸ Celui-ci définit les directives pratiques comme 'systématiquement rédigées par des spécialistes sur base des meilleurs éléments probants et/ou déclarations de consensus, développées pour aider les cliniciens et les patients dans la prise de décisions dans le domaine des soins de santé dans des circonstances spécifiques'.¹⁸ Eddy établit une distinction entre normes, directives et options: « Les normes doivent être appliquées de manière stricte; elles doivent être suivies pratiquement en toutes circonstances. Les directives sont plus souples et doivent être suivies dans la plupart des cas. Les options sont neutres et laissent le libre choix au clinicien. ».¹⁹

Une directive du KNGF est définie comme 'un fil conducteur développé de manière systématique, formulé au départ de niveau central, qui a été élaboré par des spécialistes et est orienté sur le contenu des actes kinésithérapeutiques organisés en réponse à certains problèmes de santé et sur les aspects (organisationnels) en rapport avec l'exercice de la profession'.²⁰⁻²²

A.1 Objectif et groupe cible des directives

A.1.1 Objectif

L'objectif des directives est de proposer une description de la kinésithérapie reposant sur des preuves scientifiques — tenant compte de l'efficacité, de la rentabilité et de la spécificité — pour les patients atteints de BPCO qui présentent des troubles de l'élimination du mucus, une réduction de la fonction pulmonaire, de la fonction musculaire et de la capacité d'effort et un niveau de fonctionnement

physique réduit suite à des problèmes de dyspnée ou de moindre capacité d'effort. Les recommandations reposent sur des études scientifiques récentes et sur les concepts professionnels et sociaux actuels.^{15,20,21} Le traitement pendant et après une exacerbation aiguë de BPCO et les stratégies visant à obtenir des effets à long terme seront envisagés séparément.

Indépendamment des objectifs susmentionnés, les directives du KNGF sont explicitement destinées à :

- influencer la kinésithérapie actuellement proposée sur base des études scientifiques les plus récentes et améliorer la qualité et l'uniformité des interventions et des traitements;
- donner une vue générale de l'ensemble des tâches et stimuler les responsabilités du kinésithérapeute et les soins intégrés pour les patients atteints de BPCO;
- faciliter la prise de décisions en matière de traitement et de recours à des interventions diagnostiques et thérapeutiques.

A.1.2 Groupe cible

Des connaissances et des aptitudes spécifiques et démontrables sont essentielles pour un traitement adéquat des patients atteints de BPCO. Ces connaissances et aptitudes peuvent être acquises par une longue expérience du travail avec ce type de patients et/ou par une formation continue dans des domaines tels que la pathophysiologie de la BPCO, la mécanique pulmonaire et respiratoire, la fonction des muscles respiratoires, les échanges gazeux, la limitation de la capacité d'effort, le dysfonctionnement des muscles périphériques, les symptômes et signes cliniques, le traitement médical, les instruments de mesure (épreuves d'effort, mesures de la force musculaire périphérique et respiratoire, scores sur des échelles d'évaluation de la qualité de vie, interprétation d'une épreuve d'effort progressif et des paramètres de la fonction pulmonaire), l'entraînement contre résistance des muscles périphériques et respiratoires, les exercices respiratoires, l'entraînement en effort et l'éducation des patients.

A.2 Constitution de preuves

A.2.1 Problèmes cliniques

Les directives cherchent à formuler une réponse aux questions suivantes:

- Quels symptômes et quelles caractéristiques cliniques sont susceptibles d'être influencés par la kinésithérapie?
- Quels instruments de mesure kinésithérapeutiques sont valables, fiables, sensibles et utilisables dans la pratique clinique quotidienne?
- Quelles formes de traitement et quelles formes de prévention sont efficaces et pertinentes en clinique?

A.2.2 Formation du groupe de travail et procédure suivie

En juillet 2005, un groupe de travail unidisciplinaire et international constitué de professionnels a été formé en vue d'actualiser les directives de 1998. Lors de la constitution de ce groupe de travail, on s'est efforcé de parvenir à un équilibre entre professionnels ayant une expérience pratique dans le domaine concerné et spécialistes travaillant dans un contexte universitaire, tant aux Pays-Bas qu'en Belgique. Tous les membres du groupe de travail ont déclaré ne pas avoir d'intérêts contradictoires vis-à-vis de ces directives du KNGF. Les directives ont été rédigées entre juillet 2005 et décembre 2007.

Les directives ont été revues et actualisées selon la 'Méthode de développement et d'implémentation de directives',^{15,20-23}

La réalisation proprement dite s'est déroulée en quatre phases: (a) affinage du sujet des directives et énoncé des questions à étudier, (b) identification des éléments probants, (c) évaluation et regroupement des éléments probants et (d) traduction en directives des éléments probants. La méthode met l'accent sur l'importance d'une stratégie adéquate de recherche dans les principales bases de données médicales (MEDLINE, CINAHL, Cochrane et PEDro) et fournit des instructions pratiques en ce qui concerne les stratégies de recherche adéquate en vue de retrouver, d'évaluer et de synthétiser les publications intéressantes (y compris les revues systématiques ou les méta-analyses). La prise en charge thérapeutique est en partie basée sur des revues systématiques de la littérature scientifique. Les publications qui sont à la base des revues ainsi identifiées ont été recherchées par le biais des bases de données citées plus haut. La liste de références des articles ainsi recueillis a été passée au crible, de même que l'ensemble du matériel supplémentaire fourni par les membres du groupe de travail. Les études n'ont été reprises que lorsqu'il s'agissait d'essais randomisés et contrôlés (RCT, *randomized controlled trials*) portant sur (a) les effets de l'entraînement en effort, de l'entraînement contre résistance des muscles périphériques et respiratoires et des

exercices respiratoires dans le cadre de la réadaptation respiratoire de patients atteints de BPCO et (b) les effets de la kinésithérapie sur l'évacuation du mucus. Les revues (systématiques) ont été décrites et évaluées en ce qui concerne la qualité méthodologique des études. On a utilisé le score de qualité PEDro pour évaluer la qualité méthodologique des essais randomisés et contrôlés.²⁴ La qualité d'une étude a été considérée comme suffisante si, sur une échelle en dix points, elle atteignait un score supérieur à cinq. Les résultats ont été décrits, y compris l'évaluation de la qualité méthodologique en ce qui concerne les différents 'niveaux de preuve' (voir tableau 1) tels que formulés par la plate-forme néerlandaise EBRO (qui dépend de l'institut néerlandais pour la qualité des soins de santé CBO). Les éléments probants tirés de la littérature ont été utilisés pour formuler des conclusions scientifiques, y compris la gradation de ces conclusions. Ce n'est qu'en cas de résultats contradictoires que les études ont été qualifiées d'un signe (+) ou d'un signe (-). En cas d'observations univoques, le sens de l'effet a été résumé dans la conclusion scientifique. Voir tableaux 11 à 23. On a utilisé une forme particulière pour formuler des recommandations spécifiques concernant les modifications à apporter aux pratiques actuelles, l'impact attendu en termes de modifications des pratiques actuelles et les questions et implications économiques.²⁵ Celles-ci sont reprises dans les paragraphes intitulés 'Autres considérations'. Les termes spécifiques qui ont été utilisés pour la stratégie de recherche sont cités au paragraphe D. Les actes kinésithérapeutiques chez les patients atteints de BPCO¹⁵ sont en accord avec et partiellement basés sur les directives pluridisciplinaires et transmurales récemment développées sous la supervision de l'institut néerlandais pour la qualité des soins de santé (CBO)¹⁰ et du LESA¹¹.

Les membres du groupe responsable du projet (RG, DL, EH) ont sélectionné et évalué la constitution de preuves scientifiques, après quoi celles-ci ont fait l'objet de discussions et ont été évaluées au sein du groupe de travail. Les éléments probants ont ensuite été résumés dans une conclusion incluant la force probante et le niveau de la recommandation. Indépendamment de la constitution de preuves scientifiques, d'autres aspects importants ont été pris en compte dans la formulation des recommandations définitives, par exemple: l'obtention d'un consensus général, la rentabilité (coût), la disponibilité du matériel, le niveau d'expertise et de formation requis, les aspects organisationnels et les efforts pour que ces directives soient en accord avec les autres directives uni- ou pluridisciplinaires.^{15,20,21} Dans les cas où il n'existait pas de preuves scientifiques, les recommandations ont été basées sur le consensus au sein du groupe de travail.

Tableau 1. Classification de la littérature en fonction de la force probante

Intervention*	
A1	Revue systématique (ou méta-analyse) incluant au moins deux études de niveau A2 réalisées indépendamment l'une de l'autre, avec des résultats cohérents
A2	Etude clinique comparative randomisée, en double aveugle, de qualité satisfaisante et portant sur un nombre suffisant de patients
B	Etude comparative, mais ne présentant pas toutes les caractéristiques citées pour la catégorie A2 (cette catégorie inclut également les études rétrospectives cas-témoins et les études prospectives)
C	Etude non comparative
D	Opinion de spécialistes (dont les membres du groupe de travail)
Niveaux de preuve	
Niveau 1	Etayé par une revue systématique de niveau A1 incluant au moins deux études de niveau A2 réalisées indépendamment l'une de l'autre Il a été démontré que ...
Niveau 2	Etayé par au moins une étude de niveau A2 ou deux études de niveau B réalisées indépendamment l'une de l'autre Il est probable que ...
Niveau 3	Etayé par une étude de niveau B ou C Il existe des indications de ce que ...
Niveau 4	Basé sur l'opinion de spécialistes (dont les membres du groupe de travail)* Le groupe de travail est d'avis que ...

* Un consensus à ce propos était exigé.

Dès le moment où le concept de la directive unidisciplinaire était achevé, celle-ci était transmise à des spécialistes extérieurs et/ou à des organisations professionnelles (groupe de travail secondaire) afin de parvenir à un consensus général avec les organisations professionnelles ou les organismes responsables d'autres directives uni- ou pluridisciplinaires.

A.2.3 Composition, produits finaux et implémentation des directives

Les directives comprennent trois parties: les *Directives pratiques*, une fiche résumant les principales observations des directives sous la forme d'un organigramme et le document *Justification et explication*. Chacune des parties des directives du KNGF peut être lue de manière indépendante. Les directives sont implémentées selon la stratégie d'implémentation standard décrite dans la méthode.^{20,22,26} L'application du dossier médical électronique des directives, y compris la formation électronique et le feed-back sur les indicateurs de qualité, sera implémentée après sa généralisation en 2008.

A.3 Définition de la BPCO

Le document de consensus GOLD de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) relatif à la prise en charge de la BPCO a utilisé la définition suivante (prise en charge globale du diagnostic, du traitement et de la prévention de la bronchopneumopathie chronique obstructive). La définition NHLBI/WHO GOLD s'énonce comme suit: « La bronchopneumopathie chronique obstructive est une pathologie évitable et traitable s'accompagnant d'effets extrapulmonaires significatifs susceptibles de contribuer à la sévérité de la maladie chez certains patients individuels. La composante pulmonaire se caractérise par une obstruction des bronches qui n'est pas totalement réversible. L'obstruction des bronches est progressive et est associée à une réponse inflammatoire anormale des poumons vis-à-vis de particules ou de gaz nocifs. ».² Dans le passé, un grand nombre de définitions de la BPCO mettaient l'accent sur les concepts de 'emphysème' et de 'bronchite chronique', lesquels ne sont plus repris dans la définition GOLD. Le terme d'emphysème ou destruction de la surface d'échange gazeux des poumons (alvéoles) est un terme anatomopathologique qui est fréquemment utilisé (à tort) dans le contexte clinique et ne décrit que l'une des différentes anomalies structurelles observées chez les patients atteints de BPCO. La bronchite chronique, c'est-à-dire la présence de toux et d'expectorations pendant au moins trois mois par an durant deux années consécutives, demeure un terme utile sur le plan clinique et épidémiologique.

L'exploration fonctionnelle respiratoire est essentielle pour pouvoir poser le diagnostic et décrire la sévérité des altérations pathophysiologiques. La déclaration GOLD préconise l'utilisation d'une classification simple de la sévérité de la maladie en quatre stades (voir tableau 2). La classification repose sur l'obstruction des bronches mesurée par spirométrie.

Tableau 2. Classification de la sévérité de la BPCO

Stade	Caractéristiques	Prévalence* (IC 95%) ²⁷
I: BPCO légère	<ul style="list-style-type: none"> • VEMS/CVF < 70% • VEMS > 80% de la valeur attendue • avec ou sans symptômes chroniques (toux, expectorations, dyspnée, réduction de la capacité d'effort) 	30% (26 à 34)
II: BPCO modérée	<ul style="list-style-type: none"> • VEMS/CVF < 70% • 50% ≥ VEMS ≤ 80% de la valeur attendue • avec ou sans symptômes chroniques (toux, expectorations, dyspnée, réduction de la capacité d'effort) 	52% (47 à 56)
III: BPCO sévère	<ul style="list-style-type: none"> • VEMS/CVF < 70% • 30% ≥ VEMS ≤ 50% de la valeur attendue • avec ou sans symptômes chroniques (toux, expectorations, dyspnée, réduction de la 	17% (13 à 20)

capacité d'effort, exacerbations répétées)

IV: BPCO très sévère	<ul style="list-style-type: none"> • VEMS/CVF < 70% • VEMS ≤ 30% de la valeur attendue ou VEMS ≤ 50% de la valeur attendue et insuffisance respiratoire chronique, exacerbations sévères et répétées 	2% (1 à 4)
----------------------	---	------------

* *Distribution des stades de sévérité de la maladie selon les critères GOLD parmi les patients des médecins généralistes. VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; CVF = capacité vitale forcée; VEMS/CVF = rapport de Tiffeneau*

La BPCO touche principalement les personnes d'âge moyen. Les symptômes fréquemment observés sont de l'essoufflement s'accompagnant de toux, de respiration sifflante, d'une production excessive d'expectorations et d'infections respiratoires survenant de manière répétitive.^{2,28} A mesure que l'affection s'aggrave, il apparaît en outre des conséquences systémiques de plus en plus marquées de celle-ci, telles que perte de condition physique, faiblesse musculaire et atrophie, perte de poids et malnutrition.²⁹ On observe également des problèmes psychologiques, par exemple dépression, anxiété et détérioration de la qualité de vie.³⁰ Ces facteurs contribuent de manière importante à l'état de santé des patients et représentent des points d'attaque potentiels pour le traitement.^{6,7} Bien que l'on utilise le volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) pour déterminer la sévérité de la BPCO, ce paramètre ne semble pas être un bon facteur prédictif de la qualité de vie ou des limitations auxquelles se trouvent confrontés les patients. Plusieurs études ont démontré que, chez les patients atteints de BPCO, il n'existe qu'une faible relation entre la fonction pulmonaire d'une part et la qualité de vie³¹⁻³⁴, la capacité d'effort³⁵⁻³⁷ ou les limitations dans les activités et la participation^{12,38} d'autre part. Les niveaux d'anxiété et de dépression constituent généralement de meilleurs facteurs prédictifs de la qualité de vie que les paramètres physiologiques.³⁹ Par comparaison avec la moyenne de la population, les patients atteints de BPCO sont confrontés à davantage de limitations dans leur vie quotidienne. Une étude néerlandaise portant sur cinquante patients a rapporté que 46 pour cent d'entre eux n'étaient pas ou n'étaient que partiellement en état de poursuivre leur activité professionnelle ou de s'acquitter des tâches ménagères à cause de leur maladie. En outre, les patients étaient limités dans leur capacité à se livrer à des activités physiquement exigeantes.⁴⁰ L'activité physique quotidienne des patients atteints de BPCO est significativement moindre que celle de personnes en bonne santé du même âge.¹² Les problèmes sociaux rencontrés sont notamment: des difficultés à s'acquitter des tâches ménagères et à se livrer à des activités de loisir et une réduction des contacts sociaux.³²

Les conséquences systémiques de la BPCO constituent un point d'attaque important pour les programmes de réadaptation respiratoire. Ces concepts ont abouti au développement d'un indice multidimensionnel permettant de quantifier la sévérité de la maladie. Cet indice inclut l'indice de masse corporelle (body mass index, B), le degré d'obstruction des voies respiratoires (O), la dyspnée (D) et la capacité d'effort (E), mesurée par un test de marche de six minutes: il porte le nom d'indice BODE⁵ (voir tableau 3). L'interprétation de ces scores se fait sur base d'une classification en quatre quartiles: le quartile 1 correspond à un score de 0 à 2, le quartile 2 à un score de 3 à 4, le quartile 3 à un score de 5 à 6 et le quartile 4 à un score de 7 à 10. Plus le quartile BODE est élevé, plus important est le risque de décès.⁵

Tableau 3. Variables et points correspondants pour le calcul de l'indice BODE

Variable	Points selon l'indice BODE			
	0	1	2	3
VEMS (% de la valeur attendue)	≥ 65	50 à 64	36 à 49	≤ 35
Distance de marche parcourue en six minutes (m)	≥ 350	250 à 349	150 à 249	≤ 149
Echelle de dyspnée du MRC	0-1	2	3	4
Indice de masse corporelle	> 21	≤ 21		

VEMS = *volume expiratoire maximal par seconde*; MRC = *échelle de dyspnée du Medical Research Council*⁴¹

A.4 Epidémiologie

Sur base des registres des médecins généralistes aux Pays-Bas, l'incidence de la BPCO (nombre de nouveaux cas au cours d'un intervalle de temps donné) en 2003 est estimée à deux pour mille par an (0,2%). Sur base des mêmes données, la prévalence de la BPCO (nombre de cas à un moment déterminé dans le temps) aux Pays-Bas est estimée à vingt pour mille personnes (2%) en 2003. Ces estimations de l'incidence et de la prévalence représentent une moyenne de cinq systèmes néerlandais d'enregistrement des cabinets de médecine générale.⁴² La prévalence de la BPCO augmente progressivement avec l'âge. En 2007, sept personnes sur mille (0,7%) de la catégorie d'âge de 40 à 45 ans souffraient de cette maladie. Ce pourcentage atteignait 150 pour mille (15%) chez les personnes de 80 à 85 ans. Suite au vieillissement de la population, il est fort vraisemblable que la prévalence de la BPCO continuera à augmenter au cours des prochaines décennies.⁴³ La BPCO est plus fréquente chez les personnes des classes socio-économiques les plus défavorisées. Au cours de ces trente dernières années, la prévalence du diagnostic de BPCO a quelque peu diminué chez les hommes, tandis que chez les femmes, on a constaté une forte augmentation durant la même période. Cette tendance est vraisemblablement la conséquence du nombre croissant de femmes fumeuses ces trente dernières années. Le tabagisme demeure le principal facteur de risque de développement de BPCO. Le diagnostic de BPCO est posé chez 10 à 15 pour cent des fumeurs. De manière générale, on considère néanmoins que la BPCO est fréquemment sous-diagnostiquée. Les chiffres de prévalence et d'incidence des registres des médecins généralistes sont tous en accord les uns avec les autres, mais apparaissent systématiquement inférieurs aux observations des précédentes études épidémiologiques réalisées parmi la population néerlandaise. On estime que chez environ un tiers des fumeurs d'âge moyen atteints de BPCO, cette affection n'est pas diagnostiquée. Ce groupe est principalement constitué de patients présentant une obstruction légère à modérée des voies respiratoires.⁴⁴ Ce sont surtout des patients présentant une obstruction légère à modérée des voies respiratoires qui sont traités en première ligne (voir tableau 2). Des problèmes de dyspnée importants (MRC > 3) sont décrits chez 38 pour cent de ces patients, l'obésité (IMC > 30) est présente chez 40 pour cent, un poids trop faible (IMC < 21) chez 17 pour cent et une déplétion de la masse musculaire [indice de masse maigre (FFM, *fat-free mass*) < 15 chez les femmes et < 16 chez les hommes] chez 28 pour cent.⁴⁵

A.5 Pronostic

Les principaux facteurs prédictifs de mortalité chez les patients atteints de BPCO sont l'âge et le VEMS: les patients âgés présentant un VEMS très faible sont ceux chez qui le pronostic est le plus défavorable.^{46,47} Les fumeurs présentent une détérioration annuelle du VEMS plus marquée⁴⁸⁻⁵⁰ et leur risque de décès consécutif à la BPCO est plus important⁵¹. La détérioration du VEMS s'accélère avec l'augmentation de la consommation de tabac; par contre, le fait de cesser de fumer la ralentit⁵² et réduit la mortalité.⁵³ On a récemment montré une relation entre un niveau d'activité physique modéré à élevé chez les fumeurs et une moindre détérioration de la fonction pulmonaire et un moindre risque de développement de BPCO.⁵⁴ L'hypersécrétion chronique de mucus est associée à une diminution plus rapide du VEMS et constitue un facteur prédictif de mortalité consécutive à des infections respiratoires.⁴⁷ Postma et al. ont constaté que la détérioration du VEMS est déterminée par le degré d'hyperréactivité bronchique, par la réversibilité de l'obstruction des bronches et par le fait que le patient cesse ou non de fumer.⁵⁵ Après correction pour l'âge et le VEMS, il apparaît que la capacité pulmonaire totale, la fréquence cardiaque au repos et le niveau de limitations physiques présentent tous une corrélation positive avec la mortalité.⁴⁶ En outre, la dyspnée,⁵⁶ la réduction de la capacité d'effort,^{35,46,57} la réduction de la masse musculaire et de la force musculaire,^{58,59} un faible indice de masse corporelle^{60,61} et une perte de poids extrême^{60,62} sont également associés à un risque accru de décès. L'association des facteurs susmentionnés dans l'indice BODE (voir tableau 2) est également en corrélation avec la mortalité chez les patients chez qui la maladie est à un stade avancé.⁵ L'hospitalisation pour exacerbation aiguë est associée à une mortalité plus importante, surtout si le recours à un respirateur est nécessaire.⁶³ Enfin, les patients atteints de BPCO qui ont un niveau d'activité physique régulier présentent un moindre risque à la fois d'hospitalisations consécutives à la BPCO et de décès.¹⁴ Les observations cliniques suggèrent que les patients présentant une faiblesse musculaire plus marquée et une réserve ventilatoire un peu plus importante pourraient être de meilleurs candidats à des programmes d'entraînement.⁶⁴ Ces observations sont comparables à d'autres données qui

indiquent que les patients présentant une distance de marche limitée – un paramètre qui, lors de BPCO, est lié à la force musculaire – et une réserve ventilatoire plus importante, sont les meilleurs candidats pour un programme d'entraînement.⁶⁵ La variation expliquée par ces facteurs est toutefois insuffisante pour permettre une sélection adéquate des patients. L'âge,⁶⁶ la sévérité de la limitation de la fonction pulmonaire,^{67,68} la présence d'hypercapnie,⁶⁹ la situation psychosociale⁷⁰ et le statut actuel en termes de tabagisme⁷¹ ne semblent pas être des paramètres valables pour prédire les effets d'une réadaptation respiratoire. L'entraînement peut également avoir un effet positif sur les comorbidités les plus fréquentes chez les patients atteints de BPCO, telles que les maladies cardio-vasculaires, le diabète, l'ostéoporose et les pathologies vasculaires périphériques.⁷² C'est la raison pour laquelle on ne peut pas exclure systématiquement les patients souffrant de comorbidités et/ou de maladie avancée des programmes d'entraînement. Après des examens approfondis et la réalisation des épreuves d'effort requises, ces patients peuvent être inclus dans des programmes d'entraînement adaptés à leurs besoins individuels et à leurs possibilités.⁶

A.6 Kinésithérapie lors de BPCO

A.6.1 Introduction

La kinésithérapie chez les patients atteints de BPCO repose sur une approche visant à résoudre les problèmes⁷³ et trouve le plus souvent sa place dans le cadre d'une prise en charge pluridisciplinaire. Elle apporte une contribution à l'évaluation et au traitement de deux importants domaines symptomatiques lors de BPCO: (1) dyspnée, moindre capacité d'effort et inactivité physique et (2) troubles du transport du mucus (voir figure 1). Un objectif important de ce point de vue est l'amélioration de la qualité de vie. Comme une mauvaise observance thérapeutique est un problème bien connu dans le cadre de la réalisation d'exercices visant à favoriser l'évacuation du mucus et pour le maintien des effets de l'entraînement en effort et le passage à un niveau d'activité plus important dans la vie quotidienne, l'éducation et les conseils font également partie du traitement kinésithérapeutique. Une attention toute particulière doit être accordée aux conséquences des exacerbations aiguës. Ces exacerbations aiguës sont associées à des facteurs tels qu'une moins bonne qualité de vie,⁷⁴ la faiblesse musculaire,⁷⁵ un déséquilibre énergétique,⁷⁶ une perte de condition physique et l'inactivité physique.^{77,78} Le traitement kinésithérapeutique doit anticiper les conséquences cliniques à court et à long terme, telles qu'hypersécrétion, inactivité physique et perte de condition physique.

A.6.2 Dyspnée, réduction du niveau d'activité physique et réduction de la capacité d'effort

La dyspnée est un symptôme important et invalidant chez les patients atteints de BPCO.⁷⁹ Divers facteurs pathophysiologiques contribuent à l'apparition de dyspnée lors de BPCO,⁸⁰ notamment: (a) augmentation de la charge mécanique intrinsèque des muscles inspiratoires, (b) augmentation de la restriction mécanique de la cage thoracique (hyperinflation dynamique), (c) faiblesse fonctionnelle des muscles inspiratoires, (d) augmentation des besoins ventilatoires par rapport à la capacité ventilatoire, (e) perturbations des échanges gazeux, (f) compression dynamique des bronches ou (g) effets cardio-vasculaires. La dyspnée est principalement présente durant l'effort. Cela est dû à la moindre capacité ventilatoire consécutive à l'obstruction des bronches et à l'hyperinflation dynamique d'une part et à une augmentation de la charge ventilatoire suite à la mise en œuvre précoce du métabolisme musculaire anaérobie (associé à la production d'acide lactique et à une acidose précoce) et à un espace mort respiratoire plus important d'autre part. L'apparition de dyspnée est souvent la raison pour laquelle le patient vient consulter un médecin et limite les possibilités fonctionnelles et le niveau d'activité physique quotidienne. Les patients atteints de BPCO présentent souvent une capacité d'effort réduite. Des données récentes indiquent qu'un faible niveau d'activité physique est déjà présent chez les patients ne présentant qu'une atteinte légère.^{12,14} Il ne s'agit pas d'une simple conséquence de la réduction de la fonction pulmonaire. Il n'existe qu'une faible corrélation entre réduction de la capacité d'effort et perte de fonction pulmonaire.⁸¹ D'autres éléments tels que les comorbidités vasculaires (pulmonaires et systémiques), la faiblesse des muscles périphériques et respiratoires et la perte de condition physique sont des facteurs qui contribuent à une réduction de la capacité d'effort.^{36,82,83} La force au niveau du quadriceps présente une corrélation significative avec la distance de marche en six minutes et la consommation maximale d'oxygène.^{36,82} La faiblesse des muscles respiratoires est associée à de l'hypercapnie,⁸⁴ à de la dyspnée,^{82,85} à de la désaturation nocturne⁸⁶ et à la distance de marche³⁶. En outre, la faiblesse musculaire est associée à une consommation médicale accrue.⁸⁷ La force musculaire périphérique et l'atrophie musculaire sont des facteurs déterminants de la survie chez les patients atteints de BPCO.^{58,59,88} Au-dessous d'un certain seuil, la faiblesse musculaire périphérique contribue également à l'apparition de problèmes dans l'exercice des principales activités

de la vie quotidienne.⁸⁹ Il s'agit là d'observations importantes dans la mesure où l'amélioration de la force musculaire par l'entraînement en effort et par l'entraînement contre résistance des muscles périphériques et respiratoires peut de cette manière contribuer à une amélioration des performances physiques, des symptômes, de la qualité de vie et peut-être de la survie chez ces patients.^{6,7,90}

Patient atteint de BPCO

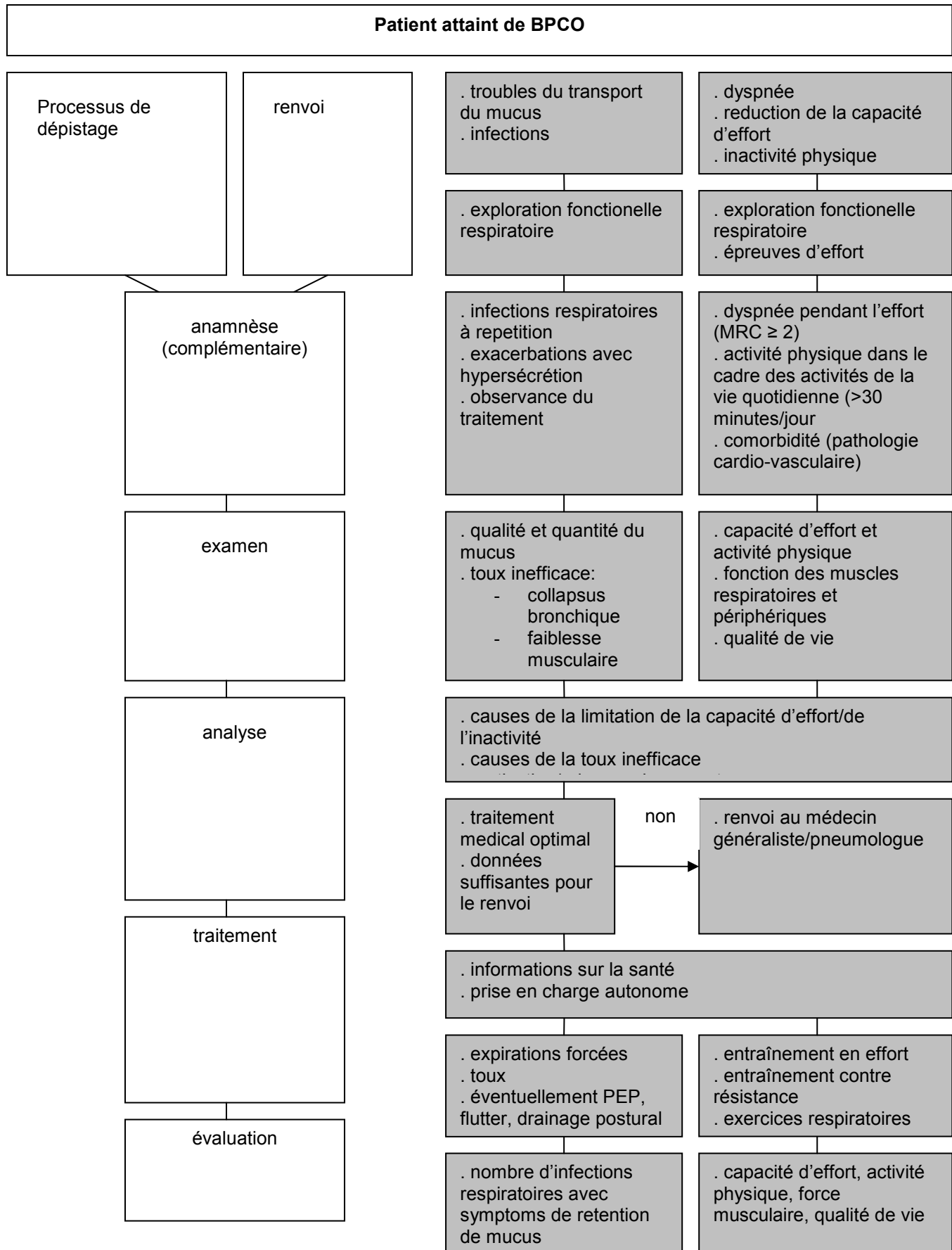


Figure 1. Organigramme de la kinésithérapie lors de BPCO

MRC = score de dyspnée du Medical Research Council; PEP = pression expiratoire positive

Conclusion

La réduction de la dyspnée et l'amélioration de la capacité d'effort et de l'activité physique dans la vie quotidienne sont des objectifs importants dans le traitement de la BPCO. Les kinésithérapeutes jouent un rôle important dans l'évaluation et le traitement de la dyspnée, de la réduction de la capacité d'effort et du niveau d'activité dans la vie quotidienne.

A.6.3 Troubles de l'évacuation du mucus

La rétention de mucus constitue une cause fréquente d'obstruction des bronches chez les patients atteints de BPCO. La rétention de mucus peut résulter d'une hypersécrétion de mucus ou d'un transport insuffisant du mucus.⁹¹ Un transport insuffisant du mucus peut être la conséquence d'une réduction de la clairance mucociliaire, de modifications des propriétés viscoélastiques du mucus ou d'une réduction du flux d'air expiratoire (toux). Le tabagisme peut engendrer une inactivité des cils⁹² et des infections répétées peuvent être à l'origine d'une perte de l'épithélium tapissé de cils. La rétention de mucus peut être à l'origine d'altérations pathologiques au niveau des poumons,⁹³ éventuellement consécutives à des infections respiratoires répétées et pourrait même jouer un rôle dans la progression de la maladie. La prévalence de la production d'expectorations est plus élevée chez les fumeurs.⁹⁴ L'hypersécrétion est responsable d'une diminution annuelle plus marquée du VEMS⁴⁷ et constitue un facteur de risque d'hospitalisation⁹⁵ et de décès⁴⁷ consécutifs à la BPCO.

Conclusion

L'amélioration du transport du mucus constitue un objectif important de la kinésithérapie chez les patients souffrant de rétention de mucus et d'infections respiratoires fréquentes.

B Renvoi et accessibilité directe

La nécessité ou non de proposer une kinésithérapie dépend des symptômes de dyspnée et de réduction de la capacité d'effort et/ou de transport insuffisant du mucus. Avant d'envisager de débiter une kinésithérapie, le traitement médical doit être optimal et la demande du patient doit être évaluée. Les patients atteints de BPCO et les patients se plaignant de dyspnée (y compris les patients atteints de BPCO non diagnostiquée) sont généralement envoyés par un pneumologue ou par un médecin généraliste.

En cas de 'kinésithérapie en accès direct', le kinésithérapeute doit déterminer le stade GOLD et le score MRC du patient. Chez les patients aux stades GOLD I et GOLD II sans limitations fonctionnelles (MRC < 2), chez qui un traitement médicamenteux adéquat a déjà été instauré, il peut poser le diagnostic et débiter un éventuel traitement. Il est recommandé, y compris dans les cas où la conclusion est 'certaine', bien entendu avec l'accord du patient, de prendre contact avec le médecin généraliste et/ou le spécialiste dans le cadre de l'harmonisation des soins. Dans d'autres cas, si le patient est au stade GOLD II avec des limitations fonctionnelles (MRC ≥ 2) ou au stade GOLD III ou IV ou lorsque le stade GOLD est indéterminé ou que la conclusion après examen est 'incertain', il est indispensable de prendre contact avec le médecin généraliste ou le spécialiste. Pour plus d'informations sur la 'kinésithérapie en accès direct', se reporter aux *Directives du KNGF sur les rapports de kinésithérapie*, édition 2007.

Le diagnostic kinésithérapeutique consiste notamment en le recueil de l'anamnèse et la réalisation d'un examen clinique en vue de déterminer les objectifs du traitement kinésithérapeutique. En outre, une évaluation objective de la capacité d'effort fonctionnelle, du degré d'activité physique, de la fonction des muscles respiratoires et périphériques et de la qualité de vie fait partie intégrante de la kinésithérapie.

Lors de l'élaboration d'un programme de traitement approprié, il est essentiel de tenir compte de la gravité de l'état du patient, y compris des éventuelles comorbidités, ainsi que du pronostic. De ce point de vue, il est important de disposer des principales données médicales (fonction pulmonaire, analyse des gaz sanguins, capacité d'effort, traitement médicamenteux) et psychosociales. Ces données contribuent à l'analyse de la problématique de santé, à l'interprétation des résultats des examens et à la formulation des objectifs du traitement kinésithérapeutique. On accordera une attention toute particulière aux patients qui ont présenté récemment une exacerbation aiguë. Ces patients sont

exposés à un risque accru de détérioration (ou de poursuite de la détérioration) de leur capacité d'effort, de leur qualité de vie et de leur niveau d'activité physique quotidienne et ont besoin d'un soutien, le plus souvent dans un cadre pluridisciplinaire, afin d'éviter qu'ils ne rentrent dans une spirale négative de détérioration fonctionnelle.

L'organigramme (voir figure 2) illustre le cheminement que le kinésithérapeute doit parcourir avec le patient présentant une réduction de la capacité d'effort afin de choisir l'une des deux formes de traitement: programme de réadaptation pluridisciplinaire ou programme d'activité physique sous la supervision d'un kinésithérapeute de première ligne. Les patients souffrant de maladie légère à modérée (GOLD I et II) avec seulement une faible détérioration de la capacité d'effort (MRC < 2) peuvent pratiquer des activités sportives régulières. Les patients qui se trouvent à un stade plus avancé de la maladie (GOLD III et IV) doivent être référés à un pneumologue pour une évaluation pluridisciplinaire approfondie et un traitement. Les patients souffrant de maladie légère qui présentent déjà une réduction importante de la capacité fonctionnelle (MRC ≥ 2) doivent subir une évaluation formelle de la capacité d'effort (voir détails plus loin) afin de déterminer de manière plus précise leur capacité d'effort et de garantir leur sécurité au cours de l'entraînement. L'organigramme illustre également la continuité (transmurale) des soins chez les patients atteints de BPCO. Après la fin du programme de réadaptation pluridisciplinaire, l'entraînement en effort doit se poursuivre dans le cadre de programmes d'activité physique. Inversement, les patients qui participent à un programme d'activité physique doivent être référés pour un traitement pluridisciplinaire si leur maladie s'aggrave ou après une exacerbation aiguë importante. Une équipe pluridisciplinaire comprend un pneumologue, un médecin généraliste, un kinésithérapeute, un infirmier ou infirmière, un diététicien, un psychologue, un assistant social et un ergothérapeute ayant tous une qualification dans le domaine des pathologies respiratoires et de la prise en charge de la réadaptation. Ces équipes travaillent le plus souvent dans le cadre des soins de seconde et de troisième ligne, mais peuvent également intervenir en première ligne.

Conclusion

Sur base des données médicales, de l'évaluation clinique et des explorations fonctionnelles, le kinésithérapeute établit un programme de traitement. Ce programme est régulièrement réévalué en cours de traitement, ainsi qu'à la fin de la période de traitement. Les résultats des évaluations et du traitement sont indiqués dans le dossier du patient; un rapport est transmis au médecin traitant.^{96,97}

Dyspnée et réduction de la capacité d'effort

exploration fonctionnelle respiratoire / score MRC / activité physique < 30 minutes par jour

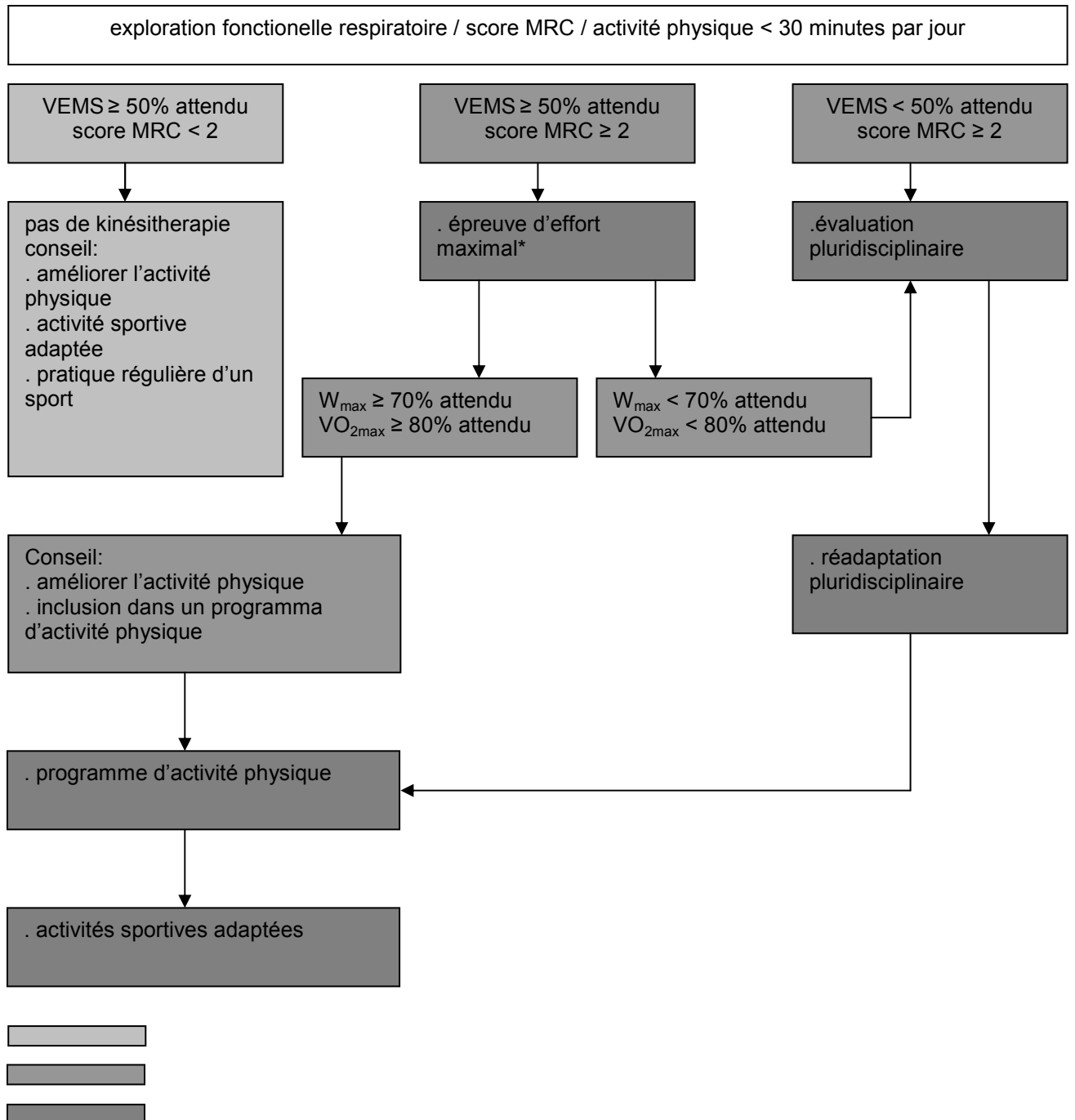


Figure 2. Organigramme permettant d'orienter les patients vers la stratégie de traitement appropriée en présence de symptômes associés à la dyspnée et à la réduction de la capacité d'effort

* La 'Primary care physicians guideline' et la 'Transmural guideline for COPD' recommandent une épreuve d'effort uniquement chez les patients qui présentent un profil de risque cardio-vasculaire élevé. La 'ACSM guideline' préconise de procéder à une épreuve d'effort chez toutes les personnes âgées, tandis que la 'Physiotherapy guideline' recommande des épreuves d'effort chez tous les patients atteints de BPCO.

MRC = échelle de dyspnée du Medical Research Council

VEMS = volume expiratoire maximal par seconde

pas de kinésithérapie/conseil visant à être physiquement plus actif
traitement de première ligne (programme d'activité physique)
traitement de seconde/troisième ligne (réadaptation)

C Processus diagnostique

C.1 Anamnèse

On trouvera plus de détails sur les informations à obtenir et les questions à poser dans le cadre de l'anamnèse au tableau 4, qui est basé sur le consensus des membres du groupe de travail.

C.2 Examen clinique

L'examen clinique est orienté sur la capacité d'effort et la dyspnée (voir tableau 5), ainsi que sur la rétention et l'évacuation du mucus (voir tableau 6).

Tableau 4. Détails de l'anamnèse

Symptômes et état de santé actuel	<ul style="list-style-type: none"> • Motifs du renvoi; données médicales associées au renvoi (fonction pulmonaire, épreuve d'effort maximal), comorbidités (pathologie cardio-vasculaire)? • Comment le patient ressent-il les conséquences de la BPCO? Quelles sont ses attentes vis-à-vis du traitement (kinésithérapie)? • Données sociales (situation familiale, profession, antécédents familiaux importants)? • Effets de l'état de santé actuel sur le fonctionnement psychologique? • Quels médicaments prend le patient et quel est son niveau de connaissance de la méthode d'utilisation adéquate? • En traitement chez d'autres professionnels des soins de santé?
Signes cliniques de réduction de la capacité d'effort / du niveau d'activité	<ul style="list-style-type: none"> • Quel est le niveau d'activité actuel (échelle MRC)? (voir tableau 7) • Le niveau d'activité physique est-il modifié suite à la maladie (ou à son évolution)? (accorder une attention toute particulière aux exacerbations aiguës) • Quelles sont la cause et la sévérité de la réduction de la

Signes cliniques de troubles de l'évacuation du mucus	<p>capacité d'effort? Y a-t-il des problèmes de dyspnée ou de fatigue? Si oui, à quels moments? Schéma d'activité physique?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe-t-il un contrôle suffisant de la dyspnée et/ou l'anxiété joue-t-elle un rôle? <ul style="list-style-type: none"> • Toux? Dans l'affirmative, la toux est-elle productive et efficace? • Augmentation de la production d'expectorations? Si oui, en quelle quantité? Quels sont la couleur et le degré de viscosité des expectorations? • Relation entre production d'expectorations et position du corps, activité exercée ou utilisation de médicaments? • Le patient est-il familiarisé avec les techniques d'expectoration? • La rétention de mucus a-t-elle des conséquences négatives (par exemple exacerbations, infections récurrentes ou fatigue)?
Autres symptômes	<ul style="list-style-type: none"> • Hypoxémie, insomnie, maux de tête matinaux ou difficultés de concentration? • Symptômes associés aux mouvements respiratoires (par exemple limitation du mouvement, douleur, raideur)? • Douleur associée à la respiration profonde ou à la toux?
Enregistrement de l'évolution naturelle des symptômes et de l'état de santé	<ul style="list-style-type: none"> • Résumé succinct de l'apparition et de l'évolution des symptômes • Fournir un rapport du traitement: traitement médicamenteux, médecin généraliste ou pneumologue, hospitalisations, kinésithérapie antérieure et autres traitements. Quels ont été les effets de chaque type de traitement?
Évaluation des capacités physiques et mentales du patient, des causes des symptômes et des facteurs qui exercent une influence sur l'évolution des symptômes	<p><i>Évaluation de la capacité</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Comorbidités (par exemple pathologies cardio-vasculaires, problèmes locomoteurs)? • Perte de poids malgré une consommation alimentaire normale (> 5% par mois)? • Qualité du sommeil? <p><i>Évaluation de la charge</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quelles exigences son entourage impose-t-il au patient? • Quel est le niveau d'activité du patient, y compris activités générales, professionnelles et de loisir?

-
- Existe-t-il des facteurs préjudiciables (par exemple tabagisme, hyperréactivité, problèmes psychologiques ou comportementaux ou facteurs liés à la situation professionnelle)?
 - Quels facteurs engendrent une diminution des symptômes (par exemple repos, facteurs environnementaux spécifiques ou utilisation de médicaments)?
 - Le patient a-t-il besoin d'informations sur son état de santé ou d'autres informations?
-

Tableau 5. Détail de l'examen clinique chez les patients présentant des symptômes de dyspnée et une moindre capacité d'effort

Impression clinique	<ul style="list-style-type: none"> • Impression globale (par exemple vitesse de marche, effort fourni, dyspnée, position du corps, poids corporel, utilisation d'un déambulateur) • En position assise, le patient a-t-il tendance à se pencher en avant ou à prendre appui sur les bras? • Cyanose (couleur des lèvres)? • Atrophie musculaire ou œdèmes périphériques? La peau est-elle cyanosée, hydratée ou atrophiée? • La respiration spontanée exige-t-elle un effort visible (par exemple mouvement des ailes du nez ou expirations spontanées à lèvres pincées)? • Le patient parle-t-il de manière fluide ou son élocution est-elle souvent hachée?
Forme de la cage thoracique	<ul style="list-style-type: none"> • Signes d'hyperinflation? • Déformation de la poitrine (par exemple <i>pectus excavatum</i>, <i>pectus carinatum</i> ou cyphoscoliose)? • Forme anormale de la paroi abdominale (par exemple à cause de l'obésité ou parce que la musculature abdominale est affaiblie)?
Mouvements respiratoires	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalies de la fréquence respiratoire ou de la profondeur de la respiration? • Mouvements de la paroi abdominale et de la cage thoracique durant l'inspiration et l'expiration (plus particulièrement direction et rythme)? • Élévation exagérée de la partie supérieure de la cage thoracique pendant la phase initiale de l'inspiration (mouvement de levier)? • La partie inférieure de la cage thoracique est-elle rétractée vers l'intérieur durant l'inspiration (signe de Hoover)?

	<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement de pompage asymétrique de l'arc costal? • Y a-t-il modification des mouvements respiratoires lors du passage du décubitus dorsal à la position assise et de la position assise à la position debout? • Activité des muscles respiratoires auxiliaires durant l'inspiration et l'expiration au repos? • Activité des muscles abdominaux durant l'inspiration et l'expiration au repos? • Contraction visible de la fosse infraclaviculaire ou supraclaviculaire, basculement de la trachée ('<i>tracheal dip</i>') durant l'inspiration?
Mesure de la fonction musculaire et de la capacité d'effort	<ul style="list-style-type: none"> • Force musculaire inspiratoire et expiratoire • Force musculaire périphérique • Test de marche • Test de cycloergométrie • Saturation en oxygène (par exemple au moyen d'un oxymètre)
Autres déterminations	<ul style="list-style-type: none"> • Dyspnée (par exemple en utilisant le score de Borg) • Échelle du MRC • Motivation — volonté de modifier son mode de vie et son niveau d'activité

MRC = Medical Research Council

Tableau 6. Détails de l'examen clinique des patients présentant des troubles de l'évacuation du mucus

Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des techniques de toux et d'expectoration. La toux est-elle efficace? Y a-t-il de la douleur pendant la toux? • Existe-t-il des déformations de la cage thoracique (par exemple <i>pectus excavatum</i>, <i>pectus carinatum</i> ou cyphoscoliose)? • La forme de la paroi abdominale est-elle anormale (par exemple en raison de la faiblesse des muscles abdominaux)? • Écoute des bruits respiratoires, auscultation et palpation de la cage thoracique • Se produit-il un collapsus bronchique (pendant la toux)?
-------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de la quantité, de la couleur et de la consistance du mucus expectoré
Tests musculaires	<ul style="list-style-type: none"> • Force de contraction de la musculature abdominale durant la toux?
Autres déterminations	<ul style="list-style-type: none"> • Spirométrie simple (VEMS, débit expiratoire de pointe)

VEMS = volume expiratoire maximal par seconde

Analyse

Les problèmes de santé et les demandes d'assistance du patient qui sont importants pour le kinésithérapeute (réduction de l'activité physique dans la vie quotidienne à cause de la dyspnée ou de la moindre capacité d'effort et/ou troubles de l'évacuation du mucus) sont analysés sur base des données de renvoi et des résultats de l'examen kinésithérapeutique. Un traitement médical optimal doit avoir été mis en place avant le début du traitement kinésithérapeutique.⁹⁸ Si le kinésithérapeute n'est pas certain que le patient est traité de manière optimale d'un point de vue médical, il lui faut prendre contact avec le médecin traitant. Les données de renvoi des patients qui se trouvent confrontés à des limitations en raison d'une moindre capacité d'effort ($MRC \geq 2$) doivent inclure les résultats d'une épreuve d'effort maximal progressif. Les patients exposés à un risque de déplétion de la masse maigre ($IMC < 21 \text{ kg/m}^2$; perte de poids de plus de 5% en un mois ou perte de poids de plus de 10% en six mois) doivent être référés à un diététicien avant l'instauration d'un programme de réadaptation.¹⁰

Le kinésithérapeute évalue si un traitement kinésithérapeutique est indiqué ou si le patient nécessite un renvoi. Le patient doit être motivé pour le traitement si l'on veut atteindre les objectifs fixés au préalable. Après la fin du traitement, le patient doit être motivé pour optimiser les résultats obtenus ou du moins pour les consolider.

C.3 Instruments de mesure

On peut utiliser des instruments de mesure pour différents critères d'évaluation et ces instruments peuvent, par exemple, fournir une contribution lors du diagnostic, de la détermination du pronostic ou de l'évaluation de l'efficacité du traitement.

C.3.1 Activité physique, dyspnée, qualité de vie et capacité d'effort

C.3.1.1 Activité physique

Enregistrement de l'activité physique

Il existe différents types de détecteurs de mouvement (voir la revue de Pitta et al.⁹⁹). Ils varient d'appareils simples et bon marché qui comptent essentiellement le nombre de pas (podomètres) à des appareils sophistiqués sur le plan technologique capables d'analyser la quantité et l'intensité de l'activité physique dans les conditions de la vie quotidienne (accéléromètres multiaxiaux). Il a été démontré que ces appareils fournissent une estimation générale assez précise de l'activité physique quotidienne. Ils semblent cependant présenter une plus grande exactitude pour la quantification et la différenciation des mouvements du corps et des activités de marche que pour l'estimation des dépenses énergétiques, surtout dans le cas d'une population qui se caractérise par une vitesse de marche lente, comme c'est le cas des patients atteints de BPCO. La fiabilité, la validité et la sensibilité de ces instruments dans le cas des patients atteints de BPCO ne sont pas connues. Le choix d'un détecteur de mouvement pour la détermination du niveau d'activité physique quotidienne dépend de facteurs tels que la simplicité d'emploi, la validité, la fiabilité, la sensibilité, le prix et, surtout, le but dans lequel l'appareil est utilisé. De simples podomètres peuvent fournir des informations sur le nombre de pas effectués, bien que leur utilité semble limitée chez les patients qui se déplacent lentement. Chez ces patients, des accéléromètres monoaxiaux peuvent s'avérer plus utiles car ils présentent une plus grande sensibilité. Si l'on doit obtenir des informations plus détaillées sur les activités effectuées, on peut recourir à des appareils techniquement plus évolués tels que des accéléromètres multiaxiaux.

Questionnaires en rapport avec l'activité physique

Les différents instruments subjectifs que l'on utilise pour évaluer les limitations chez les patients atteints de BPCO possèdent chacun leurs caractéristiques et leurs objectifs propres (voir la revue de Pitta et al.⁹⁹). Certains questionnaires sont conçus pour refléter le point de vue des patients sur la manière dont ils se livrent aux activités de la vie quotidienne et sur leur degré d'indépendance. D'autres instruments évaluent le point de vue des patients sur leur propre statut fonctionnel et déterminent quelles sont les activités qu'ils sont encore capables d'effectuer. Les patients atteints de BPCO sont capables de rapporter de manière adéquate les limitations auxquelles ils sont confrontés et les symptômes associés à leur maladie. La prudence est toutefois de rigueur dans le cas de questionnaires qui ont pour objectif d'évaluer spécifiquement la durée, la fréquence et l'intensité de l'activité physique quotidienne. Bien que les différences moyennes entre ces instruments et les méthodes de référence objectives soient peu importantes à l'échelle des groupes, ces questionnaires manquent de précision et la variabilité individuelle est importante, tant chez les patients atteints de BPCO que parmi une population âgée en général. Cette observation laisse supposer que l'utilisation de méthodes subjectives pour évaluer le niveau d'activité physique quotidienne d'une personne est déconseillée. Les facteurs qui sont à l'origine de l'imprécision sont notamment le fait que le patient ait des difficultés à se souvenir de ses activités passées, la conception des questionnaires, l'intervalle de temps couvert par les questionnaires et les caractéristiques individuelles telles que l'âge, les facteurs culturels, le statut professionnel et les capacités cognitives.

À l'heure actuelle, il n'y a en usage qu'un petit nombre de questionnaires visant à quantifier le niveau d'activité physique quotidienne chez les patients atteints de BPCO. On n'a cependant aucune preuve de la fiabilité, de la validité et de la sensibilité de ces instruments parmi cette population de patients. Les questionnaires qui mesurent de manière valable le niveau d'activité physique des personnes âgées en bonne santé sont: le questionnaire de Baecke adapté pour les personnes âgées, l'échelle *Physical Activity Scale for the Elderly* (PASE), le questionnaire *Yale Physical Activity Survey* et le *Zutphen Activity Questionnaire*.¹⁰⁰ Parmi ces instruments, seul le *Zutphen Activity Questionnaire* est actuellement utilisé pour l'enregistrement de l'activité physique quotidienne chez les patients atteints de BPCO.¹⁰¹ L'unique questionnaire qui ait été conçu spécifiquement pour évaluer les effets des interventions visant à promouvoir l'activité physique chez les personnes âgées en bonne santé est le questionnaire de CHAMPS.¹⁰² Le score obtenu pour ce questionnaire a été utilisé comme principal résultat lors d'une étude clinique portant sur l'activité physique chez les patients atteints de BPCO.¹⁰³ Dans la pratique clinique, il existe des situations où un questionnaire constitue l'unique méthode possible pour évaluer les limitations chez les patients atteints de BPCO. En dépit de leurs limitations, les méthodes recourant à un rapport subjectif par le patient ont une valeur pratique certaine, surtout pour apprendre à connaître le point de vue du patient sur son niveau d'activité, son degré d'indépendance et son statut fonctionnel. Quoi qu'il en soit, les méthodes subjectives et objectives constituent des approches différentes (mais complémentaires) pour la détermination du niveau d'activité physique dans la vie quotidienne. Lorsque l'on a besoin de disposer d'informations précises, individualisées et détaillées, on les obtiendra de préférence par l'utilisation de détecteurs de mouvement (méthodes objectives) plutôt qu'au moyen de questionnaires subjectifs.

Échelle de dyspnée du Medical Research Council

Grâce à ce questionnaire simple et valable pour les patients atteints de BPCO (voir tableau 7), il est possible de quantifier l'impact de la dyspnée sur la réalisation d'efforts fonctionnels et sur les limitations.⁴¹

Tableau 7. *Echelle de dyspnée modifiée du Medical Research Council*

Degré	Description
1	Je ne suis jamais essoufflé, sauf en cas d'effort extrême.
2	Je suis essoufflé lorsque je dois courir en montée.
3	Je suis incapable de suivre des personnes de mon âge sur terrain plat.
4	Je suis essoufflé après une marche de 100 mètres.
5	Je suis trop essoufflé pour quitter mon domicile.

C.3.1.2 Qualité de vie

Le groupe de travail a sélectionné les questionnaires validés (en néerlandais et/ou en français) qui sont les plus fréquemment utilisés dans la pratique clinique aux Pays-Bas et en Belgique.

Questionnaire de maladie respiratoire chronique

Le questionnaire de maladie respiratoire chronique (CRDQ, *Chronic Respiratory Disease Questionnaire*) est un questionnaire en vingt items qui évalue la qualité de vie dans quatre domaines: dyspnée, fatigue, fonctionnement psychologique et contrôle.¹⁰⁴ La somme de ces domaines est utilisée comme score total. L'item dyspnée reprend vingt-cinq activités parmi lesquelles le patient choisit les cinq activités les plus représentatives de sa vie quotidienne. Dans le système de notation utilisé, les valeurs les plus élevées correspondent à une meilleure qualité de vie. Une modification de 0,5 point par item est la 'différence minimale cliniquement significative' mise en évidence, ce qui implique qu'une modification de dix points sur le score total est significative. On a récemment développé une version auto-administrée de ce questionnaire qui est à la fois valide et sensible (CRDQ-SR).^{105,106} Le questionnaire CRDQ-SR reprend cinq activités prédéterminées, à savoir: (1) se laisser emporter par ses émotions, par exemple se mettre en colère ou éprouver du désarroi; (2) pourvoir à ses besoins fondamentaux, tels que prendre un bain ou une douche, manger et s'habiller; (3) marcher; (4) se livrer à des tâches telles que les corvées ménagères, faire du shopping ou faire ses courses; (5) participer à des activités sociales.

Questionnaire respiratoire de St George

Le questionnaire respiratoire de St George (SGRQ, *St George's Respiratory Questionnaire*) évalue l'impact de la maladie respiratoire sur la qualité de vie et le bien-être du patient.¹⁰⁷ Les réponses aux 53 items peuvent être réunies en un score total et en trois scores par domaine pour les symptômes, l'activité et l'impact. On calcule le score du patient en attribuant un coefficient à chacun des items, en divisant la somme de ces coefficients par le coefficient maximal et en exprimant le résultat sous la forme d'un pourcentage. Les scores varient de 0 pour cent (le meilleur) à 100 pour cent (le plus mauvais). La validité et la responsivité du questionnaire respiratoire de St George ont été démontrées; la différence minimale cliniquement significative est de quatre pour cent.¹⁰⁸

Questionnaire de qualité de vie pour les maladies respiratoires

Le questionnaire de qualité de vie pour les maladies respiratoires (QOLRIQ, *Quality of Life for Respiratory Illness Questionnaire*) est un instrument de mesure destiné aux patients souffrant d'asthme ou de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). Le questionnaire QOLRIQ est divisé en sept sous-domaines: problèmes respiratoires, problèmes physiques, émotions, situations qui suscitent ou aggravent les problèmes respiratoires, activités générales, activités quotidiennes et ménagères et activités sociales, relations et sexualité. On calcule le score total pour l'ensemble des 55 items. Le questionnaire QOLRIQ utilise une échelle de réponses en sept points; un score plus élevé correspond à une limitation plus importante. Le questionnaire QOLRIQ est sensible en termes de modifications, valide et fiable, avec une différence minimale cliniquement significative de 0,5 points.^{109,110}

Questionnaire clinique sur la BPCO

Le questionnaire clinique sur la BPCO (CCQ, *Clinical COPD Questionnaire*) est un questionnaire en dix items qui peut être complété par le patient lui-même en moins de deux minutes. Les items sont répartis en trois domaines: symptômes, statut fonctionnel et statut mental. Les patients doivent noter chaque item sur une échelle de Likert en sept points où 0 = 'asymptomatique / aucune limitation' et 6 = 'extrêmement symptomatique / totalement limité'. Le score total est la moyenne de l'ensemble des dix items; si nécessaire, on peut calculer séparément les scores des différents sous-domaines. Il en existe deux versions: une version sur sept jours où il est demandé au patient d'évaluer son statut en termes de BPCO au cours de la semaine écoulée et une version sur 24 heures qui est principalement utilisée à la manière d'un agenda. Le questionnaire CCQ est validé et présente des caractéristiques fortement discriminantes, une fiabilité élevée lors de répétition du test et une excellente responsivité.^{111,112}

C.3.1.3 Tests de laboratoire

Épreuve d'effort maximal progressif

Dans un grand nombre de pathologies, dont la BPCO, une moindre tolérance à l'effort représente l'une des principaux indicateurs de mortalité.^{35,57,113} L'apparition d'une dyspnée inexplicable durant l'effort constitue souvent une raison de procéder à une épreuve d'effort. On utilise l'ergométrie pour mesurer la capacité d'effort et déterminer de cette manière s'il existe des preuves d'intolérance à l'effort, pour identifier les facteurs qui contribuent à la limitation de la capacité d'effort et pour établir la sécurité ou les risques associés à la fourniture d'efforts.^{114,115} Ainsi que cela a été indiqué par l'ACSM pour les personnes de plus de 45 ans, ces données sont essentielles pour la détermination de la limitation de

la capacité d'effort et pour le choix de la forme d'entraînement que le patient peut suivre en toute sécurité avec une charge adaptée à ce patient.¹¹⁶⁻¹²⁰ Si, après les tests initiaux (épreuve d'effort maximal avec réalisation d'une ECG et mesure de la saturation en oxygène), un patient ne répond pas aux conditions pour participer à un programme d'entraînement, ce patient doit être renvoyé au médecin traitant. Les détails sont publiés dans une déclaration internationale.¹¹⁵ Les épreuves d'effort maximal ne sont pas indiquées pour mesurer les effets d'une intervention telle qu'une réadaptation. Les tests submaximaux avec charge constante et les tests sur le terrain sont plus sensibles pour détecter les modifications de la capacité d'effort.⁶

Épreuve d'effort à charge constante

Au cours du suivi des patients après des interventions telles qu'une réadaptation respiratoire ou un traitement médicamenteux, les tests imposant une charge constante de forte intensité sur un cycloergomètre ou un tapis roulant, jusqu'à la limite de tolérance, semblent présenter une plus grande sensibilité que les épreuves classiques d'effort progressif.^{114,121,122} La durée d'endurance à charge constante, par exemple, est en moyenne supérieure de 80 pour cent après que le patient ait suivi une réadaptation respiratoire.⁶

C.3.1.4 Tests sur le terrain

Test de marche de six minutes et test de marche en navette

Les tests sur le terrain tels que le test de marche de six ou de douze minutes (6/12MWT, 6/12 minute walking test) et le test de marche en navette (SWT, shuttle walk test) s'utilisent pour suivre les effets des interventions visant à modifier la capacité d'effort submaximale ou l'endurance, comme la réadaptation respiratoire.¹²³ Bien que les patients soient libres d'adapter leur vitesse au cours d'un test de marche de six minutes, la vitesse de marche demeure en général extrêmement stable.¹²⁴ Les tests de marche de six ou de douze minutes¹²⁵ et le test de marche en navette¹²⁶ sont simples à réaliser et semblent être des tests valides, puisqu'ils sont plus en corrélation avec les activités de la vie quotidienne que les épreuves d'effort maximal.^{12,127} Chez des personnes en bonne santé, on observe une assez bonne corrélation avec le VO_{2max} , mais cette corrélation n'est pas suffisante pour permettre de prédire le VO_{2max} individuel.¹²⁸⁻¹³⁰ En outre, l'absence de valeurs de référence pour le test de marche en navette et l'absence de mesures physiologiques durant le test représentent d'importants inconvénients. Pour toutes ces raisons, les tests sur le terrain ne peuvent pas remplacer les épreuves d'effort maximal progressif.¹¹⁴ On trouvera plus de détails sur ces tests dans une déclaration internationale récemment publiée.¹²³

C.3.1.5 Tests de force musculaire et tests d'endurance musculaire

L'estimation de la fonction des muscles squelettiques fournit une contribution importante à l'évaluation du niveau de limitation chez les patients atteints de BPCO. L'enregistrement de la fonction musculaire permet le diagnostic de faiblesse musculaire. La faiblesse musculaire est une indication à une réadaptation. Les tests isométriques de la force musculaire se sont en effet avérés utiles pour la sélection des candidats à un entraînement en effort.⁶⁴ Les patients souffrant de faiblesse musculaire semblent mieux répondre à une réadaptation que ceux chez qui la fonction musculaire est mieux préservée.⁶⁴ En outre, les tests isométriques de la force musculaire et les tests d'endurance musculaire apparaissent sensibles pour la détection des modifications de la fonction musculaire périphérique après réadaptation.¹³¹⁻¹³³ Les patients qui présentent une faiblesse musculaire prononcée des muscles inspiratoires ($Pi_{max} < 60$ mmHg) semblent mieux répondre à un entraînement contre résistance des muscles inspiratoires.¹³⁴

Tests de la force musculaire périphérique

On peut mesurer la force musculaire de différentes manières et au moyen de nombreux appareils différents. La mesure du maximum pour une répétition (1RM, one repetition maximum) est une méthode sûre¹³⁵ et sensible¹³¹ pour suivre les modifications après entraînement chez les patients atteints de BPCO. Il n'existe cependant pas de valeurs standard pour les tests du maximum pour une répétition et les valeurs mesurées sont extrêmement dépendantes du matériel utilisé. Les mesures du maximum pour une répétition sont souvent utilisées pour diriger un entraînement contre résistance musculaire.^{136,137} On a recours à la dynamométrie avec un appareillage mécanique ou électrique pour déterminer la force musculaire isométrique. La mesure dynamométrique de la force de serrement du poing constitue une méthode fiable pour laquelle il existe des valeurs de référence.^{138,139} Cette approche a été utilisée dans un grand nombre d'études réalisées chez des patients atteints de BPCO.^{36,140-142} Pour les autres groupes musculaires des membres supérieurs et inférieurs, on a développé des appareils électriques à main. Ces appareils sont constitués d'un transducteur de force

électronique relié à un ordinateur. On dispose de valeurs de référence, y compris pour les personnes âgées en bonne santé.^{143,144} Des appareils à main sont déjà utilisés chez les patients atteints de BPCO.¹⁴⁵⁻¹⁴⁷

Tests d'endurance des muscles périphériques

L'évaluation de la fonction musculaire des membres inférieurs chez les patients atteints de BPCO s'est surtout intéressée à la force musculaire. Compte tenu des modifications de la composition des fibres musculaires, avec une réduction du nombre de fibres musculaires lentes (fibres résistantes à la fatigue)¹⁴⁸⁻¹⁵⁰ et une réduction des enzymes oxydatives,¹⁵¹⁻¹⁵³ on peut émettre l'hypothèse que, chez les patients atteints de BPCO, l'endurance des muscles des membres inférieurs est plus atteinte que la force musculaire.¹⁵⁴⁻¹⁵⁸ Il n'existe aucune uniformité dans les protocoles utilisés en ce qui concerne la mesure de l'endurance d'un muscle isolé. Tout d'abord, il est possible de déterminer la durée de maintien d'une contraction musculaire maximale isométrique jusqu'au moment où soixante pour cent de la force initiale peuvent encore être produits.¹⁵⁹ Il ne semble pas y avoir de différences en termes de contractions soutenues des muscles triceps et deltoïde entre personnes en bonne santé et patients souffrant de formes légères de BPCO.¹⁶⁰ Bien qu'il n'existe pas de données sur la reproductibilité de cette mesure, les performances du groupe témoin lors d'un second test réalisé douze semaines plus tard ne semblent pas différer de celles mesurées au cours du premier test.¹⁶¹ Cette observation semble indiquer que le test est reproductible. Ensuite, on peut mesurer la réduction de la force de contraction maximale après un nombre prédéfini (18) de contractions répétées avec une durée de contraction prédéterminée (10 secondes) et un temps de relaxation prédéterminé (5 secondes).^{162,163} Un troisième protocole consiste à effectuer des contractions répétées avec une force de 20 pour cent de la contraction maximale volontaire, à une fréquence de douze contractions par minute jusqu'à épuisement.^{156,164} Les deux derniers protocoles sont vraisemblablement davantage en corrélation avec la capacité en oxygène des muscles, puisque ces contractions musculaires dynamiques à un pourcentage limité de la capacité maximale ne provoquent pas de compression des capillaires et que, de cette manière, les muscles ne sont pas privés de leur approvisionnement en oxygène.

Tests de la force des muscles respiratoires

Dans la pratique clinique, on mesure la force des muscles respiratoires par le biais de la pression buccale maximale inspiratoire et expiratoire (respectivement $P_{i_{max}}$ et $P_{e_{max}}$). Ces mesures de pression s'effectuent au moyen d'une petite bonbonne que l'on place sur la bouche via une pièce buccale circulaire. Un petit trou empêche toute élévation artificielle de la pression consécutive à la contraction des muscles de la mâchoire.¹⁶⁵ Un aspect important de la standardisation de cette mesure est le volume pulmonaire sous lequel la pression est mesurée.¹⁶⁶ Dans la pratique clinique, on mesure la $P_{i_{max}}$ à partir du volume résiduel (VR), tandis que la détermination de la $P_{e_{max}}$ se fait à partir de la capacité pulmonaire totale (CPT). Il faut répéter la mesure à au moins cinq reprises. On trouvera davantage de détails sur les tests de la force des muscles respiratoires dans une déclaration de l'ATS/ERS.¹⁶⁷

Mesure et quantification des principaux paramètres

En résumé, en ce qui concerne la mesure et la quantification des principaux paramètres, le groupe de travail formule la recommandation suivante:

Tant pour la prise de décisions cliniques que pour le suivi de l'évolution du patient, le groupe de travail recommande de mesurer et de quantifier les principaux paramètres.

Tableau 8. Instruments de mesure utilisés pour objectiver les problèmes cliniques des patients atteints de BPCO

Problème clinique par catégorie ICF	Instrument de mesure
<i>Structure corporelle et fonction</i> Réduction de la tolérance à l'effort	<ul style="list-style-type: none"> • épreuve d'effort maximal diagnostique • épreuves d'effort fonctionnelles: 6MWT*, SWT*
Réduction de la fonction des muscles squelettiques	<ul style="list-style-type: none"> • mesure de la force musculaire isométrique: dynamométrie* (à main), détermination de la pression intrabuccale*

Infections respiratoires récidivantes avec rétention de mucus	<ul style="list-style-type: none"> • anamnèse • évaluation de la toux • exploration fonctionnelle respiratoire (informations médicales)
<i>Activités et participation</i>	
Réduction du niveau d'activité physique	<ul style="list-style-type: none"> • échelle du MRC • questionnaires: <ul style="list-style-type: none"> - questionnaire de Baecke (adapté) - questionnaire international d'activité physique (IPAQ, <i>International Physical Activity Questionnaire</i>) • enregistrement de l'activité (accélérométrie)*
Symptômes de fatigue et de dyspnée lors d'effort	<ul style="list-style-type: none"> • échelle du MRC • anamnèse
Détérioration de la qualité de vie	<ul style="list-style-type: none"> • anamnèse • questionnaires: <ul style="list-style-type: none"> - questionnaire clinique sur la BPCO (CCQ) - questionnaire de maladie respiratoire chronique (CRDQ)* - questionnaire respiratoire de St George (SGRQ)* - questionnaire de qualité de vie pour les maladies respiratoires (QOLRIQ)
Sentiment du patient sur son état de santé	<ul style="list-style-type: none"> • anamnèse

* Convient pour des mesures de suivi objectives des effets du traitement.

ICF = International Classification of Functioning; 6MWT = test de marche de six minutes; SWT = test de marche en navette; MRC = Medical Research Council

Le tableau 8 propose, en accord avec la classification ICF de l'OMS, un résumé des instruments de mesure recommandés pour objectiver les problèmes cliniques des patients atteints de BPCO.

C.4 Analyse

C.4.1 Analyse de la réduction de la capacité d'effort et de la dyspnée

La capacité d'effort est limitée par la ou les composantes les plus faibles de la chaîne de ventilation physiologique, échange gazeux au niveau pulmonaire, métabolisme des cellules musculaires, force musculaire, perception de la fatigue et de la dyspnée et facteurs psychologiques tels que confiance en soi, motivation, anxiété ou phobie de l'effort.^{168,169} L'identification des causes de la limitation de la capacité d'effort repose sur les informations obtenues suite à une épreuve d'effort maximal progressif et à des tests de force musculaire des muscles périphériques et respiratoires. Une approche globale pour identifier ces limitations est résumée au tableau 9. Ces informations apportent une aide dans le choix des interventions kinésithérapeutiques spécifiques (voir figure 3). Le programme par étapes n'est pas entièrement basé sur des preuves scientifiques, mais offre un fil conducteur pratique pour la conception d'un programme d'entraînement optimal, depuis les limitations de la capacité d'effort jusqu'au choix d'une certaine forme d'entraînement (entraînement par intervalles et entraînement en endurance, entraînement contre résistance et entraînement des muscles respiratoires). Après inventaire des limitations de la capacité d'effort, on peut également envisager l'ajout de composantes à l'entraînement en effort, par exemple le recours à une supplémentation en oxygène, des exercices respiratoires et des sessions de conseil. Le choix du traitement est discuté plus en détail dans la partie D de ces directives.

Tableau 9. Approche globale de l'identification de la cause de la limitation de la capacité d'effort

Réponse lors d'effort maximal*	PaO ₂	PaCO ₂	d(A-a)O ₂	FC	VE	Borg (D/E)
limitation cardio-	=	↓	< 2 kPa	> FC _{max}	< 70% VMV (>	↑ E

circulatoire						15 l/min. RR)
limitation ventilatoire	↓ / =	↑	< 2 kPa	< FC _{max}	> 70% VMV (< 15 l/min. RR)	↑ D
échange gazeux au niveau pulmonaire	↓	= / ↓	> 2 kPa	< FC _{max}	< 70% VMV (> 15 l/min. RR)	↑ D
faiblesse musculaire périphérique	=	= / ↓	< 2 kPa	< FC _{max}	< 70% VMV (> 15 l/min. RR)	↑↑ E
limitation psychogène	=	=	< 2 kPa	< FC _{max}	< 70% VMV (> 15 l/min. RR)	↑↑ E

* *Toujours par rapport à l'état de repos: = aucune modification; ↑ augmentation; ↓ réduction*
d(A-a)O₂ = différence entre concentration en oxygène alvéolaire et artérielle; FC = fréquence cardiaque (lors d'effort maximal); VE = ventilation minute lors d'effort maximal; Borg = échelle de Borg;
D = dyspnée; E = fatigue; kPa = kilopascal; FC_{max} = fréquence cardiaque maximale attendue: 220 -
âge (en années) ± 10 pulsations/minute; VMV = ventilation maximale volontaire; RR = réserve respiratoire

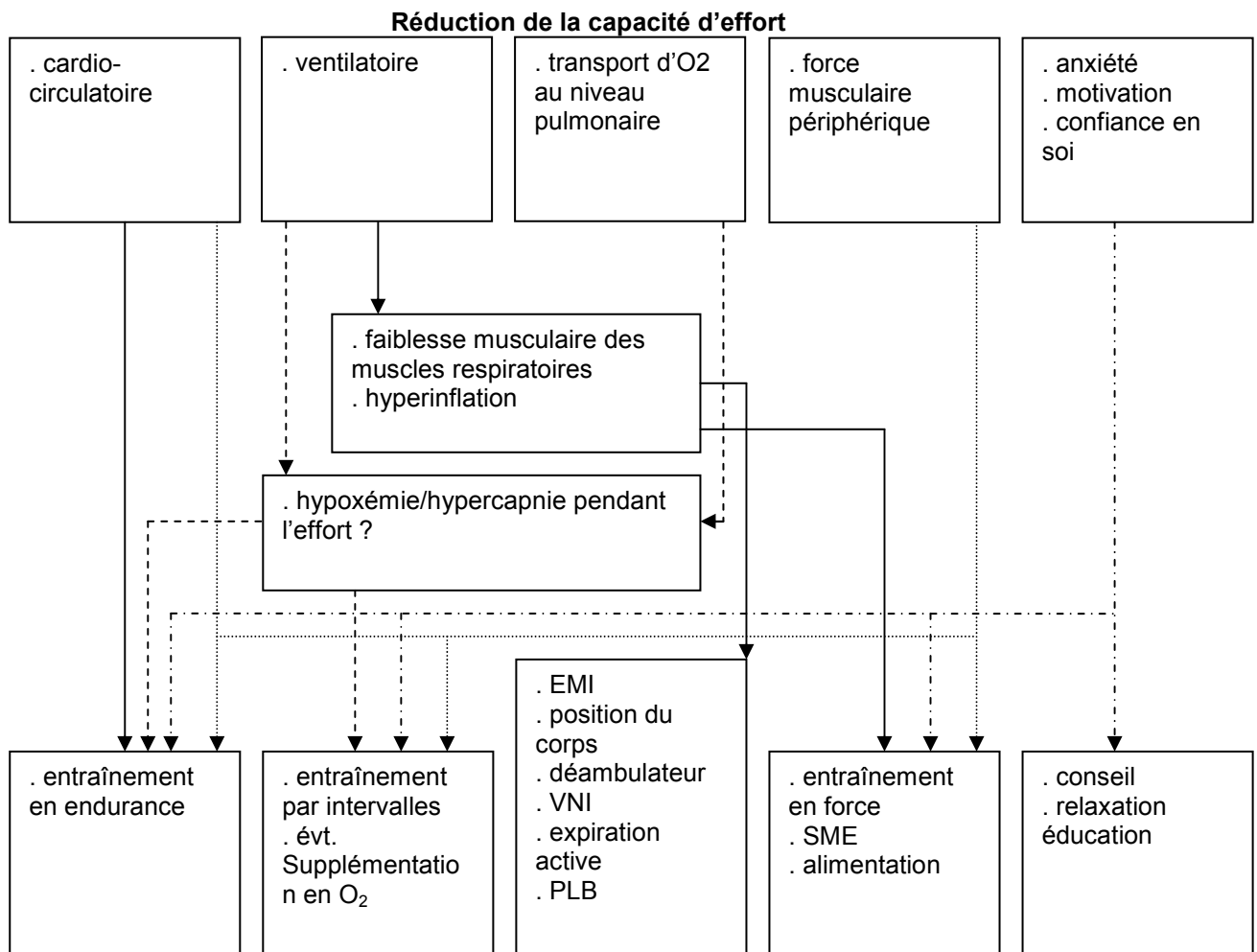


Figure 3. Programme par étapes partant de la ou des causes de la réduction de la capacité d'effort et menant à la forme de traitement susceptible d'améliorer de manière optimale la capacité d'effort
EMI = entraînement des muscles inspiratoires; VNI = ventilation non invasive; SME = stimulation musculaire électrique; PLB = pursed-lip breathing (expirations à lèvres pincées)

C.4.2 Analyse des troubles de l'évacuation du mucus

Divers facteurs (voir figure 4) peuvent contribuer à une mauvaise évacuation du mucus, notamment une viscosité excessive du mucus, une obstruction des bronches, un collapsus bronchique et une réduction de la force musculaire des muscles respiratoires. Il faut surtout tenir compte du collapsus bronchique consécutif à une expiration forcée chez les patients présentant une réduction de la force élastique de rétraction (emphysème). Les patients qui produisent une quantité excessive d'expectorations doivent éventuellement être traités plus souvent. Outre cela, chez les patients qui présentent des exacerbations répétées et des troubles de l'évacuation bronchique (bronchectasies), il convient de déterminer si le patient se conforme aux instructions en ce qui concerne les soins auto-administrés de nettoyage bronchique.

Troubles de l'évacuation du mucus

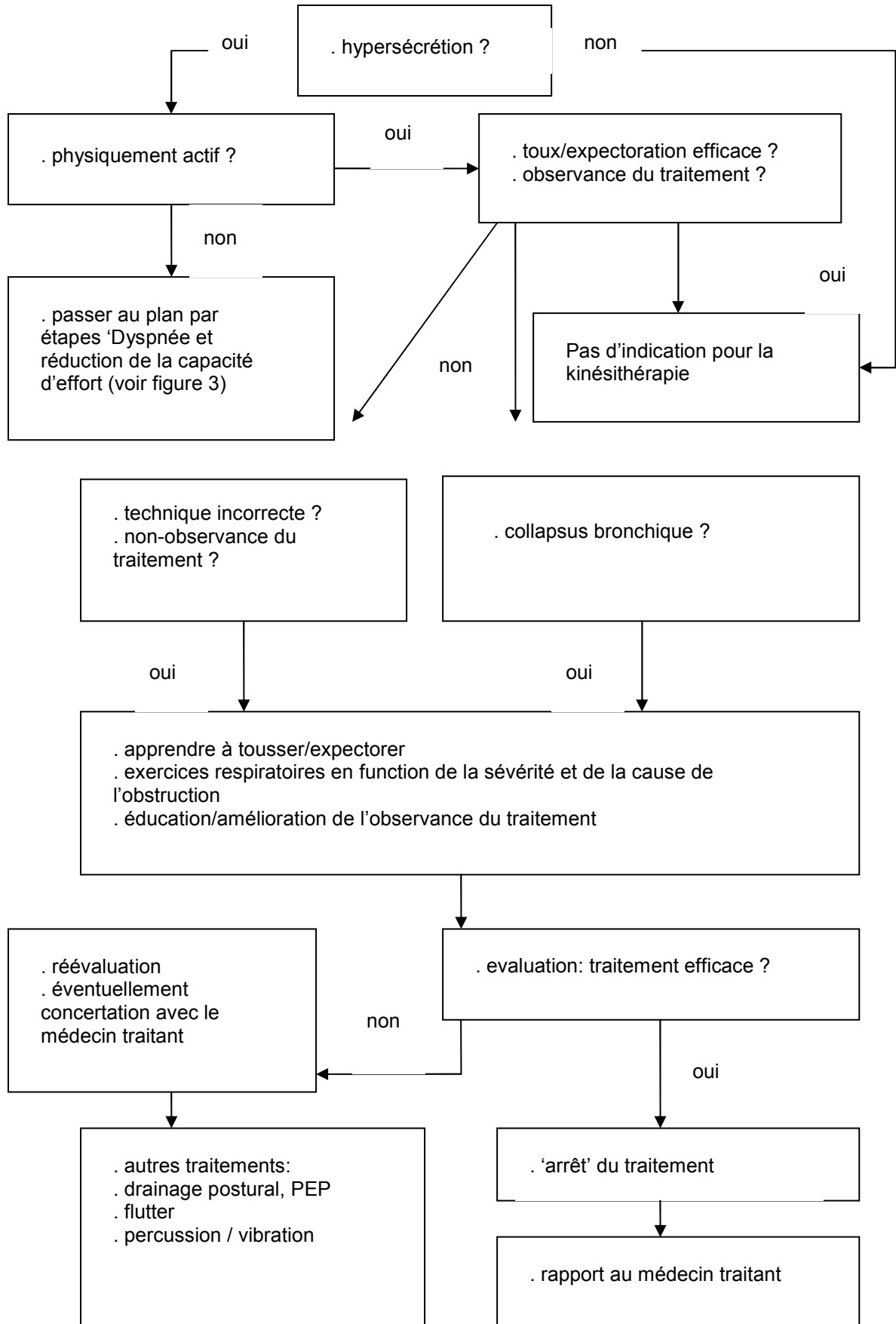


Figure 4. Programme par étapes pour le choix de la forme de traitement optimale lors de troubles de l'évacuation du mucus

PEP = pression expiratoire positive

D Traitement: argumentation et recommandations

Ainsi que cela est actuellement mentionné dans sa définition, lors de BPCO, des effets extrapulmonaires peuvent également contribuer dans une mesure significative à la sévérité de la maladie chez certains patients individuels. Il en résulte que le traitement des patients atteints de BPCO comprend différentes composantes, à savoir: traitement médicamenteux, ventilation non invasive, chirurgie, intervention alimentaire, éducation du patient, soutien psychosocial, ergothérapie et kinésithérapie. La kinésithérapie comprend l'entraînement en effort et l'entraînement musculaire, des exercices respiratoires et des techniques visant à favoriser le transport du mucus. Une revue systématique des études qui ont comparé la réadaptation respiratoire à un traitement standard a permis de parvenir à la conclusion que la réadaptation réduit les symptômes de dyspnée et de fatigue, améliore le fonctionnement psychologique et donne aux patients la sensation de mieux contrôler leur état. Ces améliorations semblent avoir une portée modérée et être cliniquement significatives.¹⁷ La déclaration de l'ATS/ERS sur la réadaptation respiratoire a en outre conclu que les preuves d'amélioration en termes d'endurance, de capacité fonctionnelle et de qualité de vie sont plus importantes que pour toute autre forme de traitement de la BPCO.⁷ La réadaptation respiratoire apparaît donc comme une composante importante au sein du traitement de la BPCO.

La kinésithérapie est reprise dans les programmes de réadaptation pluridisciplinaires, tant ambulatoires que durant le séjour à l'hôpital, ainsi que dans le cadre des soins de première ligne, et se concentrera sur le traitement de deux domaines symptomatiques majeurs associés à la BPCO: (1) dyspnée, moindre capacité d'effort et inactivité physique et (2) troubles du transport du mucus. Dans ces directives, les interventions qui viennent s'inscrire dans ces domaines seront abordées de manière systématique, comme décrit plus haut (voir paragraphe A.2). La dernière partie des directives sera consacrée à l'amélioration de la prise en charge autonome par le patient, de l'observance du traitement et de la motivation du patient à adapter son comportement pour optimiser son état de santé.

D.1 Entraînement physique dans le cadre de la réadaptation respiratoire

Au cours de ces dix dernières années, le nombre de publications scientifiques et, parallèlement, l'état des connaissances dans le domaine de la réadaptation des patients atteints de BPCO en général et de la kinésithérapie en particulier ont connu une remarquable progression, ce qui a renforcé la position de la réadaptation pluridisciplinaire en tant que traitement basé sur la littérature scientifique pour les patients atteints de BPCO.^{6,7,17}

La littérature récente propose en outre des informations détaillées sur la contribution relative des différentes composantes d'un programme de réadaptation pluridisciplinaire et sur la sélection des patients pour les composantes spécifiques d'un tel programme de réadaptation. La kinésithérapie inclut différentes formes d'entraînement (à savoir: entraînement en effort, entraînement des muscles respiratoires et périphériques et exercices respiratoires) qui sont considérées comme les pierres angulaires du programme de réadaptation.

Ces directives ont évalué de manière plus détaillée l'efficacité des différentes formes d'entraînement selon une méthode stricte qui n'avait pas été utilisée dans les récentes déclarations sur la réadaptation respiratoire lors de BPCO,^{6,7} afin de proposer des recommandations basées sur la littérature scientifique pour la mise en application de ces différentes formes dans le cadre de programmes de réadaptation.

Tableau 10. Recommandations de l'American College of Sports Medicine relatives aux paramètres d'entraînement en vue du développement de la condition cardio-respiratoire et musculaire et de la souplesse chez les personnes âgées en bonne santé^{116,117}

	Condition cardio-respiratoire	Force musculaire et endurance musculaire	Souplesse
Type d'activité	toute activité faisant usage des grands groupes musculaires, pouvant être poursuivie de manière continue et de nature	entraînement contre résistance des grands groupes musculaires des membres supérieurs et	étirement des grands groupes musculaires au moyen de

	rythmique et aérobie, par exemple: marche, bicyclette, montée et descente d'escaliers, natation et sports d'endurance	inférieurs	techniques statiques et/ou dynamiques appropriées
Fréquence des entraînements	3 à 5 jours par semaine	2 à 3 jours par semaine	2 à 3 jours par semaine
Intensité des entraînements	40 à 60% de la réserve de fréquence cardiaque/de VO_{2max} ou un score de 4 ou 5 sur l'échelle modifiée de Borg	60 à 80% de 1RM	
Durée des entraînements	20 à 60 minutes d'activité aérobie continue ou interrompue (en sessions de 10 minutes ou plus longues)	8 à 15 répétitions, plusieurs séries pouvant avoir davantage d'effet (2 à 5 séries)	4 répétitions, avec maintien pendant 10 à 30 secondes

1RM = maximum pour une répétition

D.1.1 Formes d'entraînement lors de BPCO

Les paragraphes qui suivent passent en revue les différentes méthodes pouvant être appliquées en vue d'améliorer la capacité d'effort chez les patients atteints de BPCO. Dans la mesure du possible, on applique chez ces patients les recommandations générales relatives à l'entraînement des personnes âgées en bonne santé telles que formulées par l'*American College of Sports Medicine*.⁶ Les adaptations de la stratégie d'entraînement pour proposer des stimulations d'entraînement adéquates seront examinées à la lumière de la pathophysiologie sous-jacente et de la symptomatologie. En outre, le choix de la forme d'entraînement se base sur les objectifs individuels du traitement. Les différentes formes d'entraînement qui ont pour objectif primaire l'amélioration de la fonction musculaire périphérique seront traitées. L'amélioration de la fonction musculaire périphérique mène dans le cas idéal à moins de limitations dans la vie quotidienne et à une meilleure participation sociale, ce qui engendre à son tour une amélioration de la qualité de vie. L'utilité et la faisabilité de l'entraînement en endurance, par intervalles et contre résistance seront passées en revue à la lumière des facteurs cardio-circulatoires, ventilatoires et périphériques qui contribuent à limiter la capacité d'effort. Comme mentionné précédemment au paragraphe C, il existe d'importantes différences interindividuelles dans la mesure où chacun de ces facteurs contribue à la limitation de la capacité d'effort. C'est pourquoi chacun de ces facteurs doit être évalué séparément et l'entraînement doit être adapté aux besoins individuels et aux possibilités du patient (voir figure 3). Lors de BPCO, des facteurs ventilatoires tels que l'hyperinflation (dynamique) sont fréquemment associés à la limitation de la capacité d'effort. C'est la raison pour laquelle, dans ces directives, il sera également question d'un certain nombre d'interventions (entraînement des muscles respiratoires, exercices respiratoires, ventilation non invasive) qui ont pour objectif de réduire le travail respiratoire et l'apparition d'une hyperinflation dynamique pendant l'effort. Ces interventions peuvent être appliquées durant l'entraînement en effort ou en tant que composante supplémentaire d'un programme d'entraînement.

D.1.1.1 Entraînement en endurance en vue de l'amélioration de la condition cardio-respiratoire

L'objectif de l'entraînement en endurance est l'amélioration de la capacité d'effort aérobie. On se base ici sur l'hypothèse selon laquelle une grande partie des tâches quotidiennes des patients atteints de BPCO exigent un effort aérobie. L'entraînement en endurance est le traitement le plus efficace pour accroître la capacité aérobie. Les effets de l'entraînement en endurance sur la capacité d'effort, la dyspnée et la qualité de vie ont été principalement étudiés chez les patients présentant une obstruction marquée des voies respiratoires (stade GOLD moyen de III). Comme la plupart des programmes de réadaptation proposent différentes combinaisons d'entraînement, d'éducation et d'assistance psychologique, il est difficile de procéder à une évaluation de la contribution relative de chacune des composantes individuelles à l'amélioration globale. Lors du développement de ces directives, nous avons séparé les effets de l'entraînement en endurance de ceux des autres interventions. Pour ce faire, nous nous sommes concentrés sur (1) les études qui ont comparé les effets de l'entraînement en endurance isolé à ceux de soins standard ou (2) les études qui ont

comparé les effets de l'entraînement en endurance en association avec des sessions éducatives à l'organisation de sessions éducatives uniquement.

Aperçu de la littérature

La plupart des études font état d'effets positifs reproductibles de l'entraînement en endurance sur la capacité d'effort par rapport à un traitement standard. Entre les différentes études, on constate toutefois une importante variabilité en ce qui concerne le degré d'amélioration de la capacité d'effort. Seules quelques études ont examiné les effets de l'entraînement en endurance sur d'autres paramètres tels que la dyspnée ou la qualité de vie. Deux de ces trois études ont mis en évidence des effets positifs de l'entraînement en endurance sur les symptômes de dyspnée durant l'effort par rapport à un traitement standard. Deux études ont démontré des modifications cliniquement significatives en termes de qualité de vie.^{133,170} Les études qui se sont intéressées aux effets de l'entraînement en endurance en association avec l'éducation ont rapporté dans la plupart des cas des résultats positifs par rapport à une intervention purement éducative.^{171,172} Une seule étude n'a rapporté aucun effet de l'entraînement en endurance. Cette étude randomisée et contrôlée portait sur les effets d'un programme d'entraînement à domicile parmi un groupe de patients fortement limités.¹⁷¹ Outre les résultats positifs mentionnés dans la plupart des études identifiées, il existe dans les directives internationales publiées un consensus en ce qui concerne les effets positifs sur divers paramètres de l'entraînement en endurance en tant que composante d'une réadaptation respiratoire pluridisciplinaire.^{7,173,174} Les effets positifs potentiels de l'entraînement en endurance ont déjà été décrits dans d'autres directives, revues et méta-analyses.^{6,175-178}

Le tableau 11 propose un aperçu des études portant sur les effets de l'entraînement en endurance lors de BPCO.

Tableau 11. Etudes portant sur les effets de l'entraînement en endurance chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention	Résultats	Classe de preuve
Booker, 1984 ¹⁷⁹	RCT (non en aveugle) n = 69	non spécifié	en ambulatoire 9 semaines MI	6MWT: 16 m	B PEDro: 4/10
Cockroft et al., 1981 ¹⁸⁰	RCT (en simple aveugle) n = 34	âge: 61 ans VEMS: 51% de la valeur attendue	en milieu hospitalier 6 semaines; 5/semaine MI + MS	6MWT: 39 m	A2 PEDro: 6/10
Hernandez et al., 2000 ¹⁷⁰	RCT (non en aveugle) n = 37	âge: 64 ans VEMS: 40% de la valeur attendue	à domicile 12 semaines; 6/semaine 60 min/séance MI (marche)	pas d'effet sur SWT CRDQ: 14 points	B PEDro: 4/10
Jones et al., 1985 ¹⁸¹	RCT (non en aveugle) n = 14	âge: 64 ans VEMS: 26% de la valeur attendue	à domicile 10 semaines; 7/semaine MI + MS	6MWT: - 20 m	B PEDro: 5/10
Lake et al., 1990 ¹⁸²	RCT (non en aveugle) n = 21	âge: 66 ans VEMS: 28% de la valeur attendue	en ambulatoire 8 semaines; 3/semaine 60 min/séance MI (marche) + MS	6MWT: 143 m	B PEDro: 5/10
Larson et al., 1999 ¹⁸³	RCT (en simple)	âge: 66 ans VEMS: 51% de la	à domicile 16 semaines;	différence SS pour SWT	B PEDro: 5/10

	aveugle) n = 26	valeur attendue	5/semaine 20 min/séance MI (vélo)		
Mc Gavin et al., 1977 ¹⁸⁴	RCT (non en aveugle) n = 24	âge: 59 ans VEMS: 36% de la valeur attendue	à domicile 12 semaines; 5/semaine MI (montée de marches)	6MWT: 120 m	B PEDro: 5/10
Troosters et al., 2000 ¹³³	RCT (non en aveugle) n = 70	âge: 66 ans VEMS: 42% de la valeur attendue	en ambulatoire 24 semaines; 3/semaine 90 min/séance MI + MS	6MWT: 52 m CRDQ: 14 points	B PEDro: 5/10

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie; MI = membre inférieur; MS = membre supérieur; 6MWT = test de marche de six minutes; SWT = test de marche en navette; CRDQ = Chronic Respiratory Disease Questionnaire ou questionnaire de maladie respiratoire chronique

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de l'entraînement en endurance comparés aux effets d'un traitement standard chez un groupe témoin

- Il est probable que les patients âgés atteints de BPCO (avec une moyenne d'âge de 65 ans) avec obstruction modérée à sévère des voies respiratoires (stade GOLD moyen = III; VEMS = 1,06 l; 44% de la valeur attendue) qui participent à des programmes de réadaptation consistant, outre le traitement standard (traitement médicamenteux), uniquement en un entraînement en endurance verront leur capacité d'effort s'améliorer (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: A2 (Cockcroft et al., 1981¹⁸⁰) et B (McGavin et al., 1977¹⁸⁴; Lake et al., 1990¹⁸²; Booker, 1984¹⁷⁹; Jones et al., 1985¹⁸¹ et Troosters et al., 2000¹³³).
- Il est probable que les patients atteints de BPCO présenteront moins de symptômes de dyspnée lors des épreuves d'effort après leur participation à des programmes de réadaptation consistant uniquement en un entraînement en endurance (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Larsson et al., 1999¹⁸³; McGavin et al., 1977¹⁸⁴ et Jones et al., 1985¹⁸¹).
- Il est probable que les patients constateront une amélioration de leur qualité de vie suite à leur participation à des programmes de réadaptation consistant uniquement en un entraînement en endurance (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Hernandez et al., 2000¹⁷⁰ et Troosters et al., 2000¹³³).
- Le groupe de travail est d'avis que les programmes de réadaptation consistant uniquement en un entraînement en endurance devraient s'avérer efficaces pour réduire les limitations dans les activités de la vie quotidienne, mais ce point n'a pas été directement étudié (niveau 4).
Qualité des articles trouvés: D (opinion du groupe de travail).

Autres considérations

Lorsque, dans ces directives, des études étaient menées en vue de déterminer les effets d'une réadaptation pluridisciplinaire (incluant l'entraînement en endurance) plutôt que de l'entraînement en endurance uniquement, les niveaux de preuve des études du premier type étaient généralement plus élevés que pour les études du second type.^{17,90,177,185,186} Les effets de l'entraînement en endurance sont extrêmement divergents. On considère généralement que les résultats des interventions d'entraînement sont influencés par des facteurs tels que la sévérité de la maladie et le contexte dans lequel se déroule l'entraînement (par exemple programme d'entraînement à domicile contre programmes ambulatoires et cliniques supervisés). Bien que les études incluses diffèrent de manière évidente en ce qui concerne la durée du programme, la fréquence des entraînements, leur intensité et la manière dont ils étaient proposés, aucun de ces facteurs ne semble être clairement associé à l'importance des effets observés. Il n'a pas non plus été possible d'établir un lien entre la qualité méthodologique et les progrès constatés après l'entraînement. La seule observation significative est que les études à petite échelle (n < 10) indiquaient des effets plus marqués que celles à plus grande

échelle. Cela pourrait être la conséquence de biais dans la publication ou d'une présélection des patients dans les études à petite échelle.

Un point à noter est que les critères d'inclusion des études mentionnées étaient surtout basés sur les symptômes plutôt que sur la limitation des activités ou les restrictions dans l'accomplissement des tâches quotidiennes. Ceci vaut pour la plupart des populations étudiées dans le domaine de la réadaptation respiratoire. Nous considérons que les auteurs ont inclus dans ces études des patients qui présentaient de nombreuses limitations à la participation aux activités quotidiennes. Les directives internationales recommandent une réadaptation respiratoire dès l'apparition des premières limitations à la participation aux tâches de tous les jours. Les directives de la *British Thoracic Society* évaluent également les candidats sur base des limitations dans les activités (y compris les patients avec un score MRC de dyspnée ≥ 3).^{173,174}

Le groupe de travail est d'avis que, dans le cadre du traitement des limitations dans les activités de la vie quotidienne, l'entraînement en endurance seul est efficace, mais ce point n'a pas été directement étudié.

Entraînement en endurance en vue de l'amélioration de la condition cardio-respiratoire

En ce qui concerne l'entraînement en endurance en vue de l'amélioration de la condition cardio-respiratoire, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Sur base des éléments probants qui précèdent et des autres considérations, l'entraînement en endurance est recommandé pour les patients atteints de BPCO à tous les stades de la maladie qui se trouvent confrontés à des limitations dans les activités de la vie quotidienne et la participation sociale liés à une moindre capacité d'effort. Si les aspects sociaux et psychologiques de la maladie ont un impact important sur leur qualité de vie, les patients doivent être renvoyés vers des programmes de réadaptation pluridisciplinaires.

D.1.1.2 Entraînement par intervalles

Les patients souffrant d'obstruction sévère des voies respiratoires peuvent souvent supporter des entraînements de forte intensité,¹⁸⁷ mais sont dans la majorité des cas incapables de poursuivre une telle intensité pendant suffisamment longtemps pour parvenir à une stimulation d'entraînement suffisante.¹⁸⁸ L'entraînement par intervalles est une stratégie qui a été développée pour les patients incapables de poursuivre suffisamment longtemps un entraînement en endurance à forte intensité. Au cours de l'entraînement par intervalles, le temps total d'entraînement est le même que lors de l'entraînement en endurance. Le temps total d'exercice au cours de l'entraînement par intervalles est réparti en blocs plus courts avec une intensité d'entraînement suffisante (par exemple 70 à 100% de la charge maximale atteinte durant une épreuve d'effort progressif). Ces blocs peuvent durer deux à trois minutes,¹⁷⁹ mais également 30 à 60 secondes.^{189,190} Outre l'intensité et la durée des entraînements, une conception adéquate du schéma d'entraînement et le rapport entre effort et repos constituent des facteurs importants susceptibles d'influencer les résultats de l'entraînement lors d'entraînement par intervalles.

Aperçu de la littérature

Toutes les études disponibles ont comparé l'efficacité de l'entraînement par intervalles à celle de l'entraînement en endurance. Au cours de l'entraînement par intervalles, les patients atteints de BPCO semblaient à même d'atteindre une forte intensité d'entraînement avec des scores symptomatiques relativement plus faibles.^{190,191} En outre, lors de la pratique de cette forme d'entraînement, on a signalé moins d'hyperinflation dynamique.^{192,193} Plusieurs essais randomisés et contrôlés ont fourni des preuves de l'efficacité de l'entraînement par intervalles chez les patients atteints de BPCO. Huit semaines d'entraînement par intervalles et d'entraînement en endurance ont mené dans les deux cas à une amélioration de la capacité d'effort chez des patients au stade GOLD III (VEMS moyen = 37% de la valeur attendue).¹⁸⁹ L'interprétation de ces résultats est toutefois compliquée par le fait que les patients du groupe d'entraînement par intervalles ont également suivi quelques séances d'entraînement en endurance. Lors d'une autre étude (VEMS = 45% de la valeur attendue) douze semaines d'entraînement en endurance à intensité modérée (50% de la charge maximale initiale) et d'entraînement par intervalles à forte intensité (100% de la charge maximale initiale) ont abouti à des modifications morphologiques et biochimiques équivalentes au niveau des muscles squelettiques et à des améliorations comparables de la capacité d'effort, de la dyspnée et de la qualité de vie. Les patients du groupe d'entraînement par intervalles ont présenté des scores de dyspnée plus faibles au

cours de l'entraînement.¹⁹⁰ Les modifications physiologiques observées au cours de cette étude étaient cependant faibles, vraisemblablement parce que la fréquence d'entraînement utilisée (deux séances par semaine) pour les deux groupes était insuffisante. Dans une étude récente de Puhan et al., douze à quinze séances d'entraînement par intervalles ou d'entraînement en endurance ont engendré une amélioration similaire de la qualité de vie en relation avec l'état de santé et de la capacité d'effort chez des patients souffrant d'obstruction importante des voies respiratoires (VEMS = 34% de la valeur attendue), mais l'entraînement par intervalles a été mieux toléré que l'entraînement en endurance.¹⁹⁴ Les limitations de cette étude étaient une durée trop courte des entraînements (trois semaines seulement) et le fait qu'un grand nombre de patients des deux groupes étaient en convalescence après une exacerbation aiguë. L'amélioration de la capacité d'effort qui a été constatée dans les deux groupes pourrait par conséquent être, au moins en partie, attribuable au processus naturel de guérison après une exacerbation aiguë. Il n'existe aucune étude ayant recherché des différences dans le rapport entre effort et repos, l'intensité ou la durée de l'entraînement par intervalles. Bien qu'il n'ait pas été démontré que l'entraînement par intervalles constitue une meilleure forme d'entraînement que l'entraînement en endurance, l'entraînement par intervalles constitue sans aucun doute une forme alternative appropriée d'entraînement chez les patients présentant une obstruction marquée des voies respiratoires. Le tableau 12 propose un aperçu des études portant sur les effets de l'entraînement par intervalles chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 12. Etudes portant sur les effets de l'entraînement par intervalles chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention	Résultats	Classe de preuve
Coppoolse et al., 1999 ¹⁸⁹	RCT (non en aveugle) n = 19	âge: 63 ans VEMS: 36% de la valeur attendue	clinique 8 semaines; 5/semaine 30 min/séance 90% de la charge maximale effort/repos = 1/2	améliorations comparables à celles obtenues avec l'entraînement en endurance	B PEDro: 4/10
Kaelin et al., 1997 ¹⁹⁵	RCT (non en aveugle) n = 13	âge: 71 ans VEMS: 37% de la valeur attendue	à domicile 10 semaines; 7/semaine 30 min/séance intensité non spécifiée effort/repos = 1/2	améliorations comparables à celles obtenues avec l'entraînement en endurance	B
Puhan et al., 2006 ¹⁹⁴	RCT (en simple aveugle) n = 94	âge: 69 ans VEMS: 35% de la valeur attendue	ambulatoire 3 semaines; 5/semaine 20 min/séance 100% de la charge maximale effort/repos = 1/2	améliorations comparables à celles obtenues avec l'entraînement en endurance	A2 PEDro: 8/10
Vogiatzis et al., 2002 ¹⁹⁶	RCT (en simple aveugle) n = 36	âge: 67 ans VEMS: 45% de la valeur attendue	ambulatoire 12 semaines; 2/semaine 40 min/séance 100% de la charge maximale effort/repos = 1/1	améliorations comparables à celles obtenues avec l'entraînement en endurance	B PEDro: 5/10

Vogiatzis et al., 2005 ¹⁹¹	RCT (non en aveugle) n = 19	âge: 64 ans VEMS: 44% de la valeur attendue	ambulatoire 10 semaines; 3/semaine 45 min/séance 100% de la charge maximale effort/repos = 1/1	améliorations comparables à celles obtenues avec l'entraînement en endurance	B PEDro: 6/10
---------------------------------------	--------------------------------	--	---	--	------------------

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de l'entraînement par intervalles comparés aux effets de l'entraînement en endurance

- Il est probable que les effets de l'entraînement par intervalles sont comparables à ceux de l'entraînement en endurance (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: A2 (Puhan et al., 2006¹⁹⁴) et B (Coppoolse et al., 1999¹⁸⁹; Vogiatzis et al., 2002¹⁹⁶ et Vogiatzis et al., 2005¹⁹¹).
- Il est probable que l'entraînement par intervalles engendre moins de symptômes de dyspnée et de fatigue des jambes que l'entraînement en endurance (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Vogiatzis et al., 2005¹⁹¹ et Vogiatzis et al., 2002¹⁹⁰).
- Il existe des indications de ce que l'entraînement par intervalles est mieux toléré que l'entraînement en endurance de forte intensité (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: A2 (Puhan et al., 2006¹⁹⁴).

Autres considérations

L'entraînement en endurance n'est souvent pas toléré par les patients présentant une obstruction marquée des voies respiratoires. L'entraînement par intervalles constitue alors une alternative valable parce que cette forme d'entraînement engendre moins de dyspnée et est par conséquent mieux tolérée (voir figure 3). Outre son efficacité chez les patients atteints de BPCO, il est également démontré que l'entraînement par intervalles représente une forme d'entraînement appropriée chez les patients souffrant d'insuffisance cardiaque chronique.¹⁹⁷ Chez les personnes en bonne santé également, cette méthode semble générer une amélioration de la capacité aérobie.¹⁹⁸⁻²⁰⁰ Les effets de l'entraînement par intervalles chez des patients incapables de pratiquer un entraînement en endurance n'ont pas encore été étudiés. Il n'existe pas de consensus quant à l'intensité optimale et au rapport entre effort et repos lors d'entraînement par intervalles.

Entraînement par intervalles

En ce qui concerne l'entraînement par intervalles, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Sur base des éléments probants qui précèdent et des autres considérations, l'entraînement par intervalles constitue une alternative à l'entraînement en endurance, principalement chez les patients qui ne sont pas à même de fournir un effort continu pendant une période prolongée. Les études cliniques décrites plus haut portaient sur des blocs d'entraînement de 30 à 60 secondes à 90 à 100 pour cent de la charge maximale atteinte au cours d'une épreuve d'effort progressif sur un cycloergomètre avec un rapport entre effort et repos de un sur deux. Des blocs d'entraînement de deux à trois minutes à plus faible intensité (70% de la charge maximale) avec un rapport entre effort et repos de deux sur un ont également été décrits.^{179,201} En raison de l'absence d'études comparatives, il n'est pas possible de conclure à la supériorité de l'une de ces deux formes d'entraînement par rapport à l'autre. Dans la mesure où la quantité totale de l'entraînement par intervalles et de l'entraînement en endurance est égale, le thérapeute peut choisir individuellement le protocole qui lui semble le mieux adapté à son patient.

D.1.1.3 Entraînement contre résistance

Le dysfonctionnement et la faiblesse des muscles périphériques sont des formes de comorbidité très fréquentes lors de BPCO et qui contribuent à une moindre tolérance à l'effort et à une plus forte intensité des symptômes.^{82,202} On considère que l'entraînement contre résistance est susceptible d'influencer de manière positive le dysfonctionnement des muscles périphériques et, de cette manière,

de réduire la consommation médicale des patients atteints de BPCO.⁶ Tant chez les personnes âgées en bonne santé que chez les patients souffrant d'insuffisance cardiaque chronique, l'entraînement contre résistance semble avoir un effet positif sur les limitations dans les activités de la vie quotidienne.²⁰³ Le but de l'entraînement contre résistance chez les personnes âgées est surtout le maintien (et éventuellement l'augmentation) de la masse osseuse et musculaire, de la force et de l'endurance musculaire dans l'espoir d'améliorer l'état de santé général et la condition physique. En pratique, on réalise deux à trois séries de huit à quinze répétitions (à intensité modérée) à une fréquence d'au moins deux fois par semaine.

Aperçu de la littérature

Plusieurs chercheurs ont étudié en détail les effets de l'entraînement contre résistance chez les patients atteints de BPCO.^{131,161,204-213} Toutes les études ayant utilisé l'entraînement contre résistance comme unique intervention ont fait état d'une amélioration de la force musculaire.^{131,161,205,207-209,213,214}

Outre cette amélioration de la force musculaire, l'entraînement contre résistance a également augmenté la distance de marche parcourue en six minutes (de 70 à 79 mètres) chez des patients âgés présentant une perte de condition physique très marquée.^{207,213} Les études portant sur des patients avec une limitation modérée de la capacité d'effort fonctionnelle ont constaté une plus faible amélioration (de 8 à 60 mètres) de la distance de marche parcourue en six minutes à la fin de l'entraînement contre résistance.^{131,209,213} Une seule étude a fait mention d'une modification de la capacité d'effort maximale (charge maximale) après l'entraînement contre résistance.²⁰⁷ Sur base des résultats trouvés, on peut supposer que les patients fortement affaiblis sont ceux qui tireront le plus de profit d'un entraînement contre résistance et qui présenteront la plus forte augmentation de la capacité aérobie.

Les études comparatives entre entraînement en endurance et entraînement contre résistance permettent de conclure que l'entraînement contre résistance engendre une augmentation plus marquée de la force musculaire, tandis que l'entraînement en endurance mène à une amélioration plus importante de la capacité aérobie.^{131,205,207,213,214} Ces observations ne sont guère surprenantes, vu la spécificité de ces deux formes d'entraînement. En ce qui concerne les effets sur la qualité de vie en relation avec l'état de santé, on n'a pas retrouvé de différences cliniquement significatives.

On recourt souvent à une combinaison d'entraînement en endurance et d'entraînement contre résistance. Sept articles ont rapporté les résultats de huit essais randomisés et contrôlés ayant comparé l'entraînement en endurance seul à une association d'entraînement en endurance et d'entraînement contre résistance.^{204-206,210-213} La plupart des études ont permis de constater une amélioration de la force musculaire plus marquée parmi les groupes ayant suivi une combinaison d'entraînement contre résistance et d'entraînement en endurance. Dans aucune de ces études, cependant, il n'a été fait mention de la moindre différence en termes de qualité de vie en relation avec l'état de santé ou de capacité d'effort fonctionnelle et maximale.

Le tableau 13 propose un aperçu des études portant sur les effets de l'entraînement contre résistance chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 13. Etudes portant sur les effets de l'entraînement contre résistance chez les patients atteints de BPCO

Tableau 13.1 Entraînement contre résistance comparé à un groupe témoin

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention	Résultats	Classe de preuve
Casaburi et al., 2004 ²⁰⁸	RCT (non en aveugle) n = 24	âge: 69 ans VEMS: 40% de la valeur attendue	10 semaines; 3/semaine MI 60 à 80% de 1RM	amélioration du maximum pour une répétition et de la fatigue du quadriceps	B PEDro: 5/10
Clark et al., 2000 ¹⁶⁰	RCT (non en aveugle) n = 43	âge: 49 ans VEMS: 77% de la valeur attendue	à domicile 12 semaines; 7/semaine 30 min/séance MI + MS	amélioration de la fonction musculaire isocinétique	B PEDro: 3/10

			calisthénie de faible intensité		
Ries et al., 1988 ²¹¹	RCT (non en aveugle) n = 28	âge: non spécifié VEMS: 46% de la valeur attendue	6 semaines 15-30 min/séance MS calisthénie et FNP	amélioration des tests fonctionnels spécifiques pour le membre supérieur	B PEDro: 4/10
Simpson et al., 1992 ¹³¹	RCT (en simple aveugle) n = 28	âge: 73 ans VEMS: 40% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 50 à 85% de 1RM	amélioration de la force du quadriceps amélioration de 1RM 6MWD: 30 m (9%) DMCS pour le score CRDQ	B PEDro: 6/10

Tableau 13.2 Entraînement contre résistance comparé à l'entraînement en endurance

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention	Résultats	Classe de preuve
Normandin et al., 2002 ²¹⁴	RCT (non en aveugle) n = 40	âge: 67 ans VEMS: 56% de la valeur attendue	8 semaines; 2/semaine MS calisthénie de faible intensité	amélioration de l'endurance du MS amélioration du score CRDQ, comparable à celle obtenue avec EE (DMCS)	B PEDro: 3/10
Ortega et al., 2002 ²⁰⁵	RCT (non en aveugle) n = 33	âge: 66 ans VEMS: 40% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 70 à 85% de 1RM	amélioration de la force musculaire amélioration de la capacité d'effort, moins qu'avec EE amélioration du score CRDQ, comparable à celle obtenue avec EE	B PEDro: 5/10
Spruit et al., 2002 ²¹⁵	RCT (en simple aveugle) n = 30	âge: 64 ans VEMS: 38% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 70% de 1RM	amélioration de la force musculaire isométrique amélioration de la capacité d'effort, comparable à celle obtenue avec EE (6MWT = DMCS) amélioration du score CRDQ, comparable à celle obtenue avec EE (DMCS)	B PEDro: 6/10
Wurtemberger et Bastian, 2001 ²¹³	RCT (non en aveugle) n = 27	âge: 67 ans VEMS: 64% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 40% de 1RM	amélioration de 1RM amélioration de la capacité d'effort, moins qu'avec EE	B PEDro: non disponible

Wurtemberger et Bastian, 2001 ²¹³	RCT (non en aveugle) n = 22	âge: 65 ans VEMS: 40% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 40% de 1RM	amélioration de 1RM amélioration de la capacité d'effort, comparable à celle obtenue avec EE	B PEDro: non disponible
--	-----------------------------------	---	--	--	-------------------------------

Tableau 13.3 Association de l'entraînement contre résistance et de l'entraînement en endurance comparée à l'entraînement en endurance

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention	Résultats	Classe de preuve
Bernard et al., 1999 ²⁰⁴	RCT (en simple aveugle) n = 36	âge: 64 ans VEMS: 45% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 60 à 80% de 1RM	amélioration de la force musculaire périphérique et du diamètre des muscles amélioration de la capacité d'effort et du score CRDQ, comparable à celles obtenues avec EE (DMCS)	B PEDro: 5/10
Mador et al., 2004 ²¹⁰	RCT (en simple aveugle) n = 24	âge: 74 ans VEMS: 44% de la valeur attendue	8 semaines; 3/semaine MI + MS 60% de 1RM	amélioration de la force musculaire périphérique amélioration de la capacité d'effort et du score CRDQ (DMCS), comparable à celles obtenues avec EE	B PEDro: 6/10
Ortega et al., 2002 ²⁰⁵	RCT (non en aveugle) n = 33	âge: 60 ans VEMS: 33% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 70 à 85% de 1RM	amélioration de la force musculaire périphérique amélioration du score CRDQ et de l'endurance, comparables à celles obtenues avec EE	B PEDro: 5/10
Wurtemberger et Bastian, 2001 ²¹³	RCT (non en aveugle) n = 27	âge: 61 ans VEMS: 64% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 40% de 1RM	amélioration de la force musculaire périphérique amélioration de la capacité d'effort, comparable à celle obtenue avec EE	B PEDro: non disponible
Wurtemberger et Bastian, 2001 ²¹³	RCT (non en aveugle) n = 22	âge: 65 ans VEMS: 40% de la valeur attendue	12 semaines; 3/semaine MI + MS 40% de 1RM	amélioration de la force musculaire périphérique amélioration de la capacité d'effort, comparable à celle obtenue avec EE	B PEDro: non disponible

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; EE = entraînement en endurance; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; MI = membre inférieur; MS = membre supérieur; FNP

= *facilitation neuromusculaire proprioceptive*; *DMCS* = *différence minimale cliniquement significative*;
1RM = *maximum pour une répétition*

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de l'entraînement contre résistance comparés aux effets d'un traitement standard chez un groupe témoin

- Il est probable que l'entraînement contre résistance améliore la force musculaire chez les patients atteints de BPCO (niveau 2).
 Qualité des articles trouvés: B (Clark et al., 2000¹⁶⁰; Simpson et al., 1992¹³¹; Casaburi et al., 2004²⁰⁸ et Ries et al., 1988²¹¹).
- Il existe des indications de ce que l'entraînement contre résistance contribue à améliorer la capacité d'effort fonctionnelle chez les patients atteints de BPCO (niveau 3).
 Qualité des articles trouvés: B (Simpson et al., 1992¹³¹).

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de l'entraînement contre résistance comparés aux effets de l'entraînement en endurance

- Il est probable que l'entraînement contre résistance engendre une plus forte augmentation de la force musculaire que l'entraînement en endurance (niveau 2).
 Qualité des articles trouvés: B (Ortega et al., 2002²⁰⁵; Normandin et al., 2002²¹⁴; Wurtemberger et Bastian, 2001²¹³ et Spruit et al., 2002²⁰⁷).
- Il est probable que les effets de l'entraînement contre résistance sur la dyspnée et la qualité de vie sont comparables à ceux de l'entraînement en endurance (niveau 2).
 Qualité des articles trouvés: B (Ortega et al., 2002²⁰⁵; Spruit et al., 2002²⁰⁷; Normandin et al., 2002²¹⁴ et Wurtemberger et Bastian, 2001²¹³).

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets d'une association d'entraînement contre résistance et d'entraînement en endurance comparés à ceux de l'entraînement en endurance uniquement

- Il est probable que l'ajout de l'entraînement contre résistance à l'entraînement en endurance résulte en une amélioration plus importante de la force musculaire (niveau 2).
 Qualité des articles trouvés: A2 (Bernard et al., 1999²⁰⁴) et B (Mador et al., 2004²¹⁰; Ortega et al., 2002²⁰⁵ et Wurtemberger et Bastian, 2001²¹³).
- Il est probable que l'ajout de l'entraînement contre résistance à l'entraînement en endurance ne résulte pas en une augmentation de la capacité d'effort fonctionnelle et de la qualité de vie en relation avec l'état de santé (niveau 2).
 Qualité des articles trouvés: A2 (Bernard et al., 1999²⁰⁴) et B (Mador et al., 2004²¹⁰; Ortega et al., 2002²⁰⁵ et Wurtemberger et Bastian, 2001²¹³).

Autres considérations

L'entraînement contre résistance peut être recommandé chez les patients atteints de faiblesse musculaire périphérique. Comme la fonction musculaire périphérique est souvent compromise même chez les patients ne présentant qu'une obstruction légère à modérée des voies respiratoires, il semble utile d'ajouter cette forme d'entraînement au traitement des patients atteints de BPCO (voir figure 3). Toutes les études qui se sont intéressées à l'entraînement contre résistance en tant que seul traitement ont permis de constater une augmentation de la force musculaire. La capacité d'effort fonctionnelle a également augmenté chez les patients qui avaient suivi uniquement un programme d'entraînement contre résistance. Ces effets sur l'endurance sont confirmés par la présence d'adaptations musculaires chez les personnes âgées. Contrairement à ce que l'on observe chez des sujets jeunes, il a été démontré que chez les personnes âgées, l'entraînement contre résistance engendre une amélioration des propriétés oxydatives des muscles.²¹⁶ Comme la masse musculaire active lors d'entraînement contre résistance est moins importante que lors d'entraînement en endurance, les besoins métaboliques et, par conséquent, la charge ventilatoire associée à l'entraînement sont plus faibles.²¹⁷ Dès lors, les patients présentant une obstruction sévère des voies respiratoires peuvent imposer une charge locale importante à des muscles spécifiques. De cette manière l'entraînement contre résistance est surtout une méthode d'entraînement appropriée pour les patients qui présentent une faiblesse musculaire marquée et qui, dans un premier temps, sont limités durant l'effort par des problèmes ventilatoires (voir figure 3). Cette forme d'entraînement peut également s'utiliser en tant que composante d'un programme d'entraînement chez les patients en convalescence après une exacerbation aiguë.

Les observations faites chez des patients présentant une atteinte des artères coronaires ont démontré des effets additifs d'une combinaison d'entraînement contre résistance et d'entraînement en

endurance sur l'endurance.²¹⁸ Ces observations n'ont pas pu être confirmées dans les études décrivant des interventions combinées chez des patients atteints de BPCO. L'entraînement contre résistance ne semblait pas avoir d'effets additifs sur l'endurance lorsque cette forme d'entraînement était associée à un entraînement en endurance.

Pour obtenir des effets additifs en termes de qualité de vie, il est vraisemblablement indispensable de proposer un programme d'entraînement contre résistance personnalisé en rapport avec les principales activités de la vie quotidienne. Il est en outre évident que l'entraînement contre résistance ne produira une amélioration de la réalisation fonctionnelle des activités de la vie quotidienne que si la faiblesse musculaire périphérique est liée aux limitations fonctionnelles. Il est possible qu'il existe une valeur seuil au-dessous de laquelle la faiblesse musculaire est associée à une détérioration progressive des performances fonctionnelles.⁸⁹ Inversement, une augmentation de la force musculaire au-delà de cette valeur seuil n'aboutira qu'à des effets minimes sur la réalisation des activités de la vie quotidienne. On n'a pas encore étudié quel type d'entraînement contre résistance (calisthénie, entraînement avec des poids, entraînement isométrique ou entraînement cinétique) est le mieux adapté aux patients atteints de BPCO. Chaque méthode aboutit à un gain de force qui est totalement spécifique du type d'entraînement.

Contrairement à l'entraînement en effort, il n'est pas utile de pratiquer l'entraînement contre résistance plus de trois fois par semaine.²¹⁹ Il n'y a cependant eu jusqu'à présent aucune étude qui ait tenté de déterminer la fréquence optimale de l'entraînement contre résistance chez les patients atteints de BPCO. On sait par les études réalisées chez des personnes en bonne santé que la récupération musculaire entre les séances d'entraînement est mise en péril si les mêmes muscles sont entraînés presque quotidiennement. Une récupération musculaire insuffisante ralentit la progression des adaptations neuromusculaires et des adaptations structurelles des muscles et le développement de la force. Des entraînements à une fréquence de quatre ou cinq fois par semaine pourraient dès lors se traduire par une moindre augmentation de la force musculaire.

Entraînement contre résistance

En ce qui concerne l'entraînement contre résistance, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Sur base des éléments probants qui précèdent et des autres considérations, l'entraînement contre résistance en complément à l'entraînement en endurance ou à l'entraînement par intervalles est recommandé chez tous les patients. Une telle intervention est plus particulièrement conseillée chez les patients présentant une perte de force musculaire. On peut recourir à l'entraînement contre résistance combiné à l'entraînement par intervalles en tant que stratégie d'entraînement chez les patients qui sont fortement limités dans la pratique de l'entraînement en endurance en raison de limitations ventilatoires (voir figure 3). En raison de l'absence d'études comparatives, il est recommandé de proposer un entraînement contre résistance à la fois des membres supérieurs et inférieurs à une intensité d'au moins 60 à 80 pour cent du maximum pour une répétition. Le groupe de travail est d'avis que, pour chaque groupe musculaire, deux à trois séries de huit à douze répétitions avec une fréquence d'entraînement de deux à trois fois par semaine constitue un programme raisonnable.

D.1.1.4 Electrostimulation neuromusculaire (ESNM)

Lors d'électrostimulation neuromusculaire (ESNM), on utilise des courants électriques de faible intensité pour stimuler spécifiquement certains groupes musculaires. Cette stratégie d'entraînement pourrait surtout s'avérer utile chez des patients très fortement limités, qui sont dans l'incapacité de participer à un programme de réadaptation ou chez des patients alités qui sont en convalescence après une exacerbation aiguë. L'efficacité d'une intervention combinée associant l'électrostimulation neuromusculaire à une stratégie d'entraînement couramment utilisée n'a pas encore été étudiée. On ne sait pas non plus de manière claire si cette technique pourrait être utile en tant qu'alternative à l'approche d'entraînement classique chez des patients atteints de BPCO qui sont moins gravement limités.

Aperçu de la littérature

Deux études ont évalué les effets d'un programme d'électrostimulation neuromusculaire d'une durée de six semaines chez des patients atteints de BPCO stables présentant une faiblesse musculaire importante et ces résultats ont été comparés à un groupe témoin.^{220,221} Les deux études ont démontré une amélioration significative de la force musculaire après électrostimulation neuromusculaire

transcutanée des membres inférieurs. Neder et al.²²¹ ont également décrit une augmentation de la consommation maximale d'oxygène et une augmentation de la durée d'endurance lors d'une épreuve d'effort à charge constante. Bourjeily-Habr et al.²²⁰ ont observé une amélioration de la distance de marche lors d'un test de marche en navette. Deux autres études ont examiné chez des patients atteints de BPCO gravement limités les effets de l'électrostimulation neuromusculaire en association avec une thérapie recourant à des exercices actifs des membres inférieurs comparés à ceux d'une thérapie recourant à des exercices actifs uniquement.^{222,223} Zanotti et al.²²² ont observé chez des patients atteints de BPCO hospitalisés en unité de soins intensifs une récupération fonctionnelle plus rapide parmi ceux à qui l'on avait appliqué l'électrostimulation neuromusculaire. Vivodtzev et al.²²³ ont décrit que la combinaison de l'électrostimulation neuromusculaire et d'un entraînement était associée à une progression plus marquée de la force du quadriceps que l'entraînement seul. Le tableau 14 propose un aperçu des études portant sur les effets de l'électrostimulation neuromusculaire chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 14. Etudes portant sur les effets de l'électrostimulation neuromusculaire (ESNM) chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention	Résultats	Classe de preuve
Bourjeily-Habr et al., 2002 ²²⁰	RCT (en double aveugle) n = 18	âge: 60 ans VEMS: 38% de la valeur attendue	ambulatoire 6 semaines; 3/semaine 20 min/séance Intensité: 55 à 120 mA	amélioration de la FQ (39% contre 9%), de la FTJ (34% contre 3%) et du SWT (36,1% contre 1,6%) respectivement pour le groupe d'intervention et le groupe placebo	B PEDro: 7/10
Neder et al., 2002 ²²¹	RCT (non en aveugle) n = 15	âge: 67 ans VEMS: 38% de la valeur attendue	à domicile 6 semaines; 5/semaine 15-30 min/séance intensité: 10 à 100 mA	amélioration de la FQ isocinétique (+ 42%), de l'endurance et du domaine 'dyspnée' du SGRQ	B PEDro: 7/10
Vivodtzev et al., 2006 ²²³	RCT (non en aveugle) n = 17	âge: 59 ans VEMS: 30% de la valeur attendue	ambulatoire 4 semaines; 4/semaine 30 min/séance intensité: 20 à 50 mA E + ESNM contre E seul	amélioration du nombre de CMV	B PEDro: non disponible
Zanotti et al., 2003 ²²²	RCT (non en aveugle) n = 24	âge: 66 ans VEMS: non spécifié patients alités sous ventilation artificielle	clinique 4 semaines; 5/semaine 30 min/séance intensité maximale tolérée ESNM + MA contre MA seul	amélioration significative de la force musculaire périphérique comparé à la MA	B PEDro: 4/10

RCT = randomized clinical trial ou essai clinique randomisé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; E = entraînement; MA = mobilisation active; FQ = force du quadriceps; FTJ = force du tendon du jarret; CMV = contraction maximale volontaire; SWT = test de marche en navette; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de l'électrostimulation neuromusculaire comparés aux effets d'un traitement standard chez un groupe témoin

- Il est probable que l'électrostimulation neuromusculaire est susceptible d'améliorer la force musculaire et la capacité d'effort chez les patients présentant une obstruction sévère des voies respiratoires recevant un traitement médical standard (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Bourjeily-Habr et al., 2002²²⁰ et Neder et al., 2002²²¹).

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets d'une thérapie recourant à des exercices actifs et à un entraînement en association avec l'électrostimulation neuromusculaire comparés à ceux d'une thérapie recourant à des exercices actifs et à un entraînement uniquement

- Il est probable que l'électrostimulation neuromusculaire en complément à une thérapie recourant à des exercices actifs et à un entraînement des membres inférieurs a des effets supplémentaires sur la force musculaire et la capacité d'effort chez des patients atteints gravement limités (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Zanotti et al., 2003²²² et Vivodtzev et al., 2006²²³).

Autres considérations

Ces études, qui portaient sur des patients très fortement limités, plaident en faveur du recours à l'électrostimulation neuromusculaire utilisée comme une forme d'entraînement en force des muscles. D'autres études devront déterminer l'efficacité de l'électrostimulation neuromusculaire en association avec d'autres interventions chez des patients présentant des limitations moins sévères. L'électrostimulation neuromusculaire devrait être comparée à l'entraînement en endurance et à l'entraînement contre résistance chez des patients candidats à un programme de réadaptation. Chez des patients souffrant d'insuffisance cardiaque chronique, plusieurs études de ce type ont déjà eu lieu. Dans une de ces études, les effets positifs après électrostimulation neuromusculaire ont été comparables à ceux observés après entraînement sur bicyclette.²²⁴ Chez un groupe de patients souffrant d'insuffisance cardiaque chronique sévère, la stimulation musculaire à basse fréquence pendant quatre heures par jour a engendré des améliorations significatives de la charge de travail maximale, de la consommation d'oxygène lors de l'attente du seuil anaérobie et de la distance de marche parcourue en six minutes.²²⁵ Cette étude a également décrit des modifications de l'activité enzymatique et de la composition des muscles après stimulation électrique. Sur base de ces résultats, il est indiqué d'entreprendre dans le futur des études visant à examiner de manière plus approfondie les effets potentiels de la stimulation musculaire à basse fréquence chez des patients atteints de BPCO.

Électrostimulation neuromusculaire (ESNM)

En ce qui concerne l'électrostimulation neuromusculaire (ESNM), le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

L'électrostimulation neuromusculaire est recommandée chez les patients présentant une réduction importante de la force musculaire et ne pouvant pas participer à des programmes d'entraînement physique classiques (voir figure 3). Il est probable que cette électrostimulation neuromusculaire engendre une amélioration de la force musculaire et de la capacité d'effort. La technique est en outre généralement bien tolérée, est relativement peu coûteuse et peut être appliquée à domicile. Des études supplémentaires sont nécessaires pour déterminer la valeur de l'électrostimulation neuromusculaire en tant qu'élément supplémentaire au cours d'un programme d'entraînement classique ou en tant que stratégie d'entraînement alternative chez des patients atteints de BPCO légère à modérée.

D.1.1.5 Entraînement des membres supérieurs

La fonction musculaire des membres supérieurs revêt une extrême importance pour la réalisation d'un grand nombre de tâches quotidiennes. La force et la capacité d'endurance de ces muscles sont souvent réduites chez les patients atteints de BPCO.²²⁶ Certains muscles sont en outre soumis à une charge supplémentaire en raison de leur rôle en tant que muscles respiratoires auxiliaires.^{227,228}

Aperçu de la littérature

L'entraînement des muscles des membres supérieurs chez les patients atteints de BPCO engendre une augmentation de la force musculaire^{182,229} et une réduction des symptômes de dyspnée et de fatigue au cours de la réalisation d'activités utilisant les membres supérieurs.^{211,230} Une étude a montré que des exercices en chaîne ouverte (par exemple avec des poids non attachés) sont plus efficaces que des exercices en chaîne fermée (par exemple ergométrie des bras).²³¹ Les effets additifs de l'entraînement contre résistance des membres supérieurs sur la qualité de vie si l'on ajoute des exercices à un programme d'entraînement en endurance des membres inférieurs sont contradictoires.^{182,232}

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets de l'entraînement des membres supérieurs à ceux d'interventions témoins

- Il est probable que l'entraînement des membres supérieurs engendre une augmentation de la capacité d'effort des membres supérieurs chez les patients atteints de BPCO (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Lake et al., 1990¹⁸²; Ries et al., 1988²¹¹; Bauldoff et al., 1996²³⁰ et Epstein et al., 1997²²⁹).

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets d'exercices en chaîne ouverts ou fermés faisant travailler les membres supérieurs

- Il existe des indications de ce que l'exercice des membres supérieurs en chaîne ouverte a un effet plus marqué sur la capacité d'effort des membres supérieurs que l'exercice en chaîne fermée (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Martinez et al., 1993²³¹).

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets de l'entraînement des membres supérieurs et inférieurs à ceux de l'entraînement des membres inférieurs uniquement

- Il est probable que l'ajout d'exercices faisant travailler les membres supérieurs à un programme d'entraînement en endurance des membres inférieurs résulte en une amélioration de la capacité d'effort de de membres supérieurs (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Lake et al., 1990¹⁸² et Holland et al., 2004²³²).
- Les résultats en ce qui concerne l'amélioration de la qualité de vie lors d'ajout d'un entraînement des membres supérieurs à un programme d'entraînement sont contradictoires (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Lake et al., 1990(+)¹⁸² et Holland et al. 2004(-)²³²).

Autres considérations

L'entraînement des membres supérieurs semble surtout utile chez les patients présentant une perte de force musculaire au niveau des membres supérieurs. On n'a cependant pas encore apporté de preuve convaincante de ses effets positifs sur le fonctionnement quotidien. Comme pour les autres formes d'entraînement contre résistance, on ne peut s'attendre à un gain fonctionnel que si les limitations dans la réalisation des tâches de la vie quotidienne sont liées à une perte de force ou à une perte d'endurance des muscles des membres supérieurs. De ce point de vue, il serait utile de disposer d'un instrument permettant le dépistage des patients pour les limitations fonctionnelles associées à un dysfonctionnement des muscles des membres supérieurs. Il serait ainsi possible d'identifier les patients vraisemblablement susceptibles de tirer le maximum de profit de cette forme d'entraînement. Il n'existe à l'heure actuelle aucun test d'endurance des membres supérieurs fiable et valide qui reproduise de manière adéquate les activités de la vie quotidienne.²³²

Comme les activités quotidiennes consistent le plus souvent à soulever des objets non fixés, on peut supposer que des exercices en chaîne ouverte se rapprochent davantage des besoins quotidiens des patients que des exercices en chaîne fermée contre une résistance fixe (par exemple ergométrie des bras).²³¹ Il n'y a eu jusqu'à présent aucune étude visant à mettre au point un mode d'entraînement optimal pour l'entraînement des membres supérieurs. La plupart des études ont utilisé une association d'entraînement contre résistance et d'entraînement en endurance en mettant l'accent sur la composante force.

Entraînement des membres supérieurs

En ce qui concerne l'entraînement des membres supérieurs, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

L'entraînement des membres supérieurs est recommandé en tant que stratégie d'entraînement supplémentaire chez les patients qui présentent une perte de force musculaire des membres supérieurs et qui sont confrontés suite à cela à des limitations dans les activités quotidiennes nécessitant l'usage des bras. Comme pour les autres formes d'entraînement contre résistance, on ne peut s'attendre à des effets fonctionnels que chez les patients qui sont confrontés à des limitations importantes dans les activités de la vie quotidienne liées à la réduction de la force musculaire ou de la capacité d'endurance musculaire. Il n'y a toutefois eu jusqu'à présent aucune étude visant à déterminer la forme d'entraînement optimale. La plupart des études ont utilisé une association d'entraînement contre résistance et d'entraînement en endurance en mettant l'accent sur la composante force.

D.1.2 Intensité de l'entraînement en effort

La détermination de l'intensité optimale de l'entraînement est un sujet controversé. On considère généralement qu'une intensité minimale est nécessaire pour obtenir des effets de l'entraînement,¹¹⁶ mais il n'existe pas de consensus quant à la manière de déterminer l'intensité appropriée, surtout chez des patients dont la capacité d'effort est réduite.¹¹⁷ Habituellement, l'effet d'un programme d'entraînement est déterminé par le volume total de l'entraînement (durée du programme x temps d'entraînement x fréquence des entraînements).¹¹⁶ L'*American College of Sports Medicine* (ACSM) a récemment publié des recommandations sur la quantité et l'intensité d'entraînement nécessaire pour améliorer l'état de santé plutôt que la condition physique.¹¹⁶ L'ACSM a également publié des directives spécifiques pour les personnes âgées.¹¹⁷ Dans ses directives concernant les adultes, cette association recommande un entraînement modérément intensif et de plus longue durée, à savoir 50 à 60 pour cent de la charge maximale ou un score de fatigue de 4 à 5 sur une échelle de Borg allant de 0 à 10. Un entraînement à plus forte intensité a des effets plus marqués sur la capacité d'effort fonctionnelle, mais est associé à un risque cardio-vasculaire plus important,^{116,118} à une moins bonne observance du traitement et à un risque accru de lésions orthopédiques.¹¹⁶

Aperçu de la littérature

Au début d'un programme d'entraînement, seule une minorité de patients atteints de BPCO sont capables de s'entraîner à une intensité supérieure à 70 pour cent de la charge maximale.^{67,233,234} Il a été démontré que les patients qui se sont entraînés à forte intensité présentent des effets physiologiques plus marqués que ceux qui se sont entraînés à plus faible intensité, cela pour un même volume d'entraînement.²³⁵ Deux autres études ayant comparé l'entraînement à forte intensité respectivement à l'entraînement par la marche avec rapport par le patient ou à des exercices de gymnastique classiques ont également constaté des améliorations physiologiques plus marquées parmi le groupe qui s'était entraîné à forte intensité.^{214,236} Même après un entraînement à intensité modérée (50 à 60% de la charge maximale), on a cependant démontré une nette amélioration de la capacité d'effort, des symptômes de dyspnée et de la qualité de vie.^{171,214,236-239} En outre, l'amélioration physiologique plus marquée après un entraînement à forte intensité ne se traduisait pas par des modifications de la qualité de vie en relation avec l'état de santé.^{214,236} Il est généralement admis qu'une réduction de l'intensité de l'entraînement peut être compensée par une durée plus prolongée de celui-ci.^{116,117} La littérature récente suggère que les effets en relation avec l'état de santé dépendent de la stimulation d'entraînement spécifique. Alors que l'amélioration de la capacité maximale aérobie et anaérobie semble dépendre davantage de l'intensité plutôt que de la durée de l'entraînement, les facteurs de risque cardio-vasculaires pourraient être davantage influencés par la durée que par l'intensité de l'entraînement.²⁴⁰

La comparaison des études portant sur des patients atteints de BPCO est rendue difficile par le manque de standardisation au niveau des protocoles de test, des procédures d'entraînement, de la conception des études et de la description tant de la quantité que de la qualité de l'entraînement effectué.²⁴¹ En outre, l'amélioration de la charge maximale au cours d'un programme d'entraînement n'est souvent pas prise en compte dans la détermination de l'intensité de l'entraînement. Il est important de suivre cette amélioration afin de maintenir constante l'intensité relative de l'entraînement. Dans la pratique quotidienne, il n'est toutefois pas possible de déterminer l'intensité relative sur base de la réalisation d'épreuves d'effort intermédiaires. L'*American College of Sports Medicine* (ACSM) recommande à ce propos d'utiliser la fatigue (4 à 5/10) pour déterminer l'intensité de l'entraînement.¹¹⁶ Les scores de dyspnée et de fatigue sont souvent utilisés chez les patients atteints de BPCO.²⁴²⁻²⁴⁵

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets d'un entraînement en endurance à forte intensité à ceux d'un entraînement à plus faible intensité

- Il est probable qu'un entraînement en endurance à forte intensité engendre des effets physiologiques plus marqués qu'un entraînement à plus faible intensité (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Casaburi et al., 1991²³⁵; Puente-Maestu et al., 2000²³⁶ et Normandin et al., 2000²¹⁴).
- Il est probable qu'un entraînement modérément intensif soit à même d'engendrer une réduction cliniquement significative de la dyspnée et une amélioration de la qualité de vie comparable à celle obtenue avec un entraînement à forte intensité, mais ses effets sur la capacité aérobie sont moins marqués (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Puente-Maestu et al., 2000²³⁶ et Normandin et al., 2000²¹⁴).

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets d'un entraînement en endurance à forte intensité

- Il existe des indications de ce que les patients présentant une obstruction sévère des voies respiratoires (score GOLD moyen de III) sont souvent incapables de s'entraîner à forte intensité au cours d'un entraînement en endurance (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: C (Casaburi et al., 1997²³³; Maltais et al., 1997⁶⁷ et Zacarias et al., 2000²³⁴).

Autres considérations

Les programmes d'entraînement à forte intensité semblent engendrer un effet physiologique plus marqué. Une augmentation de la capacité aérobie n'est cependant pas le seul aspect important qui doive être envisagé lors de la mise au point d'un programme d'entraînement. D'autres aspects qui sont tout aussi importants pour le patient, par exemple la réduction des symptômes tels que la dyspnée et l'amélioration de la qualité de vie, doivent également être pris en considération. En outre, il est nécessaire de tenir compte de facteurs tels que la sécurité, la tolérance, l'observance du traitement (à long terme) et le risque de complications cardio-vasculaires et orthopédiques. Un entraînement à intensité modérée (50 à 60% de la charge maximale ou un score de fatigue de 5 à 6 sur 10 sur une échelle de Borg adaptée) semble une exigence minimale pour parvenir à une modification de la condition physique et à une amélioration de la capacité fonctionnelle à long terme. L'amélioration de l'état de santé semble comparable à celle obtenue après un entraînement à forte intensité. La participation à des activités de moindre intensité est préférable au fait de rester physiquement inactif, mais ne mènera pas à une amélioration de la condition aérobie ou des fonctions physiques.²⁴⁶ Il n'existe pas de consensus quant à l'intensité d'entraînement requise pour améliorer à long terme les fonctions physiques et l'état de santé. La combinaison d'un entraînement à forte intensité et de stratégies de suivi par le patient lui-même pourrait constituer une approche prometteuse, qui devra être évaluée dans des études futures. Ainsi que cela a déjà été mentionné, l'entraînement par intervalles ou l'entraînement contre résistance peuvent être envisagés en tant que stratégie d'entraînement alternative si un entraînement en endurance à forte intensité est mal toléré par le patient.

Intensité de l'entraînement en effort

En ce qui concerne l'intensité de l'entraînement en effort, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Il n'existe pas de consensus en ce qui concerne la détermination de l'intensité d'entraînement optimale. La plupart des centres invitent les patients à s'entraîner avec le pourcentage de la charge maximale le plus élevé possible (soit environ 60%). Un entraînement en endurance à forte intensité peut être pratiqué par les patients capables de supporter une telle intensité. D'autre part, on peut recommander un programme d'entraînement par intervalles à forte intensité pour parvenir à une amélioration maximale de la capacité aérobie et anaérobie. Les recommandations de l'ACSM pour les personnes âgées peuvent être utilisées comme ligne directrice pour déterminer l'intensité de l'entraînement. Ceci implique que la durée minimale d'une séance d'entraînement doit correspondre à vingt minutes d'entraînement efficace. La charge d'entraînement doit augmenter progressivement au cours du programme d'entraînement. On peut utiliser les scores de fatigue (5 à 6/10) ou les scores de dyspnée pour adapter en permanence l'intensité de l'entraînement.⁷

D.1.3 Fréquence de l'entraînement en effort

L'ACSM recommande chez les personnes âgées en bonne santé une fréquence d'entraînement d'au moins trois fois par semaine pour l'entraînement en endurance et de deux à trois fois par semaine

pour l'entraînement contre résistance.^{116,117,247} Après la fin du programme de réadaptation, il est possible de conserver le niveau de condition atteint en s'entraînant au moins une fois par semaine dans la mesure où l'intensité de l'entraînement demeure constante.¹¹⁶

Aperçu de la littérature

La plupart des études reprises dans cette revue proposent trois à cinq séances d'entraînement par semaine. Une étude a comparé les effets d'un programme d'entraînement à une fréquence de deux séances par semaine à un groupe témoin recevant un traitement médical standard et est parvenue à la conclusion qu'un tel programme est inefficace.²⁴⁸ Une autre étude a comparé un entraînement par intervalles à forte intensité à une fréquence de deux séances par semaine à un entraînement en endurance. Dans les deux groupes, on a constaté d'importantes modifications de la capacité d'effort et de la qualité de vie.¹⁹⁶ Une étude ayant comparé les effets d'un entraînement à une fréquence de deux fois par semaine pendant respectivement quatre et sept semaines a observé une amélioration cliniquement significative dans les deux groupes, amélioration qui était un peu plus marquée après le programme de sept semaines.²⁴⁹ Il n'y a cependant encore eu aucune étude ayant comparé directement des programmes d'entraînement d'intensité et de durée comparables, mais avec des fréquences d'entraînement différentes.

Conclusions scientifiques basées sur les recommandations de l'ACSM en ce qui concerne la fréquence des entraînements

- Le groupe de travail est d'avis que les recommandations de l'ACSM quant à la fréquence optimale de l'entraînement en force et de l'entraînement en endurance doivent être suivies pour l'entraînement physique des patients atteints de BPCO (niveau 4).
Qualité des articles trouvés: D (opinion du groupe de travail).

Autres considérations

Indépendamment de l'obtention des effets optimaux de l'entraînement, des aspects organisationnels et pratiques jouent également un rôle décisif dans la mise au point d'un programme de réadaptation respiratoire. Une déclaration de l'ERS-ATS sur la réadaptation respiratoire émet la recommandation basée sur un consensus qu'un programme doit prévoir au moins trois séances d'entraînement par semaine.⁷ Le groupe de travail de spécialistes a également estimé que deux séances par semaine et une séance supplémentaire d'exercices à domicile correctement structurée peuvent constituer une alternative lorsque trois séances hebdomadaires supervisées semblent irréalisables en pratique.

Fréquence de l'entraînement en effort

En ce qui concerne la fréquence de l'entraînement en effort, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

En l'absence d'études ayant comparé les effets de programmes d'entraînement à différentes fréquences chez des patients atteints de BPCO, une fréquence de trois à cinq fois par semaine pour l'entraînement en endurance et de deux à trois fois par semaine pour l'entraînement contre résistance est conseillée. Lorsque les objectifs spécifiques du traitement sont atteints, il est possible de maintenir les effets de l'entraînement en s'entraînant au moins une ou deux fois par semaine, à condition que l'intensité de l'entraînement demeure non modifiée.

D.1.4 Durée du programme d'entraînement

Indépendamment de l'obtention des effets maximaux de l'entraînement, la durée d'un programme de réadaptation dépend également des effets de l'apprentissage que l'on souhaite obtenir en termes de prise en charge de la maladie et d'autonomie du patient. La poursuite de l'entraînement jusqu'à son terme et un niveau d'activité physique régulier à long terme sont des objectifs de traitement importants susceptibles de contribuer au maintien des effets de l'entraînement. Le patient doit être traité aussi longtemps que nécessaire, mais le moins longtemps possible. Il est toutefois difficile de déterminer des seuils par le biais d'études dans le cadre de la réadaptation respiratoire. L'ACSM recommande de consacrer au moins vingt à trente minutes à l'entraînement en effort lors de chaque séance d'entraînement.¹¹⁶

Aperçu de la littérature

Une réduction de la dyspnée et une augmentation de la capacité d'effort fonctionnelle sont déjà observées après quelques semaines d'entraînement chez les patients atteints de BPCO.²⁵⁰⁻²⁵³ Dans la

plupart des cas, on propose un programme de douze semaines.^{17,178} Dans une méta-analyse, pour les programmes d'une durée supérieure à quatre semaines, il n'existait aucune relation entre la durée du programme et l'efficacité observée en termes de distance de marche parcourue en six minutes et de qualité de vie.¹⁷ Salman et al., dans leur revue systématique, sont toutefois parvenus à la conclusion que des programmes de plus longue durée aboutissaient à des effets plus marqués chez les patients fortement limités.²⁵⁴

Deux essais randomisés et contrôlés ont examiné les effets de programmes de différentes durées sur la capacité d'effort fonctionnelle. Un programme d'une durée de sept semaines à raison de deux séances d'entraînement par semaine a permis une amélioration de la distance de marche et de la qualité de vie (mesurée au moyen du questionnaire CRQ) plus marquée qu'un programme de quatre semaines.²⁴⁹ Le fait de proposer un entraînement en effort à raison de trois fois par semaine pendant dix-huit mois a abouti à une augmentation limitée de la capacité d'effort fonctionnelle (de 6 à 10%) par rapport à un programme de six mois, mais n'a eu aucun effet cliniquement significatif sur la qualité de vie en relation avec l'état de santé.²⁵⁵ Il a en outre été suggéré que des programmes d'une durée supérieure à douze semaines pourraient favoriser la persistance des effets de l'entraînement à long terme. Il n'existe malheureusement à l'heure actuelle aucune étude comparative sur le sujet.

Dans le cas de deux programmes de longue durée, de six et neuf mois respectivement, on constatait encore des effets positifs sur la capacité d'effort et la qualité de vie un an après la fin du programme.^{133,237} Ces effets étaient un peu moins marqués qu'immédiatement après la fin du programme. Des programmes de plus courte durée, de sept à douze semaines, ont eu également des effets positifs à long terme. On a constaté des différences cliniquement significatives jusqu'à deux ans après la fin du programme lors d'une étude non contrôlée avec une durée du programme de sept semaines²⁵⁶ et de deux études contrôlées avec un programme de huit semaines, respectivement avec²⁵⁷ et sans²⁵⁸ l'offre d'interventions minimales (mensuelles) d'entretien. Dans une étude contrôlée avec un programme d'une durée de douze semaines, les effets sur la dyspnée étaient toujours présents dix-huit mois après la fin du programme.²⁵⁹ L'augmentation de la capacité d'effort disparaît d'ordinaire après six à douze mois, tandis que l'effet sur la dyspnée et la qualité de vie persiste encore après douze à dix-huit mois.^{257,260} Il n'y a pas eu à notre connaissance d'études ayant pour objectif de déterminer la durée optimale des sessions d'entraînement.

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets de programmes de réadaptation d'une durée de deux à six mois aux effets d'un traitement standard chez un groupe témoin

- Il a été démontré que, dans le cas de programmes de réadaptation d'une durée de six à douze semaines consistant principalement en un entraînement en effort, les effets sur la capacité d'effort et sur la qualité de vie sont encore présents après douze mois, bien que dans une moindre mesure (niveau 1).

Qualité des articles trouvés: A2 (Griffiths et al., 2000²⁵⁸; Ries et al., 1995²⁶¹ et Troosters et al., 2000¹³³) et B (Guell et al., 2000²³⁷).

Conclusions scientifiques basées sur les méta-analyses d'études portant sur les effets de programmes de réadaptation respiratoire

- Il est probable que des programmes de réadaptation respiratoire de plus longue durée (plus de douze semaines) consistant principalement en un entraînement en effort engendrent des effets à long terme sur la capacité d'effort et la qualité de vie plus marqués que des interventions plus brèves (niveau 2).

Qualité des articles trouvés: A2 (Lacasse et al., 2006¹⁷; Salman et al., 2003²⁵⁴ et Berry et al., 2003²⁵⁵) et B (Green et al., 2001²⁴⁹).

- Il existe des indications de ce que des programmes de moins de six mois sont suboptimaux chez des patients présentant un VEMS inférieur à 35 pour cent (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: A2 (Salman et al., 2003²⁵⁴).

Autres considérations

La durée minimale de l'entraînement en effort dans le cadre de la réadaptation respiratoire n'a pas été étudiée de manière approfondie. Il semble logique que l'ampleur de l'effet dépende non seulement de l'intensité, mais également de la durée du programme. À un moment donné, les effets atteignent toutefois un plafond. Les patients qui sont confrontés à des limitations importantes de leur fonctionnement physique et psychologique ont vraisemblablement besoin de davantage de temps. Des caractéristiques du patient telles que son niveau d'éducation et son bien-être psychologique contribuent peut-être également à déterminer le temps nécessaire pour parvenir à un niveau de prise

en charge autonome suffisant. Comme il est essentiel de mettre l'accent sur les modifications de comportement menant à un mode de vie plus sain, on doit tenir compte du temps nécessaire à la réalisation de ces modifications. Certaines interventions comportementales adaptées ont déjà été testées dans le cadre de programmes de réadaptation cardiaque.²⁶²⁻²⁶⁴ Ces interventions n'ont toutefois jusqu'à présent pas encore été étudiées de manière approfondie chez les patients atteints de BPCO. La rentabilité est également un élément important dans la détermination de la durée du programme. Proposer une durée de réadaptation fixe pour tous les patients n'est par réellement compatible avec les principes généraux de la médecine de réadaptation. Idéalement, l'approche sera basée sur les besoins et les objectifs individuels du patient. Les observations d'une méta-analyse selon lesquelles des programmes de moins de six mois seraient moins efficaces chez les patients présentant un VEMS inférieur à 35 pour cent doivent encore être examinées de manière plus approfondie.²⁵⁴

Durée du programme d'entraînement

En ce qui concerne la durée du programme d'entraînement, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Bien que certains résultats suggèrent que des effets positifs pourraient persister plus longtemps suite à des programmes de plus longue durée, des programmes de relativement courte durée (4 à 7 semaines) ont également abouti à des améliorations cliniquement significatives. À l'heure actuelle, il est impossible d'émettre des recommandations en ce qui concerne la durée idéale d'un programme de réadaptation. Les caractéristiques du patient, les objectifs individuels du traitement et les impératifs financiers sont autant d'éléments à prendre en considération également lors de la détermination de la durée adéquate du programme.

D.1.5 Supervision de l'entraînement

Pour réduire davantage le coût de la réadaptation, les séances d'entraînement pourraient se dérouler partiellement ou totalement en l'absence de supervision.

Aperçu de la littérature

Un seul essai randomisé et contrôlé a comparé les effets d'un entraînement ambulatoire supervisé sur tapis roulant à un programme de marche non supervisé à domicile. Parmi le groupe avec supervision, on a constaté des effets physiologiques plus marqués de l'entraînement, tandis que les effets sur le sentiment du patient sur son état de santé, mesurés au moyen du questionnaire CRQ, étaient comparables.²³⁶ Deux études ayant comparé des interventions réalisées à domicile de manière partiellement ou totalement indépendante à des groupes témoins ayant reçu un traitement médical standard ont constaté des effets positifs de ces interventions sur le fonctionnement physique et l'état de santé.^{265,266}

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets de programmes d'entraînement supervisés et non supervisés

- Il existe des indications de ce que des programmes d'entraînement structurés supervisés engendrent des effets physiologiques plus marqués que des programmes non supervisés suivis de manière indépendante à domicile (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Puente-Maestu et al., 2000²³⁶).
- Il existe des indications de ce que des programmes d'entraînement structurés supervisés ne sont pas associés à des effets supplémentaires sur le sentiment du patient sur son état de santé par rapport à des programmes non supervisés suivis de manière indépendante à domicile (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Puente-Maestu et al., 2000²³⁶).

Autres considérations

Le plus souvent, les programmes d'entraînement se déroulent entièrement sous supervision. Dans la pratique quotidienne, au cours de la plupart de ces programmes, des instructions sont fournies en ce qui concerne les exercices à domicile. Si l'on veut analyser si les effets physiologiques de programmes entièrement supervisés de haute qualité en justifient le coût plus élevé, des études de suivi et des analyses coût-bénéfice à long terme sont nécessaires. Une autre approche prometteuse pourrait être la mise en œuvre de stratégies de prise en charge autonome dans le cadre des programmes supervisés existants.

Ce point sera abordé plus en détail au paragraphe D.3.

Supervision de l'entraînement

En ce qui concerne la supervision du programme d'entraînement, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

L'entraînement en effort doit se dérouler partiellement ou entièrement sous supervision pour garantir des effets physiologiques optimaux. L'utilité de la combinaison d'un programme d'entraînement supervisé avec des interventions à domicile basées sur une prise en charge autonome devra encore être étudiée dans le futur.

D.1.6 Exercices respiratoires

Un grand nombre de patients atteints de BPCO atteignent pendant les épreuves d'effort maximal²⁶⁷ et les tests d'endurance à forte intensité²⁶⁸ leurs limites ventilatoires. Des interventions susceptibles de réduire le travail respiratoire (hyperinflation dynamique) durant l'effort ou d'accroître la capacité ventilatoire revêtent dès lors une extrême importance, tout particulièrement pour les patients aux stades GOLD III et IV.

Le terme de 'exercices respiratoires' est un concept universel qui couvre un certain nombre d'exercices tels que: expiration active, respiration lente et profonde, expirations à lèvres pincées (*pursed-lip breathing*), thérapie de relaxation, utilisation de la position, par exemple en se penchant en avant, entraînement en force des muscles inspiratoires et expiratoires et respiration diaphragmatique. Les effets attendus de ces exercices sont notamment une amélioration de la ventilation (régionale) et des échanges gazeux, une réduction de l'hyperinflation dynamique, une amélioration de la fonction musculaire respiratoire, une réduction de la dyspnée et une amélioration de la capacité d'effort et de la qualité de vie.²⁶⁹

D.1.6.1 Exercices respiratoires visant à améliorer la fonction musculaire inspiratoire

D.1.6.1.1 Entraînement des muscles inspiratoires (EMI)

Les études chez des patients atteints de BPCO ont mis en évidence des adaptations naturelles du diaphragme au niveau cellulaire (augmentation de la proportion de fibres musculaires de type I) et subcellulaire (raccourcissement des sarcomères et concentration accrue en mitochondries). Ces adaptations contribuent à une résistance accrue vis-à-vis de la fatigue musculaire et à une meilleure fonction musculaire.^{270,271}

En dépit de ces adaptations cellulaires, tant la force des muscles inspiratoires²⁷² que l'endurance de ces mêmes muscles inspiratoires²⁷³ sont diminuées chez les patients atteints de BPCO, ce qui peut mener à de l'hypercapnie,⁸⁴ à de la dyspnée,^{82,85} à de la désaturation nocturne⁸⁶ et à une réduction de la distance de marche.^{34,36}

L'entraînement des muscles inspiratoires permet de stimuler davantage les adaptations spontanées.

On utilise actuellement trois types d'entraînement des muscles inspiratoires, à savoir 'entraînement contre résistance inspiratoire (ERI)', 'charge seuil' (*threshold loading*) et 'hyperpnée normocapnique (HNC)'. Lors d'hyperpnée normocapnique, on demande au patient d'inspirer et d'expirer au maximum pendant 15 à 20 minutes.²⁷⁴ Le matériel utilisé pour cette forme d'entraînement était autrefois extrêmement complexe, mais on a récemment développé un système de '*rebreathing*' plus simple.²⁷⁵

Lors d'entraînement contre résistance inspiratoire, le patient inspire via une pièce buccale de diamètre ajustable. La résistance dépend du débit délivré. En raison du couplage de la résistance et du débit, une intensité adéquate de l'entraînement ne peut être atteinte que moyennant un feed-back concernant la résistance visée.²⁷⁶ Ultérieurement, on a développé une résistance qui était indépendante du débit fourni. Ce système est désigné sous le nom d'appareil '*threshold loading*': il s'agit d'une soupape qui ne s'ouvre que si une certaine pression minimale est générée.^{277,278}

L'intensité de l'entraînement dans la littérature varie de manœuvres inspiratoires maximales (Müller)²⁷⁹ et entraînement à 50 à 80 pour cent de la $P_{i_{max}}$ ^{86,279-281} à une intensité de 30 pour cent de la $P_{i_{max}}$.²⁸¹⁻²⁸⁴ Un contrôle attentif de la pression inspiratoire visée est toujours important dans toutes ces études.

Aperçu de la littérature

Huit semaines d'hyperpnée normocapnique à domicile ont induit chez des patients atteints de BPCO une augmentation de l'endurance des muscles respiratoires, un allongement de la distance de marche de six minutes, une augmentation de la consommation maximale d'oxygène et une amélioration de la qualité de vie, mais non du score pour le '*baseline dyspnea index*'.²⁸⁵ Une méta-analyse sur

l'entraînement contre résistance inspiratoire et l'entraînement de seuil a conclu que ces techniques accroissent la force musculaire inspiratoire et l'endurance des muscles respiratoires, réduisent la dyspnée au repos et durant l'effort et que l'on constate une tendance à une capacité d'effort plus importante après entraînement des muscles inspiratoires par rapport à un entraînement placebo.¹³⁴ L'ajout de l'entraînement des muscles inspiratoires à un programme d'entraînement général pourrait engendrer une amélioration de la capacité d'effort chez les patients présentant une faiblesse des muscles inspiratoires ($Pi_{max} < 60 \text{ cmH}_2\text{O}$).¹³⁴ Une autre méta-analyse a confirmé ces conclusions et y a ajouté que le simple entraînement des muscles inspiratoires avec contrôle de la résistance inspiratoire ou l'entraînement des muscles inspiratoires par la technique *threshold loading* sont efficaces.²⁸⁶ Dans un essai randomisé et contrôlé, l'entraînement des muscles inspiratoires a permis de réduire la durée et la sévérité de la désaturation nocturne.⁸⁶ L'entraînement des muscles expiratoires chez des patients atteints de BPCO (GOLD III) a engendré une amélioration significative de la force des muscles expiratoires et des résultats de la distance de marche parcourue en six minutes,²⁸⁷ mais n'a rien ajouté de plus qu'un programme d'entraînement des muscles inspiratoires.²⁸⁸ Le tableau 15 propose un aperçu des études portant sur les effets de l'entraînement des muscles respiratoires chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 15. Etudes portant sur les effets de l'entraînement des muscles respiratoires sur la dyspnée chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Heijdra et al., 1996 ⁸⁶	RCT (en simple aveugle) n = 20	âge: 62 ans VEMS: 35% de la valeur attendue	EMI (I = 60% de Pi_{max}) vs. intervention placebo (I = 10% de Pi_{max}) 7 séances, 2 x 15 min/semaine, 10 semaines	amélioration ss pour le groupe avec intervention: Pi_{max} , Pdi , PIM_{max} , endurance des muscles inspiratoires, désaturation nocturne; pas d'amélioration pour le groupe placebo	B PEDro: 7/10
Scherer et al., 2000 ²⁸⁵	RCT (en simple aveugle) n = 34	âge: 69 ans VEMS: 51% de la valeur attendue	hyperpnée normocapnique vs. intervention placebo (exercices respiratoires avec un spiromètre de stimulation) 5 séances, 2 x 15 min/semaine, 8 semaines	amélioration ss plus importante pour le groupe avec intervention par rapport au groupe placebo: endurance des muscles inspiratoires, Pe_{max} , 6MWD, consommation maximale d'oxygène, score physique SF-12; pas de différence entre les groupes: dyspnée, Pi_{max} , capacité d'effort, score psychologique SF-12	B PEDro: 5/10
Lötters et al., 2002 ¹³⁴	méta-analyse de 15 RCT total: n = 383	âge: 63 ans VEMS: 43% de la valeur attendue	EMI (I \geq 30% de Pi_{max}) vs. intervention placebo	amélioration ss plus importante pour le groupe avec intervention par rapport au groupe placebo: Pi_{max} , endurance des muscles inspiratoires, dyspnée au repos et durant l'effort; pas de différence entre	A

				les groupes: capacité d'effort	
Weiner et al., 2003 ²⁸⁷	RCT (en double aveugle) n = 23	âge: 62 ans VEMS: 38% de la valeur attendue	EME (I = 60% de $P_{i_{max}}$ après 1 mois) vs. intervention placebo (R = 7 cmH ₂ O) 6 séances, 30 min/semaine, 3 mois	↑ SS plus importante pour le groupe avec intervention par rapport au groupe placebo: $P_{e_{max}}$, endurance des muscles expiratoires, 6MWD; pas de différence entre les groupes: dyspnée lors de l'accomplissement des activités quotidiennes	B PEDro: 6/10
Weiner et al., 2003 ²⁸⁸	RCT (en double aveugle) n = 32	âge: 63 ans VEMS: 44% de la valeur attendue	EMI + EME vs. EMI + EME placebo vs. EMI placebo + EME vs. EMI placebo + EME placebo EMI/EME: I = 60% de $P_{i_{max}}$ après 1 mois placebo: R = 7 cmH ₂ O 6 séances, 60 min/semaine, 3 mois	$P_{i_{max}}$ et endurance des muscles inspiratoires: ↑ SS uniquement pour les groupes EMI et EMI + EME, pas de différence entre les groupes; $P_{e_{max}}$: ↑ SS uniquement pour les groupes EME et EMI + EME, pas de différence entre les groupes; 6MWD: ↑ SS pour les groupes EMI, EME, EMI + EME mais amélioration SS plus marquée pour EMI et EMI + EME par rapport à EME; ↑ SS du <i>Baseline Dyspnea Index</i> et ↓ du score de Borg pendant la respiration contre résistance pour les groupes EMI et EMI + EME (pas pour le groupe EME)	B PEDro: 6/10
Geddes et al., 2005 ²⁸⁶	méta-analyse multiple de 19 RCT total: n = 643	moyenne d'âge: 61-70 ans VEMS moyen: 24 à 52% de la valeur attendue	EMI (<i>threshold</i> et ERI avec feed-back) vs. intervention placebo ou vs. aucune intervention; EMI <i>threshold</i> vs. ERI avec feed-back; EMI <i>threshold</i> : forte vs. faible intensité	amélioration SS plus importante pour les groupes <i>threshold</i> et ERI par rapport au groupe placebo: $P_{i_{max}}$, score de dyspnée (TDI, score de Borg plus faible pour la dyspnée durant un effort maximal); pas de différence entre les groupes: endurance des muscles respiratoires, consommation maximale d'oxygène, 12MWD, fonction pulmonaire; <i>threshold</i> vs. ERI: amélioration comparable de $P_{i_{max}}$, endurance des muscles respiratoires et	A

				6MWD (1 étude); EMI à forte et faible intensité: amélioration de l'endurance des muscles respiratoires et de 6MWD; seule la forte intensité améliore $P_{i_{max}}$ (1 étude)	
Hill et al., 2006 ²⁸⁹	RCT (en double aveugle) n = 33	âge: 68 ans VEMS: 37% de la valeur attendue	EMI (charge maximale tolérable pendant 2 min) vs. intervention placebo (I = 10% de $P_{i_{max}}$) 3 séances, 7 x 2 min/semaine, 8 semaines	amélioration SS plus importante pour le groupe avec intervention par rapport au groupe placebo: $P_{i_{max}}$, endurance des muscles inspiratoires, qualité de vie (dyspnée dans la vie quotidienne et fatigue), 6MWD; pas de différence pour le test de cycle incrémentiel et la capacité inspiratoire	B PEDro: 7/10

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; EMI = entraînement des muscles inspiratoires; EME = entraînement des muscles expiratoires; ERI = entraînement contre résistance inspiratoire; $P_{i_{max}}$ = pression buccale inspiratoire maximale; $P_{e_{max}}$ = pression buccale expiratoire maximale; I = intensité; R = résistance; $P_{IM_{max}}$ = pression inspiratoire maximale pouvant être maintenue; Pdi = pression transdiaphragmatique

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de l'entraînement des muscles respiratoires comparés aux effets d'un traitement standard chez un groupe témoin

- Il a été démontré que l'entraînement des muscles inspiratoires avec contrôle de la résistance inspiratoire ou via *threshold loading* augmente la force musculaire inspiratoire et l'endurance des muscles et réduit la dyspnée pendant l'accomplissement des activités quotidiennes chez les patients atteints de BPCO (GOLD III-IV) (niveau 1).
Qualité des articles trouvés: A2 (Lötters et al., 2002¹³⁴; Geddes et al., 2005²⁸⁶ et Hill et al., 2006²⁸⁹).
- Il a été démontré que l'entraînement des muscles inspiratoires avec contrôle de la résistance inspiratoire ou via *threshold loading* n'engendre qu'une amélioration modérée de la capacité d'effort fonctionnelle chez les patients atteints de BPCO (GOLD III-IV) (niveau 1).
Qualité des articles trouvés: A2 (Lötters et al., 2002¹³⁴; Geddes et al., 2005²⁸⁶ et Hill et al., 2006²⁸⁹).
- Il existe des indications de ce que l'hyperpnée normocapnique à domicile engendre une amélioration de l'endurance des muscles respiratoires, une augmentation de la distance de marche parcourue en six minutes et de la consommation maximale d'oxygène et une amélioration de la qualité de vie, mais non du '*baseline dyspnea index*' chez les patients atteints de BPCO (GOLD III-IV) (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Scherer et al., 2000²⁸⁵).
- Il est probable que l'entraînement des muscles expiratoires engendre une augmentation de la force musculaire expiratoire et une amélioration modérée de la capacité d'effort fonctionnelle chez les patients atteints de BPCO (GOLD III), mais n'ajoute rien à un programme d'entraînement des muscles inspiratoires (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Weiner et al., 2003²⁸⁷ et 2003²⁸⁸).

Conclusions scientifiques en ce qui concerne les effets de la combinaison d'un entraînement en effort et d'un entraînement des muscles respiratoires à forte intensité, basé sur l'opinion du groupe de travail

- Le groupe de travail est d'avis que l'ajout d'un entraînement des muscles inspiratoires à un programme d'entraînement général peut être utile chez les patients présentant une faiblesse des muscles inspiratoires qui se plaignent de dyspnée pendant l'accomplissement de leurs activités quotidiennes et/ou de fatigue (niveau 4).
Qualité des articles trouvés: D (opinion du groupe de travail).

Autres considérations

Les recommandations concernant l'entraînement des muscles inspiratoires en tant que composante standard d'un programme de réadaptation respiratoire peuvent être interprétées de plusieurs manières.^{6-8,173} En dépit d'une amélioration significative de la fonction des muscles inspiratoires, il semble d'une part peu probable que l'entraînement des muscles inspiratoires en soi puisse engendrer une amélioration significative de la capacité d'effort chez les patients atteints de BPCO.

D'autre part, l'entraînement des muscles inspiratoires à forte intensité engendre une amélioration significative et cliniquement importante de la dyspnée durant les activités quotidiennes et une réduction de la fatigue.²⁸⁹

Pour déterminer si l'entraînement des muscles inspiratoires devrait être une composante standard des programmes de réadaptation respiratoire, il est indispensable d'examiner les effets de l'entraînement des muscles inspiratoires à forte intensité combiné à un entraînement général en effort sur la dyspnée durant les activités quotidiennes et sur la fatigue.

Entraînement des muscles inspiratoires (EMI)

En ce qui concerne l'entraînement des muscles inspiratoires (EMI), le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

En l'absence de preuves définitives, il est recommandé d'ajouter l'entraînement des muscles inspiratoires aux programmes de réadaptation respiratoire pour une sélection de patients (GOLD II à IV) présentant une faiblesse prononcée des muscles inspiratoires, de la fatigue et des symptômes de dyspnée dans la vie quotidienne. En outre, l'entraînement des muscles inspiratoires est recommandé en tant que traitement indépendant chez tous les patients qui, en raison de comorbidités, ne peuvent participer à un programme de réadaptation. L'intensité minimale de l'entraînement est de 30 pour cent de la pression buccale inspiratoire maximale. L'entraînement des muscles expiratoires ne semble rien ajouter aux effets de l'entraînement des muscles inspiratoires et n'est par conséquent pas recommandé.

D.1.6.1.2 Position du corps

Le fait d'adopter une position spécifique penchée vers l'avant permet d'amener le diaphragme dans une position allongée, de sorte qu'il peut générer davantage de force et que les muscles respiratoires auxiliaires ont la possibilité de fournir une contribution plus importante à la respiration. De cette manière, il est possible de réduire la sensation de dyspnée.

Aperçu de la littérature

Sharp et al. ont observé chez des patients qui se sentaient moins essouffés en position penchée vers l'avant que l'activité électromyographique des muscles respiratoires auxiliaires était à ce moment significativement moins importante que lorsque ces patients se tenaient debout ou étaient assis.²⁹⁰

Druz et Sharp²⁹¹ et O'Neill et McCarthy²⁹² sont parvenus à la même conclusion, à savoir que le fait d'adopter une position penchée vers l'avant améliore la fonction du diaphragme et atténue la sensation de dyspnée. L'effet de l'adoption de cette position ne semble pas être lié à la sévérité de l'obstruction des voies respiratoires, à des modifications du volume respiratoire minute ou à une meilleure oxygénation.²⁹³ La présence d'hyperinflation et un mouvement abdominal paradoxal sont toutefois bel et bien en relation avec l'atténuation de la dyspnée lors de la flexion du tronc vers l'avant.²⁹³ Une position du tronc fléchi vers l'avant est également associée à une réduction significative de l'activité électromyographique des muscles scalène et sterno-cléido-mastoïdien, à une augmentation de la pression transdiaphragmatique et à une amélioration significative des mouvements thoraco-abdominaux.²⁹³

Ces études ont amené à conclure que l'amélioration subjective de la dyspnée lors de flexion du tronc vers l'avant chez les patients atteints de BPCO est la conséquence d'une meilleure position du diaphragme sur sa courbe force-longueur. La flexion du tronc vers l'avant avec appui sur les bras permet en outre à un certain nombre de muscles respiratoires auxiliaires (muscles petit pectoral et grand pectoral) de fournir une contribution plus importante à l'élévation de l'arc costal. Banzett et al. ont montré que cette position augmente la capacité ventilatoire chez des personnes en bonne santé,²⁹⁴ tandis que Probst et al. ont obtenu chez des patients atteints de BPCO une amélioration significative de la ventilation volontaire maximale lors de flexion du tronc en avant sur leur déambulateur.²⁹⁵ Cette observation est importante si l'on veut améliorer la capacité d'effort de patients limités sur le plan ventilatoire.

Conclusions scientifiques basées sur les études ouvertes portant sur les effets de la flexion du tronc vers l'avant avec appui sur les bras

- Il existe des indications de ce qu'une position penchée vers l'avant avec appui est associée à une réduction significative de la dyspnée (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: C (Sharp et al., 1980²⁹³; Druz et Sharp, 1982²⁹¹ et O'Neill et McCarthy, 1983²⁹²).
- Il existe des indications de ce que l'adoption d'une position penchée vers l'avant avec appui améliore la force du diaphragme et réduit l'activation des muscles scalène et sterno-cléido-mastoïdien durant la respiration (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: C (Sharp et al., 1980²⁹⁰).
- Il existe des indications de ce que le fait de s'asseoir avec le tronc fléchi vers l'avant avec appui sur les bras améliore la capacité ventilatoire (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: C (Banzett et al., 1983²⁹⁴ et Probst et al., 2004²⁹⁵).

Position du corps

En ce qui concerne la position du corps, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Une position penchée vers l'avant constitue une manière efficace d'atténuer la sensation de dyspnée chez les patients atteints de BPCO et est en outre utile durant la marche avec un déambulateur.

D.1.6.2 Exercices respiratoires visant à réduire l'hyperinflation (dynamique) et à améliorer les échanges gazeux

D.1.6.2.1 Expirations à lèvres pincées ou *pursed-lip breathing* (PLB)

Durant l'expiration à lèvres pincées (*pursed-lip breathing*), on s'efforce d'améliorer l'expiration et, de cette manière, de réduire l'hyperinflation (dynamique) via une expiration active et prolongée avec les lèvres semi-ouvertes afin d'éviter le collapsus bronchique et d'améliorer la ventilation (alvéolaire).

Aperçu de la littérature

Le recours aux expirations à lèvres pincées au repos réduit la fréquence respiratoire et augmente le volume courant.²⁹⁶⁻³⁰¹ La saturation en oxygène se trouve améliorée grâce à la réduction de l'espace mort respiratoire et la dyspnée est améliorée via une réduction de l'hyperinflation.^{296-300,302} Ces effets semblent plus prononcés chez les patients qui présentent une perte d'élasticité du tissu pulmonaire.³⁰⁰ Le recours aux expirations à lèvres pincées durant l'entraînement sur tapis roulant n'améliore pas les valeurs des gaz sanguins.³⁰³ Garrod et al. ont observé que le recours aux expirations à lèvres pincées pendant un test de marche de six minutes résultait en une fréquence respiratoire plus basse pendant le test et en une récupération plus rapide après celui-ci (définie comme le temps nécessaire pour revenir aux scores de dyspnée et de saturation en oxygène mesurés juste avant le test) que lorsque le patient utilisait un schéma respiratoire naturel.³⁰⁴ On n'a pas constaté de différences en termes de distance de marche parcourue ou de sensation de dyspnée après le test. Les effets des expirations à lèvres pincées sur la sensation de dyspnée pendant un test d'endurance sont variables. Ces effets sont liés aux modifications du volume pulmonaire en fin d'expiration (VPFE) observées.³⁰¹ Breslin a constaté lors d'expirations à lèvres pincées pendant l'ensemble du cycle respiratoire une activité plus importante des muscles respiratoires auxiliaires et des muscles de l'arc costal, tandis que la pression transdiaphragmatique n'était pas modifiée.²⁹⁷ En outre, le cycle de fonctionnement ('*duty cycle*') se trouvait réduit, ce qui se traduisait par une diminution significative du '*tension-time index*' (le produit de la force de contraction relative et de la durée de contraction relative, TTDi) de la contraction du diaphragme. Les modifications de la dyspnée lors d'expirations à lèvres pincées sont en relation avec la force générée par les muscles inspiratoires.³⁰¹

Le tableau 16 propose un aperçu des études portant sur les effets des expirations à lèvres pincées chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 16. Etudes portant sur les effets des expirations à lèvres pincées sur la dyspnée chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Tiep et al., 1986 ²⁹⁶	conception croisée A-B-A n = 12	âge: 67 ans VEMS: 0,75 l	PLB avec utilisation d'un oxymètre vs. exercices de relaxation	saturation en oxygène, V_T , fréquence respiratoire: pas d'amélioration par les exercices de relaxation, amélioration SS avec PLB; volume respiratoire minute: pas de différence	B PEDro: non disponible
Breslin, 1992 ²⁹⁷	descriptive n = 13	âge: 61 ans VEMS: 37% de la valeur attendue	PLB	saturation en oxygène: de 93% (ET: 4) à 96% (ET: 3) fréquence respiratoire: de 22/min (ET: 5) à 15/min (ET: 4), tous deux SS	C PEDro: non disponible
Mueller et al., 1970 ³⁰³	n = 12	âge: non spécifié VEMS: 1,1 l	PLB comparaison entre un groupe avec réduction de la dyspnée (A) et un groupe avec dyspnée inchangée (B) lors de PLB	saturation en oxygène, V_T , fréquence respiratoire: amélioration SS pour le groupe A et non pour le groupe B	C PEDro: non disponible
Thoman et al., 1966 ²⁹⁸	descriptive n = 21	âge: non spécifié VR/CPT: 69% de la valeur attendue	PLB	amélioration SS du V_T et amélioration SS de la fréquence respiratoire et de la $PaCO_2$ avec PLB	C PEDro: non disponible
Bianchi et al., 2004 ³⁰²	descriptive n = 22	âge: 71 ans VEMS: 43% de la valeur attendue	PLB vs. respiration calme	↑ SS du V_T , T_i , T_e , T_{tot} , V_T/T_i et volume de la cage thoracique en fin d'inspiration avec PLB; ↓ SS de la fréquence respiratoire, T_i/T_{tot} et volume de la cage thoracique en fin d'expiration avec PLB; ↓ du volume de la cage thoracique en fin d'expiration liée de manière SS au VEMS, ↑ T_e et ↑ T_{tot} (pas à CFR); ↓ du volume de la cage thoracique en fin d'expiration explique 27% de la variabilité du score de Borg pour la dyspnée	C PEDro: non disponible
Spahija et al.,	conception croisée A-B	âge: 58 ans VEMS: 50% de la	PLB vs. absence de PLB	↑ V_T , ↑ T_{tot} , ↓ fréquence respiratoire au repos et	B PEDro: non

2005 ³⁰¹	n = 8	valeur attendue	au repos et pendant un test submaximal sur bicyclette	durant l'effort avec PLB au repos: pas de dyspnée avec ou sans PLB durant l'effort: variabilité individuelle des scores de dyspnée en corrélation SS avec modification du volume pulmonaire en fin d'expiration et du rapport pression pleurale / pression pleurale maximale	disponible
Garrod et al., 2005 ³⁰⁴	conception croisée A-B n = 63	âge: 68 ans VEMS: 1,1 l	ISWT avec et sans PLB chez des patients ne pratiquant pas spontanément PLB (n = 48) et comparaison avec des patients pratiquant spontanément PLB (n = 15)	↓ SS de la fréquence respiratoire après ISWT et du temps de récupération respiratoire avec PLB; pas de différence pour distance de marche et score de Borg pour la dyspnée; patients avec fréquence respiratoire plus basse après ISWT avec PLB comparé à ISWT avec respiration normale (différence > 6/min): score de Borg plus élevé pour la dyspnée au repos; PLB spontanées: distance de marche inférieure	B PEDro: 4/10

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; PLB = pursed-lip breathing (expirations à lèvres pincées); ISWT = test de marche en navette incrémentiel; V_T = volume courant; T_i = temps d'inspiration; T_e = temps d'expiration; $T_{tot} = T_i + T_e$; ET = écart-type; CFR = capacité fonctionnelle résiduelle; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie; SS = statistiquement significatif

Conclusions scientifiques basées sur les études croisées portant sur les effets des expirations à lèvres pincées (pursed-lip breathing)

- Il est probable que les expirations à lèvres pincées (au repos) engendrent une diminution de la fréquence respiratoire et une augmentation du volume courant et de la saturation en oxygène (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Tiep et al., 1986²⁹⁶; Spahija et al., 2005³⁰¹ et Breslin, 1992²⁹⁷) et C (Ingram et Schilder, 1967³⁰⁰; Mueller et al., 1970³⁰³; Thoman et al., 1966²⁹⁸; Petty et Guthrie, 1971²⁹⁹ et Bianchi et al., 2004³⁰²).
- Il est probable que les expirations à lèvres pincées améliorent la récupération après l'effort, mais qu'elles sont dépourvues d'effet sur la capacité d'effort (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Garrod et al., 2005³⁰⁴ et Spahija et al., 2005³⁰¹).

Conclusions scientifiques basées sur les études ouvertes portant sur les effets des expirations à lèvres pincées (pursed-lip breathing)

- Il existe des indications de ce que les expirations à lèvres pincées sont dépourvues d'influence sur la saturation en oxygène durant l'effort (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: C (Mueller et al., 1970³⁰³).
- Il existe des indications de ce que l'amélioration du volume courant lors des expirations à lèvres pincées résulte d'une augmentation du volume de la cage thoracique en fin d'inspiration et d'une réduction du volume de la cage thoracique en fin d'expiration, ce qui indique une réduction de

l'hyperinflation (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: C (Bianchi et al., 2004³⁰²).

Autres considérations

Dans la pratique clinique, les expirations à lèvres pincées semblent atténuer la dyspnée chez certains patients, surtout en présence d'emphysème, et engendrer une réduction du volume pulmonaire en fin d'expiration, ainsi que de la force générée par les muscles inspiratoires. Les effets des expirations à lèvres pincées doivent être examinés individuellement chez chaque patient.

Expirations à lèvres pincées ou *pursed-lip breathing* (PLB)

En ce qui concerne les expirations à lèvres pincées (PLB), le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Bien que les éléments probants concernant les expirations à lèvres pincées soient limités, le recours à cette technique doit être envisagé chez les patients souffrant d'emphysème qui présentent de la dyspnée, par exemple lors d'efforts spécifiques tels que monter un escalier. Tant l'expérience clinique que les mécanismes pathophysiologiques soutiennent cette position.

D.1.6.2.2 Respiration lente et profonde

Une respiration lente et profonde permet de réduire l'espace mort respiratoire et d'améliorer la ventilation alvéolaire.

Aperçu de la littérature

Une respiration lente et profonde améliore la saturation en oxygène au repos (voir expirations à lèvres pincées). On ignore si la saturation en oxygène est également améliorée durant l'effort. Les effets positifs potentiels sur la saturation en oxygène pourraient être (partiellement) annulés par une augmentation du travail respiratoire. Bellemare et Grassino³⁰⁵ ont démontré que pour un volume minute donné, une fatigue du diaphragme survenait plus rapidement lors de respiration lente et profonde. Le schéma respiratoire se traduit par une augmentation significative de la force de contraction relative du diaphragme ($P_{di}/P_{di_{max}}$), ce qui fait que la zone critique de fatigue musculaire est atteinte. Les effets sur la dyspnée n'ont pas été étudiés.

Conclusions scientifiques basées sur les études ouvertes portant sur les effets d'une respiration lente et profonde

- Les effets d'une respiration lente et profonde sont vraisemblablement comparables à ceux des expirations à lèvres pincées. Il existe des indications de ce que ce schéma respiratoire augmente le travail respiratoire relatif du diaphragme, ce qui peut éventuellement susciter une fatigue musculaire (niveau 3).

Qualité des articles trouvés: C (Bellemare et Grassino, 1983³⁰⁵).

Respiration lente et profonde

En ce qui concerne la respiration lente et profonde, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Le recours à une respiration lente et profonde peut être envisagé chez les patients qui présentent une respiration rapide et superficielle. Il convient cependant d'éviter un travail respiratoire excessif.

D.1.6.2.3 Expiration active

Si, chez des personnes en bonne santé, les exigences ventilatoires augmentent, les muscles abdominaux se mettent automatiquement à intervenir. Durant l'expiration active, les patients activent de manière limitée leur musculature abdominale au cours d'une expiration (prolongée). Ce type d'expiration est souvent associé à des expirations à lèvres pincées et se rencontre plus fréquemment chez les patients atteints de BPCO sévère.³⁰⁶ Cette stratégie a pour objectif de réduire l'hyperinflation et d'optimiser la position du diaphragme. La contraction des muscles abdominaux augmente la pression intra-abdominale et déplace le diaphragme vers le haut. Avec cette technique il est fait presque exclusivement usage du muscle transverse de l'abdomen.³⁰⁶

Aperçu de la littérature

Une réduction de la capacité fonctionnelle résiduelle durant l'expiration active a été démontrée lors d'une étude contrôlée³⁰⁷ et d'une étude non contrôlée.³⁰⁸ Lors de l'étude contrôlée, la force musculaire inspiratoire était plus importante.³⁰⁷ L'effet sur des symptômes tels que la dyspnée n'a jamais été décrit.

Le tableau 17 propose un aperçu des études portant sur les effets de l'expiration active chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 17. Etudes portant sur les effets de l'expiration active sur la dyspnée chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Reybrouck et al., 1987 ³⁰⁷	RCT n = 10	âge: 61 ans VEMS: 31% de la valeur attendue	exercices respiratoires avec myorétraction du muscle grand droit de l'abdomen vs. exercices respiratoires standard 10 jours; 2x/jour	la myorétraction améliore l'efficacité des muscles inspiratoires: ↓ CFR: 11% vs. 2%; P _i _{max} au niveau de CFR: 36,2% vs. 8,0%	B PEDRO: non disponible
Epicum et al., 1984 ³⁰⁸	descriptive n = 5	non spécifié	expiration active	↓ SS de la CFR et ↑ SS de la pression transdiaphragmatique	C PEDRO: non disponible

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; CFR = capacité fonctionnelle résiduelle; P_i_{max} = pression buccale inspiratoire maximale; PEDRO = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie; SS = statistiquement significatif

Conclusions scientifiques basées sur les effets de l'expiration active lors d'une étude contrôlée et d'une étude ouverte

- Il existe des indications de ce que l'expiration active réduit la capacité fonctionnelle résiduelle chez les patients atteints de BPCO sévère (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Reybrouck et al., 1987³⁰⁷) et C (Epicum et al., 1984³⁰⁸).
- Il existe des indications de ce que l'expiration active augmente la force musculaire inspiratoire chez les patients atteints de BPCO sévère (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Reybrouck et al., 1987³⁰⁷).

Autres considérations

Dans la pratique clinique, l'expiration active semble, tant au repos que durant l'effort, contribuer à une réduction de la dyspnée et à un meilleur contrôle de la respiration, surtout chez les patients atteints de BPCO sévère. Les effets de l'expiration active sur des symptômes tels que la dyspnée n'ont cependant pas encore été étudiés. Il semble également que les patients obèses atteints de BPCO tirent moins de profit du recours à l'expiration active, vraisemblablement en raison du travail respiratoire accru.

Expiration active

En ce qui concerne l'expiration active, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Le recours à l'expiration active en association avec des expirations à lèvres pincées peut être envisagé chez les patients atteints de BPCO sévère (GOLD III-IV), tant au repos que durant l'effort.

D.1.6.3 Exercices respiratoires visant à améliorer les mouvements thoraco-abdominaux

D.1.6.3.1 Respiration diaphragmatique

Durant la respiration diaphragmatique, le patient est invité, au moment de l'inspiration, à déplacer surtout la paroi abdominale et à limiter le mouvement de la cage thoracique. L'objectif est d'améliorer le mouvement de la cage thoracique et la distribution de la ventilation et de réduire la consommation d'énergie de la respiration, la contribution des muscles intercostaux et la dyspnée.

Aperçu de la littérature

Toutes les études montrent que, lorsqu'ils pratiquent la respiration diaphragmatique, les patients atteints de BPCO parviennent à modifier leur schéma respiratoire, avec davantage de mouvement abdominal et une moindre amplitude de mouvement thoracique.^{309,310} La respiration diaphragmatique peut néanmoins être associée à un schéma respiratoire asynchrone ou paradoxal accru. On n'a pas non plus constaté de modification permanente du schéma respiratoire.^{309,311} Bien que les mouvements abdominal et thoracique se trouvent nettement modifiés, on n'a pas décrit de modification de la distribution de la ventilation.³¹¹ Plusieurs études ont démontré une augmentation du travail respiratoire, une augmentation du coût en oxygène et une moindre efficacité mécanique de ce type de respiration.³¹² En outre, la dyspnée s'aggrave lors de respiration diaphragmatique chez les patients atteints de BPCO sévère, tandis que la fonction pulmonaire et la capacité d'effort demeurent inchangées.³¹²

Le tableau 18 propose un aperçu des études portant sur les effets de la respiration diaphragmatique chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 18. Etudes portant sur les effets de la respiration diaphragmatique sur la dyspnée chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Sackner et al., 1984 ³⁰⁹	descriptive n = 9	âge: 59 ans VEMS: 55% de la valeur attendue	respiration diaphragmatique (avec et sans feed-back visuel et comparée à des personnes jeunes et en bonne santé)	pas d'effet de la respiration diaphragmatique sur le volume respiratoire minute ni sur le débit inspiratoire moyen; augmentation des mouvements respiratoires paradoxaux chez 6 patients sur 9	C PEDro: non disponible
Grimby et al., 1975 ³¹¹	n = 6	asthme: n = 4 bronchite chronique: n = 2	respiration diaphragmatique	pas de différence dans la distribution de la ventilation par rapport à la respiration naturelle	C PEDro: non disponible
Gosselink et al., 1995 ³¹²	conception croisée A-B-A n = 7	âge: 65 ans VEMS: 34% de la valeur attendue	respiration diaphragmatique vs. respiration naturelle	↓ SS de l'efficacité mécanique lors de respiration diaphragmatique par rapport à la respiration naturelle; pas de modification de dyspnée, du V _T et de la fréquence respiratoire	B PEDro: non disponible

Vitacca et al., 1998 ³¹⁴	n = 25, dont 20 sans trachéostomie	âge: 64 ans VEMS: 38% de la valeur attendue	respiration diaphragmatique	↑ de la dyspnée et amélioration des gaz sanguins artériels	C PEDRO: non disponible
-------------------------------------	------------------------------------	--	-----------------------------	--	----------------------------

VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; V_T = volume courant; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie; SS = statistiquement significatif

Conclusions scientifiques basées sur une étude croisée et sur plusieurs études ouvertes portant sur les effets de la respiration diaphragmatique

- Il existe des indications de ce que la respiration diaphragmatique n'est pas efficace pour réduire les symptômes et qu'elle pourrait même aggraver la dyspnée chez les patients atteints de BPCO (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Gosselink et al., 1995³¹²) et C (Sackner et al., 1984³⁰⁹; Grimby et al., 1975³¹¹; Willeput et al., 1983³¹³ et Vitacca et al., 1998³¹⁴).

Respiration diaphragmatique

En ce qui concerne la respiration diaphragmatique, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

La respiration diaphragmatique ne semble pas avoir sa place dans le traitement des patients atteints de BPCO modérée à sévère.

D.1.6.3.2 Exercices de relaxation

L'idée qui sous-tend le recours à des exercices de relaxation est que le ralentissement du rythme respiratoire laisse davantage de temps pour l'expiration et, grâce à cela, pourrait réduire l'hyperinflation. Il en existe différentes formes, par exemple la relaxation progressive (Jacobson), l'entraînement autogène (Schulz), la méthode de Van Dixhoorn et la technique de Laura Mitchell.

Aperçu de la littérature

Une étude sur la pratique de la relaxation progressive (Jacobson) a mis en évidence une réduction de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire et des scores symptomatiques d'anxiété et de dépression, mais seule la modification de la fréquence respiratoire était significative.³¹⁵ Lors d'une étude croisée, on a démontré que la combinaison d'exercices de relaxation et d'une compression de la cage thoracique induit une amélioration significative de l'amplitude de mouvement de la cage thoracique et de la saturation en oxygène par rapport à un groupe témoin.³¹⁶ Au cours d'une autre étude croisée, par contre, les exercices de relaxation n'ont pas engendré d'augmentation de la saturation en oxygène et du volume courant par rapport aux expirations à lèvres pincées.²⁹⁶ Le tableau 19 propose un aperçu des études portant sur les effets des exercices de relaxation chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 19. Etudes portant sur les effets des exercices de relaxation sur la dyspnée chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Renfro, 1988 ³¹⁵	RCT n = 20	âge: 61 ans VEMS: 46,1% de la valeur attendue	4 séances hebdomadaires de relaxation progressive et des exercices physiques quotidiens vs. non spécifié	↓ dyspnée, anxiété, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire après chaque séance; CVF et VEMS: pas de différence	B PEDRO: 3/10

Gift et al., 1992 ³¹⁷	RCT n = 26	âge: 67 ans VEMS: 54% de la valeur attendue	4 séances hebdomadaires de relaxation progressive et des exercices physiques quotidiens vs. 4 séances hebdomadaires de 20 minutes de relaxation en position assise	groupe d'intervention: ↓ dyspnée, anxiété, obstruction des voies respiratoires après 74 semaines; aucune modification ou aggravation pour le groupe témoin	B PEDro: 2/10
Kolacz-kowski et al., 1989 ³¹⁶	conception croisée A-B-A n = 21	âge: non spécifié VEMS: 40% de la valeur attendue	exercices de relaxation et compression thoracique durant l'expiration dans différentes positions vs. positions uniquement	amélioration plus marquée de l'amplitude de mouvement thoracique et de la saturation en oxygène pour le groupe d'intervention par rapport au groupe témoin 45 minutes après l'intervention	B PEDro: non disponible
Tiep et al., 1986 ²⁹⁶	conception croisée A-B-A n = 12	âge: 67 ans VEMS: 0,75 l	PLB avec utilisation d'un oxymètre à capteur auriculaire vs. exercices de relaxation	saturation en oxygène, V_T , fréquence respiratoire: pas d'amélioration par les exercices de relaxation, amélioration SS avec PLB; volume respiratoire minute: pas de différence	B PEDro: non disponible

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; PLB = pursed-lip breathing (expirations à lèvres pincées); SS = statistiquement significatif; V_T = volume courant; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets des exercices de relaxation comparés aux effets de différentes interventions témoins

- Il est probable que des exercices de relaxation réduisent temporairement la fréquence respiratoire et les symptômes d'anxiété et de dyspnée chez les patients atteints de BPCO (GOLD III-IV) (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Renfroe, 1988³¹⁵ et Gift et al., 1992³¹⁷).
- Il est probable que des exercices de relaxation n'améliorent pas la fonction pulmonaire. Les effets sur l'hyperinflation n'ont pas encore été étudiés (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Renfroe, 1988³¹⁵ et Tiep et al., 1986²⁹⁶).
- Il existe des indications de ce que des exercices de relaxation améliorent l'amplitude des mouvements de la cage thoracique chez les patients atteints de BPCO (GOLD III) (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Kolaczowski et al., 1989³¹⁶).

Autres considérations

Dans la pratique clinique, il est possible que les patients dyspnéiques et anxieux tirent profit d'exercices de relaxation.

Exercices de relaxation

En ce qui concerne les exercices de relaxation, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Des exercices de relaxation peuvent être envisagés chez les patients présentant des symptômes de dyspnée et d'anxiété.

D.1.7 Entraînement avec supplémentation en oxygène

L'oxygénothérapie chronique améliore la survie des patients atteints de BPCO souffrant d'hypoxémie sévère au repos.³¹⁸ On suppose que le recours à une supplémentation en oxygène durant l'entraînement augmente la capacité d'effort chez les patients qui ne sont pas sous oxygénothérapie chronique. Les effets de cette intervention supplémentaire pour accroître l'efficacité de l'entraînement ont été testés chez des patients présentant ou non de la désaturation (saturation en oxygène < 90%) durant l'effort. Un certain nombre de mécanismes physiologiques ont été postulés concernant les effets d'une supplémentation en oxygène sur la capacité d'effort.^{319,320} Il subsiste encore des discussions sur la question de savoir si l'amélioration de la capacité d'effort durant l'entraînement se traduit par une amélioration cliniquement importante au cours du programme de réadaptation. Une revue systématique récemment publiée traite également de ce sujet.³²¹ Les études reprises dans cette revue seront évoquées séparément dans le paragraphe suivant.

Aperçu de la littérature

Plusieurs études ont constaté au cours d'épreuves d'effort maximal des effets aigus du recours à une supplémentation en oxygène sur la capacité d'effort chez des patients présentant ou non de la désaturation durant l'effort.^{319,320,322-324} Les études d'Emtner et Rooyackers ont démontré que les patients présentant ou non de la désaturation durant l'effort sont capables de supporter une intensité d'entraînements plus forte s'ils reçoivent une supplémentation en oxygène.^{325,326} L'étude d'Emtner est cependant à l'heure actuelle la seule à avoir mis en évidence une tendance reproductible, à savoir que le recours à une supplémentation en oxygène durant l'entraînement est susceptible d'améliorer l'état de santé subjectif et la capacité d'effort après un programme de réadaptation.³²⁵ Dans les autres études, les effets de l'entraînement avec ou sans supplémentation en oxygène n'étaient pas reproductibles.³²⁶⁻³²⁸ Le recours à une supplémentation en oxygène améliorait les résultats d'un test d'endurance après que les patients aient suivi un programme de réadaptation, tandis que l'amélioration de la distance de marche parcourue en six minutes était moins marquée que chez les patients qui respiraient l'air ambiant. Toutes les études qui ont évalué la qualité de vie ont observé une différence minimale en faveur des groupes qui recevaient une supplémentation en oxygène durant l'entraînement.³²⁵⁻³²⁷

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets d'un entraînement physique avec et sans supplémentation en oxygène

- Il a été démontré que le recours à une supplémentation en oxygène améliore les résultats d'un test d'endurance (distance, temps, nombre de pas) et d'une épreuve d'effort maximal (durée du test et charge maximale) chez les patients atteints de BPCO (niveau 1).
Qualité des articles trouvés: A1 (Bradley et al., 2007³²⁹).

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de programmes de réadaptation avec et sans supplémentation en oxygène

- Il est probable que le recours à une supplémentation en oxygène au cours de l'entraînement chez des patients présentant ou non de la désaturation durant l'effort améliore les résultats d'un test d'endurance effectué après le suivi d'un programme de réadaptation (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Emtner et al., 2003³²⁵ et Rooyackers et al., 1997³²⁶).
- Il est probable que le recours à une supplémentation en oxygène au cours de l'entraînement chez des patients présentant ou non de la désaturation durant l'effort n'améliore pas la distance de marche parcourue en six minutes après le suivi d'un programme de réadaptation (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Rooyackers et al., 1997³²⁶; Garrod et al., 2000³²⁷ et Wadell et al., 2001³²⁸).
- Il est probable que le recours à une supplémentation en oxygène au cours de l'entraînement n'engendre pas d'amélioration cliniquement significative de la qualité de vie après le suivi d'un

programme de réadaptation (niveau 2).

Qualité des articles trouvés: B (Etmner et al., 2003³²⁵; Rooyackers, 1997³²⁶ et Garrod, 2000³²⁷).

Conclusions scientifiques concernant la supplémentation en oxygène, basées sur l'opinion du groupe de travail

- En général, il est recommandé de ne pas laisser la saturation en oxygène descendre au-dessous de 90 pour cent durant l'entraînement. C'est pourquoi le recours à une supplémentation en oxygène durant l'entraînement est recommandé chez les patients ne présentant pas d'hypoxémie au repos mais bien une désaturation (saturation en oxygène < 90%) durant l'effort (niveau 4).
Qualité des articles trouvés: D (opinion du groupe de travail).

Autres considérations

Il a été démontré que le recours à une supplémentation en oxygène durant l'entraînement réduit les exigences ventilatoires pour une charge donnée, prolonge la durée de l'expiration et ralentit l'apparition d'une hyperinflation dynamique durant l'effort.^{320,330} Ces observations pourraient expliquer l'amélioration immédiate de la capacité d'effort observée lors du recours à une supplémentation en oxygène.^{325,326}

Il est possible que l'absence d'effets significatifs dans la plupart des études soit dû à des insuffisances méthodologiques.³²⁵ Cette discussion reste néanmoins du domaine de la spéculation aussi longtemps que la tendance positive qui a été observée dans une des études n'aura pas été confirmée dans des études à plus grande échelle.³²⁵ Il faudra alors examiner si les éventuels effets physiologiques justifient le coût et la charge associés à cette technique.

Il n'existe pas suffisamment de preuves en ce qui concerne la sécurité ou le danger de l'entraînement sans supplémentation en oxygène chez les patients qui présentent de la désaturation.³³¹

Entraînement avec supplémentation en oxygène

En ce qui concerne l'entraînement avec supplémentation en oxygène, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

En raison de la discordance entre les observations des différentes études et du nombre limité d'études disponibles, il est difficile de tirer des conclusions claires. Par conséquent, le recours systématique à une supplémentation en oxygène durant l'entraînement en vue d'améliorer les effets de l'entraînement n'est pas recommandé chez les patients qui ne présentent pas de désaturation durant l'effort.^{6,332,333} Chez les patients qui présentent de la désaturation durant l'effort, il est recommandé de ne pas laisser descendre la saturation en oxygène au-dessous de 90 pour cent. C'est pourquoi le recours à une supplémentation en oxygène durant l'entraînement est recommandé chez les patients ne présentant pas d'hypoxémie au repos mais bien une désaturation (saturation en oxygène < 90%) durant l'effort. Les patients qui présentent de l'hypoxémie au repos et qui sont sous oxygénothérapie chronique doivent poursuivre l'oxygénothérapie durant l'entraînement. Ils auront vraisemblablement besoin de davantage d'oxygène pendant l'effort qu'au repos pour éviter la désaturation.

D.1.8 Entraînement avec supplémentation en hélium et oxygène

L'administration supplémentaire d'un mélange gazeux de faible densité (par exemple un mélange à base d'hélium contenant 21% ou 40% d'oxygène) améliore les résultats des épreuves d'effort.^{330,334,335}

Aperçu de la littérature

Une seule étude a examiné les effets de l'utilisation d'hélium durant l'entraînement. L'utilisation d'hélium n'engendre pas d'amélioration supplémentaire de la capacité d'effort.³³⁶

Conclusions scientifiques basées sur un essai randomisé et contrôlé portant sur les effets de l'entraînement avec et sans administration d'une supplémentation en hélium et en oxygène

- Il existe des indications de ce que le recours à une supplémentation en hélium et oxygène durant l'entraînement ne contribue pas à améliorer la capacité d'effort (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Johnson et al., 2002³³⁶).

Autres considérations

On suppose que l'inspiration de mélanges gazeux de faible densité réduit les turbulences du flux d'air dans les grosses bronches. Il en résulterait une augmentation du débit expiratoire et, par conséquent, une réduction de l'hyperinflation dynamique et du travail respiratoire. L'amélioration de la tolérance à

l'effort observée lors d'épreuves d'effort était plus importante que l'amélioration décrite dans les études ayant examiné le recours à une supplémentation en oxygène.³³⁵
Avec la technologie actuelle, le coût de l'administration d'un mélange gazeux de faible densité pendant toute une séance d'entraînement est considérable.

Entraînement avec supplémentation en hélium et oxygène

En ce qui concerne l'entraînement avec supplémentation en hélium et oxygène, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

À l'heure actuelle, le recours à une supplémentation par un mélange gazeux de faible densité durant l'entraînement n'est pas recommandé chez les patients atteints de BPCO.

D.1.9 Ventilation mécanique non invasive

La ventilation mécanique non invasive décharge les muscles respiratoires, ce qui se traduit par une réduction du travail respiratoire. Suite à cela, les patients pourraient éventuellement supporter une plus forte intensité d'entraînement, ce qui se traduirait par une amélioration plus importante de la capacité d'effort. Les effets aigus de différentes formes d'assistance ventilatoire sur la dyspnée et la tolérance à l'effort chez les patients atteints de BPCO ont été examinés lors de diverses études.^{155,337,338} Ces études ont en grande partie confirmé les effets aigus positifs d'une assistance ventilatoire sur la sensation de dyspnée, le travail respiratoire et la tolérance à l'effort, principalement chez les patients souffrant d'obstruction sévère des voies respiratoires qui présentent des limitations principalement ventilatoires durant l'effort. Plusieurs études ont également cherché à déterminer si ces effets positifs aigus se traduisaient par une amélioration clinique significative après la réadaptation.

Aperçu de la littérature

Trois études portant sur des patients atteints de BPCO hypercapniques et fortement limités ont apporté des preuves de ce que le recours à une assistance ventilatoire sous forme de ventilation à pression positive durant l'entraînement se traduit par des effets plus marqués de l'entraînement.³³⁹⁻³⁴¹ Une autre étude a démontré que la durée de l'entraînement et la charge maximale tolérée augmentent si les patients bénéficient d'une assistance ventilatoire.³³⁶ Ces observations n'ont pas encore été confirmées chez des patients présentant une obstruction moins sévère des voies respiratoires.³⁴²

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de l'entraînement avec et sans ventilation non invasive

- Il est probable que l'entraînement avec ventilation non invasive engendre une amélioration supplémentaire minime de la capacité d'effort chez les patients atteints de BPCO avec obstruction sévère des voies respiratoires (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Van 't Hul et al., 2006³⁴¹; Costes et al., 2003³³⁹; Hawkins et al., 2002³⁴⁰ et Johnson et al., 2002³³⁶).
- Il existe des indications de ce que la ventilation non invasive est moins efficace chez des patients chez qui la limitation durant l'effort n'est pas principalement ventilatoire (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Bianchi et al., 1998³⁴²).

Autres considérations

Le recours à une ventilation non invasive exige une supervision intensive du patient et est par conséquent exigeante en termes de travail. Un thérapeute doit être disponible pour chaque patient, ce qui augmente considérablement le coût du programme de réadaptation. En outre, une telle intervention n'est pas bien tolérée par tous les patients. Cela s'est traduit par un pourcentage élevé d'abandons dans l'une des études réalisées.³⁴²

Ventilation mécanique non invasive

En ce qui concerne la ventilation mécanique non invasive, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Les éléments probants disponibles, associés à la charge potentielle pour le patient et le thérapeute, rendent impossible de recommander le recours à une assistance ventilatoire pendant la réadaptation. Des études prospectives à plus grande échelle doivent être réalisées en vue de déterminer si cette

technique est susceptible d'apporter une contribution utile à un programme de réadaptation respiratoire.

D.1.10 Exacerbations aiguës au cours du programme de réadaptation

Les exacerbations aiguës de BPCO ont une influence sur le programme de réadaptation et représentent une cause importante d'abandon par les patients de leur programme d'entraînement à domicile ou de leur programme de réadaptation.³⁴³ Elles ont un impact négatif sur la fonction pulmonaire, la qualité de vie et la fonction musculaire des patients.^{75,344-346} On observe également une réduction de la quantité d'activités quotidiennes avec portée de poids, cela tant pendant qu'après la période d'aggravation des symptômes.^{77,78} Une exacerbation aiguë doit être diagnostiquée et traitée par un médecin.³⁴⁷ Le diagnostic est le plus souvent posé sur base de symptômes tels que dyspnée, augmentation de la production d'expectorations et accentuation du caractère purulent des expectorations. Les patients qui présentent un seul de ces trois symptômes font une exacerbation légère, la présence de deux des trois symptômes est considérée comme correspondant à une exacerbation modérée à sévère et la présence de l'ensemble des trois symptômes indique une exacerbation sévère.³⁴⁸ Les modifications de la fonction pulmonaire sont généralement trompeuses et ne permettent pas de poser un diagnostic.³⁴⁷ Une douleur au niveau de la poitrine est un signal d'alarme qui nécessite de consulter un médecin et constitue un motif d'interruption temporaire du programme d'entraînement. On doit anticiper l'apparition d'exacerbations aiguës et il est souvent conseillé d'interrompre le programme pendant une brève période ou de l'adapter (supplémentation en oxygène, entraînement par intervalles ou entraînement contre résistance).

Aperçu de la littérature

Pour éviter l'impact négatif des exacerbations aiguës sur l'état de santé, la fonction musculaire et le niveau d'activité quotidienne, un certain nombre d'études ont examiné les effets d'un entraînement précoce pendant ou immédiatement après l'exacerbation. Probst et al. ont étudié l'efficacité d'un entraînement contre résistance quotidien du muscle quadriceps fémoral chez des patients ayant dû être hospitalisés suite à une exacerbation aiguë.³⁴⁹ L'entraînement contre résistance a été bien toléré, n'a eu aucune influence sur l'inflammation systémique et est apparu suffisant pour empêcher la perte de force musculaire habituellement observée pendant et immédiatement après une exacerbation aiguë.

Une autre étude a décrit les effets d'un programme de réadaptation ambulatoire de huit semaines immédiatement après une hospitalisation pour exacerbation aiguë.³⁵⁰ Les auteurs sont parvenus à la conclusion qu'un tel programme est sans danger et bien toléré et améliore la capacité d'effort et l'état de santé. L'intensité et la durée des différentes formes d'entraînement n'ont malheureusement pas été enregistrées.

Quatre autres études à petite échelle sont résumées dans une revue systématique de Puhan et al.⁹⁰ Elles confirment l'efficacité d'une réadaptation immédiatement après une exacerbation aiguë. En raison des insuffisances méthodologique de ces études et du risque potentiel de biais de publication dans le cas des études à petite échelle, il est néanmoins recommandé d'entreprendre des études de réadaptation à plus grande échelle chez des patients après une exacerbation aiguë. Des études à plus grande échelle avec une durée de suivi plus longue permettraient également de déterminer la fréquence de réhospitalisation en plus de la capacité d'effort et de l'état de santé.

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de la réadaptation respiratoire après une exacerbation aiguë

- Il existe des indications de ce que la réadaptation après une exacerbation aiguë est bien tolérée et améliore la capacité d'effort et l'état de santé (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Puhan et al., 2005⁹⁰).

Conclusions scientifiques concernant la réadaptation respiratoire après une exacerbation aiguë, basées sur l'opinion du groupe de travail

- Le groupe de travail est d'avis qu'il est nécessaire de reprendre le plus rapidement possible la réadaptation après une exacerbation aiguë. Pour permettre aux patients de suivre un programme de réadaptation pendant ou après une exacerbation aiguë, il est vraisemblablement nécessaire de limiter l'intensité des entraînements ou de réduire le travail respiratoire pendant les exercices en introduisant l'entraînement par intervalles ou l'entraînement contre résistance. Chez les patients qui présentent une faiblesse musculaire particulièrement marquée, l'électrostimulation neuromusculaire constitue une autre option de traitement pour une réactivation précoce

(niveau 4).

Qualité des articles trouvés: D (opinion du groupe de travail).

Autres considérations

Dans les études qui le mentionnaient spécifiquement, aucune complication n'est survenue pendant la réadaptation après une exacerbation aiguë. Il n'y a pas eu d'études consacrées au problème des exacerbations de différentes intensités au cours d'un programme de réadaptation.

Exacerbations aiguës au cours du programme de réadaptation

En ce qui concerne les exacerbations aiguës au cours du programme de réadaptation, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Il est recommandé d'adapter les stratégies d'entraînement pour offrir aux patients la possibilité de recommencer à participer à un programme de réadaptation le plus rapidement possible après une exacerbation aiguë. On peut avoir recours à l'entraînement par intervalles, à l'entraînement contre résistance ou à l'électrostimulation neuromusculaire pour réactiver immédiatement le patient et empêcher une détérioration plus importante de son statut fonctionnel.

D.2 Formes de traitement visant à favoriser l'évacuation du mucus

La kinésithérapie propose différentes méthodes visant à favoriser l'évacuation du mucus. Les techniques suivantes seront décrites: toux ou expiration forcée, drainage autogène, insufflateur/exsufflateur, drainage postural, entraînement, percussion et vibration mécanique, pression expiratoire positive et flutter.

D.2.1 Toux, expectoration et drainage autogène

Le débit expiratoire est élevé lors de la toux et de l'expiration forcée; cela contribue au transport du mucus des bronches périphériques vers les grosses bronches centrales.^{351,352} Pendant la toux, il apparaît initialement une pression intrathoracique élevée avec la glotte fermée; lors de l'ouverture de la glotte, un puissant flux d'air expiratoire est expulsé.³⁵³ Pendant l'expectoration, par contre, il y a expiration forcée avec la glotte ouverte et la pression intrathoracique est moins élevée.³⁵⁴ Idéalement, le débit expiratoire doit être supérieur à 2,5 m/s, mais un débit de 1 m/s est une exigence minimale.³⁵² Le drainage autogène est une combinaison d'exercices respiratoires contrôlés où l'on fait varier la fréquence, la profondeur d'inspiration et la force d'expiration et qui vise à développer un flux d'air maximal aux différents niveaux de l'arbre bronchique.³⁵⁵

Aperçu de la littérature

À côté de l'expectoration et de la toux, l'entraînement engendre un débit expiratoire élevé qui est tout aussi efficace pour stimuler le transport du mucus au départ des bronches centrales et intermédiaires.^{356,357} Chez les patients présentant une instabilité bronchique (emphysème), cependant, des manœuvres expiratoires forcées peuvent provoquer un collapsus bronchique et un transport insuffisant du mucus. La toux et l'expectoration sont d'autant plus efficaces que la couche de mucus est plus épaisse.³⁵² Une étude *in vitro* a montré qu'une toux interrompue avec de brefs intervalles pourrait être plus efficace qu'une toux avec de plus longs intervalles.³⁵⁸ L'efficacité clinique doit encore être démontrée, mais certains patients appliquent spontanément cette technique. Une revue systématique sur l'efficacité de la kinésithérapie, y compris les manœuvres expiratoires forcées, chez les patients atteints de BPCO et de bronchectasies a mis en évidence des effets statistiquement significatifs sur l'évacuation du mucus et l'élimination d'un aérosol radioactif.³⁵⁹ On n'a pas observé d'effets significatifs sur la fonction pulmonaire. Des revues systématiques sur la kinésithérapie chez les patients atteints de mucoviscidose sont parvenues à la conclusion que des techniques d'expectoration appliquées par le patient lui-même sont aussi efficaces que la kinésithérapie thoracique classique ou '*chest physiotherapy*' pour améliorer l'évacuation du mucus.^{360,361} Les patients avaient tendance à préférer les techniques qui leur permettaient de ne pas dépendre de la kinésithérapie thoracique.³⁶⁰ Il existe des indications de ce que l'évacuation du mucus se fait le plus rapidement par drainage autogène chez les patients atteints de mucoviscidose.³⁶² Étant donné le nombre limité et la médiocre qualité des publications disponibles, il est cependant impossible de tirer des conclusions définitives sur l'efficacité de la kinésithérapie pour améliorer l'évacuation du mucus. Le tableau 20 propose un aperçu des études portant sur les effets des manœuvres expiratoires forcées sur le transport du mucus chez les patients atteints de BPCO.

Tableau 20. Etudes portant sur les effets des manœuvres expiratoires forcées sur le transport du mucus chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Van der Schans et al., 1986 ³⁸⁰	n = 9	âge: 57 ans VEMS: 57% de la valeur attendue	percussion pendant 10 min vs. percussion, exercices respiratoires et toux pendant 20 min vs. exercices respiratoires et toux pendant 20 min	une combinaison de percussion, exercices respiratoires et toux est plus efficace que la seule percussion et aussi efficace qu'une combinaison d'exercices respiratoires et toux	C PEDro: non disponible
Savci et al., 2000 ³⁶⁴	RCT n = 30	âge: 60 ans VEMS: 40% de la valeur attendue	drainage autogène vs. cycle respiratoire actif 20 jours	efficacité équivalente pour l'évacuation du mucus et l'amélioration de la fonction pulmonaire	B PEDro: 4/10
Jones, 2000 ³⁵⁹	méta-analyse de 7 RCT total: n = 126	patients atteints de BPCO (emphysème ou bronchite chronique) ou de bronchectasies	drainage postural, percussion, vibration, agitation, toux, manœuvres expiratoires forcées	effet positif sur le transport du mucus, mais non sur la fonction pulmonaire	A2 la qualité méthodologique des études reprises dans la méta-analyse était médiocre

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie

Conclusions scientifiques basées sur une méta-analyse portant sur les interventions kinésithérapeutiques visant à améliorer le transport du mucus

- Il existe des indications de ce que la kinésithérapie, y compris les manœuvres expiratoires forcées, améliore le transport du mucus, mais est dépourvue d'effet sur la fonction pulmonaire (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: A2 (Jones et Bowe, 2000³⁵⁹).

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets des manœuvres expiratoires forcées comparées à la percussion

- Il existe des indications de ce que des manœuvres expiratoires forcées telles que la toux et l'expectoration permettent une meilleure évacuation du mucus que la percussion chez les patients atteints de BPCO (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Van der Schans et al., 1996³⁶³).

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets du drainage autogène comparés à ceux de la technique de cycle respiratoire actif ou 'active cycle of breathing'

- Il existe des indications de ce que le drainage autogène et la technique de cycle respiratoire actif ou 'active cycle of breathing' présentent une efficacité comparable en termes d'amélioration du transport du mucus et de la fonction pulmonaire chez les patients atteints de BPCO (stade GOLD

non spécifié) (niveau 3).

Qualité des articles trouvés: B (Savci et al., 2000³⁶⁴).

Autres considérations

Dans la pratique clinique, les patients tirent souvent profit d'une combinaison de techniques, à condition que celles-ci soient appliquées correctement. Ainsi, par exemple, la force expiratoire lors des manœuvres expiratoires forcées doit être adaptée chez les patients qui présentent un collapsus trachéobronchique. En outre, la durée du traitement dépend de la sévérité de l'obstruction des voies respiratoires et du degré de viscosité des expectorations. L'objectif du kinésithérapeute doit être d'apprendre au patient à appliquer ces techniques de manière indépendante.

Toux, expectoration et drainage autogène

En ce qui concerne la toux, l'expectoration et le drainage autogène, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Il convient d'enseigner aux patients atteints de BPCO et présentant une rétention de mucus la bonne technique pour évacuer efficacement les sécrétions. Il est du ressort du kinésithérapeute de sélectionner la technique ou la combinaison de techniques appropriée sur base d'observations cliniques telles que réduction de la force musculaire expiratoire et présence ou non d'un collapsus trachéobronchique. On doit inciter les patients à appliquer ces techniques de manière indépendante.

D.2.2 Techniques complémentaires

D.2.2.1 Compression manuelle de la cage thoracique et de l'abdomen

Une expiration forcée peut s'effectuer avec compression manuelle de la cage thoracique ou de l'abdomen chez les patients qui présentent une faiblesse des muscles expiratoires.

Aperçu de la littérature

L'efficacité de la compression manuelle a été étudiée au sein de trois groupes: personnes en bonne santé, patients souffrant d'affections neuromusculaires avec et sans scoliose et patients atteints de BPCO.^{365,366} Les patients atteints de BPCO présentaient un débit expiratoire de pointe plus faible lors des manœuvres expiratoires forcées avec compression manuelle que lors des mêmes manœuvres sans compression. Les résultats de cette technique n'ont pas été étudiés de manière spécifique chez les patients atteints de BPCO présentant une faiblesse des muscles expiratoires. Le tableau 21 propose un aperçu des études portant sur les effets de la compression manuelle de la cage thoracique sur l'évacuation du mucus.

Tableau 21. Etudes portant sur les effets de la compression manuelle pendant la toux chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Sivasothy et al., 2001 ³⁶⁵	n = 8	âge: 65 ans VEMS: 37% de la valeur attendue	compression manuelle de la cage thoracique pour faciliter les manœuvres de toux	débit maximal pendant la toux SS plus faible lors de compression: de 370 l/min à 226-245 l/min (selon la technique utilisée); volume de toux non SS inférieur	B PEDro: non disponible

VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie; SS = statistiquement significatif

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets de la compression manuelle de la cage thoracique et de l'abdomen pendant la toux à ceux de la toux seule

- Il existe des indications de ce que les patients atteints de BPCO ne présentant pas de faiblesse des muscles expiratoires ne tirent aucun profit de la compression manuelle de la cage thoracique ou de l'abdomen pendant la toux (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Sivasothy et al., 2001³⁶⁵).

Autres considérations

En appliquant une compression manuelle, on tente d'améliorer l'efficacité de la toux ou de l'expectoration chez les patients qui ne parviennent pas à évacuer efficacement leurs sécrétions. Dans la pratique clinique, cela peut s'avérer utile chez certains patients.

Compression manuelle de la cage thoracique et de l'abdomen

En ce qui concerne la compression manuelle de la cage thoracique et de l'abdomen, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

La compression manuelle pendant la toux ou l'expectoration peut être envisagée chez les patients qui présentent une faiblesse des muscles expiratoires.

D.2.2.2 Drainage postural

Chez des personnes en bonne santé, l'effet de la pesanteur sur l'élimination du mucus est négligeable. Il peut cependant en être autrement en présence de modifications des propriétés viscoélastiques du mucus, de la fonction de l'épithélium cilié, de la quantité de mucus et de l'épaisseur de la couche périciliaire.³⁶⁷ Le drainage postural consiste à tirer parti de la pesanteur pour mobiliser le mucus. Dans la pratique, on maintient pendant vingt minutes une certaine position dans laquelle la branche bronchique visée se trouve en position verticale.

Aperçu de la littérature

La position du corps a également une influence sur la ventilation, la perfusion et l'échange gazeux. Chez les patients qui présentent des bronchectasies et une production excessive de mucus, le drainage postural pendant la réalisation de manœuvres expiratoires forcées améliore davantage le transport et l'évacuation du mucus que les manœuvres expiratoires forcées uniquement.³⁶⁸

Conclusions scientifiques basées sur les études non contrôlées portant sur les effets du drainage postural

- Il existe des indications de ce que le drainage postural est efficace chez les patients atteints de BPCO avec production excessive de mucus (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: C (Fink, 2002³⁶⁹ et Sutton et al., 1983³⁶⁸).

Autres considérations

Le drainage postural peut être envisagé en tant qu'intervention supplémentaire si les manœuvres expiratoires forcées ne sont pas suffisamment efficaces, ainsi que chez les patients qui présentent une rétention localisée de mucus (bronchectasies).

Drainage postural

En ce qui concerne le drainage postural, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Le drainage postural est une intervention supplémentaire envisageable pour le traitement de rétention de mucus.

D.2.2.3 Effort

Durant l'effort, la vitesse du courant expiratoire, le volume respiratoire minute et l'activité du système nerveux sympathique augmentent. Suite à cela, la fréquence de vibration des cils s'accélère, la viscosité du mucus diminue et, par conséquent, le transport du mucus se trouve facilité.³⁷⁰

Aperçu de la littérature

Des non fumeurs en bonne santé présentaient deux heures après un entraînement une évacuation du mucus significativement plus importante qu'un groupe témoin sans entraînement.³⁷⁰ Ces observations n'ont cependant pas été confirmées lors d'une autre étude.³⁷¹ Chez les patients atteints de bronchite chronique, la fourniture d'un effort (rouler à vélo) stimulait l'évacuation du mucus, mais la toux était plus efficace.³⁷² Les principaux facteurs responsables de cette amélioration de l'évacuation du mucus sont l'augmentation du volume respiratoire minute et de la vitesse de circulation de l'air, le mouvement des poumons et l'augmentation de l'activité sympathique. L'effort est efficace chez les patients atteints de BPCO, mais ne remplace pas les techniques spécifiques visant à favoriser la vidange des bronches.

Le tableau 22 propose un aperçu des études portant sur les effets de l'effort sur l'évacuation du mucus.

Tableau 22. Etudes portant sur les effets de l'effort sur le transport du mucus chez les patients atteints de BPCO

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Oldenburg et al., 1979 ³⁷²	conception croisée n = 8	âge: 62 ans VEMS: 58,4% de la valeur attendue	drainage postural vs. effort vs. témoin (repos)	effet ss de l'effort sur la production d'expectorations, plus que la toux; le drainage postural est dépourvu d'effet sur la production d'expectorations	B PEDro: 4/10

VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie; SS = statistiquement significatif

Conclusions scientifiques basées sur une étude ouverte portant sur les effets du drainage postural, de l'effort et des manœuvres de toux sur l'évacuation du mucus

- Il existe des indications de ce que l'effort améliore l'évacuation du mucus chez les patients souffrant de bronchite chronique, mais est moins efficace que la toux (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: C (Oldenburg et al., 1979³⁷²).

Autres considérations

Dans la pratique clinique, les patients toussent souvent efficacement pendant l'effort et lors d'un changement de position du corps.

Effort

En ce qui concerne l'effort, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Les patients atteints de BPCO avec troubles de l'évacuation du mucus doivent, en plus des autres interventions, être stimulés à être physiquement actifs et à fournir des efforts pour améliorer le transport du mucus.

D.2.2.4 Percussion et vibration de la cage thoracique

La vibration engendrée par la percussion de la cage thoracique ou par un vibreur mécanique est transmise au tissu pulmonaire et aux bronches centrales. Le but visé est de décoller le mucus et de stimuler l'activité des cils vibratiles. Il est également possible que la composition du mucus se trouve modifiée par la vibration.^{373,374}

Aperçu de la littérature

Hansen³⁷⁵ et Thomas³⁷⁶ ont résumé dans leurs articles de revue les mécanismes d'action de la percussion manuelle et de la vibration mécanique. La vibration mécanique pourrait améliorer la

viscosité du mucus, stimuler la toux ou amplifier le mouvement des cils vibratiles via un phénomène de résonance.³⁷⁴ En outre, Thomas et al. ont constaté une amélioration de la fonction des cils vibratiles et des modifications de la composition du mucus.³⁷⁶ Une fréquence de percussion comprise entre 15 et 25 hertz semble optimale pour favoriser le transport du mucus, mais une telle fréquence ne peut pas être obtenue manuellement.³⁷⁷ Il n'existe aucune étude d'une qualité méthodologique suffisante ayant démontré l'efficacité de la percussion. L'ajout de la percussion au drainage postural ne fournit pas de meilleurs résultats que le drainage postural uniquement³⁷⁸ ou que le drainage postural combiné à la toux.³⁷⁹ La percussion n'est pas non plus efficace en complément à une combinaison de drainage postural, toux et expirations forcées.³⁸⁰ La vibration manuelle est inefficace en raison de sa trop basse fréquence.³⁸¹ L'efficacité de fréquences plus élevées n'a pas encore été démontrée dans le cadre d'études cliniques.

Conclusions scientifiques concernant la percussion et la vibration de la cage thoracique, basée sur l'opinion du groupe de travail

- Le groupe de travail est d'avis que la vibration manuelle de la cage thoracique est inefficace (niveau 4).
Qualité des articles trouvés: D (opinion du groupe de travail).
- Le groupe de travail est d'avis que des fréquences d'oscillation supérieures à 5 hertz pourraient s'avérer plus efficaces, mais cette hypothèse n'a pas encore été démontrée dans des études cliniques (niveau 4).
Qualité des articles trouvés: D (opinion du groupe de travail).

Autres considérations

Les vibrations et oscillations de la cage thoracique peuvent être considérées comme de petites manœuvres de toux rapides. La fréquence optimale dans des modèles animaux est de l'ordre de 15 hertz.³⁸¹ Lors de percussion/vibration manuelle, la fréquence maximale qu'il est possible d'atteindre est de 5 hertz.^{377,381}

Percussion et vibration de la cage thoracique

En ce qui concerne la percussion et la vibration de la cage thoracique, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

La vibration manuelle n'est pas une technique efficace pour améliorer l'évacuation du mucus.

D.2.2.5 Pression expiratoire positive (PEP)

Mécanisme d'action: Pour que le mucus puisse être expectoré au départ des plus petites bronches, il doit d'abord être déplacé jusqu'à des bronches plus centrales. On peut utiliser pour cela un masque ou une pièce buccale à pression expiratoire positive afin de faire respirer le patient contre une pression expiratoire de 10 à 20 cmH₂O. La capacité fonctionnelle résiduelle des poumons fait que les bronches demeurent ouvertes durant l'expiration.³⁸² L'application d'une pression expiratoire positive augmente le gradient de pression entre alvéoles ouvertes et fermées, ce qui diminue la résistance au niveau des bronches collatérales et des bronchioles.^{383,384} Ce processus améliore la ventilation collatérale, ce qui permet à l'air de parvenir derrière le bouchon de mucus. Le mucus peut de cette manière être déplacé vers les bronches plus centrales.

Aperçu de la littérature

La pression expiratoire positive engendre une augmentation temporaire de la capacité fonctionnelle résiduelle (CFR), une diminution de la résistance des bronches (collatérales) et l'ouverture des bronchioles obstruées.³⁸⁵ Lors d'une étude portant sur des patients atteints de bronchite chronique, l'utilisation d'une pression expiratoire positive a engendré une réduction du nombre d'exacerbations aiguës, une diminution de la consommation de médicaments, une toux moins fréquente et une moindre détérioration de la fonction pulmonaire sur une période de douze mois.³⁸⁶ Une autre étude chez des patients atteints de BPCO ayant été admis dans un service de soins intensifs pour une exacerbation aiguë a démontré que la pression expiratoire positive combinée à la toux assistée permettait une meilleure évacuation du mucus que la toux assistée uniquement.³⁸⁷ Le tableau 23 propose un aperçu des études portant sur les effets de la pression expiratoire positive sur l'évacuation du mucus.

Tableau 23. Etudes ayant examiné les effets d'une pression expiratoire positive (PEP) sur le transport du mucus

Auteur, année	Conception de l'étude; nombre de patients	Caractéristiques des patients: âge; VEMS	Intervention et contrôle	Résultats	Classe de preuve
Van Hengstum et al., 1991 ³⁸⁹	croisée n = 7	âge: 62 ans VEMS: 56% de la valeur attendue bronchite chronique avec production importante d'expectorations	PEP vs. expirations forcées et drainage postural	pas d'effet SS sur l'évacuation régionale du mucus	B PEDro: non disponible
Van Hengstum et al., 1988 ³⁹⁰	croisée n = 8	âge: 63 ans VEMS: 1,79 l bronchite chronique avec production importante d'expectorations	PEP vs. expirations forcées et drainage postural	les expirations forcées sont plus efficaces que la PEP pour l'évacuation trachéobronchique du mucus	B PEDro: non disponible
Christensen et al., 1990 ³⁸⁶	RCT n = 43	âge: 62 ans VEMS: 70% de la valeur attendue	PEP vs. expirations forcées, toux et drainage postural	groupe PEP: ↓ SS de la production d'expectorations, de la toux, des exacerbations, de la consommation d'antibiotiques et de mucolytiques et détérioration plus lente du VEMS par rapport au groupe témoin	B PEDro: 4/10
Bellone et al., 2002 ³⁸⁷	RCT n = 27	âge: 65 ans VEMS/CVF: 39% de la valeur attendue avec insuffisance respiratoire	PEP et toux vs. toux uniquement	groupe PEP: ↑ SS de la production d'expectorations et délai avant sevrage plus court par rapport au groupe témoin; pas de différence en termes de mortalité	B PEDro: 5/10

RCT = randomized controlled trial ou essai randomisé et contrôlé; VEMS = volume expiratoire maximal par seconde; CVF = capacité ventilatoire fonctionnelle; PEDro = Physiotherapy Evidence Database ou base de données des éléments probants en kinésithérapie; SS = statistiquement significatif

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de la pression expiratoire positive comparés à ceux d'un traitement médical standard chez un groupe témoin

- Il existe des indications de ce que l'application d'une pression expiratoire positive chez les patients atteints de BPCO (bronchite chronique / GOLD II-IV) se traduit par une moindre morbidité et une moindre détérioration de la fonction pulmonaire (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: A2 (Christensen et al., 1990³⁸⁶).

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets de la combinaison d'une pression expiratoire positive et de la toux assistée à ceux de la toux assistée uniquement

- Il existe des indications de ce que la combinaison d'une pression expiratoire positive et de la toux assistée permet une meilleure évacuation du mucus que la toux assistée uniquement chez les patients hospitalisés en unité de soins intensifs et placés sous ventilation mécanique non invasive suite à une exacerbation (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Bellone et al., 2002³⁸⁷).

Autres considérations

Une pression expiratoire positive semble également efficace chez les patients atteints de mucoviscidose.³⁸⁸ Lors de deux études croisées, son effet sur la quantité d'expectorations évacuées était cependant inférieur à celui obtenu par la mise en œuvre de techniques d'expiration forcée. Aucun effet sur la clairance pulmonaire régionale n'a été observé.^{389,390}

Pression expiratoire positive (PEP)

En ce qui concerne la pression expiratoire positive, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Il n'existe pas suffisamment de preuves de ce que l'utilisation d'une pression expiratoire positive apporte une aide chez les patients atteints de BPCO. Cette technique pourrait s'avérer utile chez les patients atteints de bronchite chronique (GOLD II-IV) qui présentent une production excessive de mucus.

D.2.2.6 Flutter

Mécanisme d'action: Le flutter utilise une combinaison d'une pression expiratoire positive et de vibrations ou d'oscillations appliquées via la bouche. Une pression expiratoire de 5 à 35 cmH₂O est générée en demandant au patient de maintenir une petite balle en l'air en soufflant dessus. Les mouvements de la balle produisent des vibrations à une fréquence de 8 à 26 hertz.³⁹¹ La dilatation des bronches qui survient suite à la pression expiratoire accrue et la vibration des bronches assureraient un transport plus efficace du mucus.³⁹²

Aperçu de la littérature

Deux études ont examiné les effets du flutter en complément à la kinésithérapie ou au lieu de celle-ci.^{393,394} Ces deux études, qui portaient sur des patients atteints de mucoviscidose, sont d'une qualité méthodologique médiocre et font en outre état de résultats incohérents. Une étude sur un petit groupe de patients atteints de BPCO ayant présenté une exacerbation aiguë a comparé les effets du drainage postural, du flutter et des expirations forcées (ELTGOL ou expiration lente totale glotte ouverte en décubitus latéral) sur la saturation en oxygène, la fonction pulmonaire et l'évacuation du mucus. Toutes les formes de traitement présentaient une efficacité équivalente en termes d'évacuation du mucus, mais le flutter et l'ELTGOL avaient un effet plus prolongé. On n'a pas constaté d'effets sur la saturation en oxygène et la fonction pulmonaire.³⁹⁵

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant comparé les effets du flutter à ceux des techniques kinésithérapeutiques pour favoriser l'évacuation du mucus

- Il existe des indications de ce que le flutter n'est pas plus efficace que le drainage postural ou les techniques d'expiration forcée pour favoriser l'évacuation du mucus chez les patients atteints de BPCO présentant une exacerbation aiguë (niveau 3).
Qualité des articles trouvés: B (Bellone et al., 2000³⁹⁵).

Autres considérations

L'utilisation du flutter chez des patients stables atteints de BPCO n'a pas encore été étudiée.

Flutter

En ce qui concerne le flutter, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

L'activité du flutter n'a pas encore été étudiée en détail chez les patients atteints de BPCO et cette technique ne peut dès lors pas être recommandée à l'heure actuelle.

D.3 Préservation des effets du traitement/suivi et incitation à maintenir les modifications apportées au mode de vie

D.3.1 Préservation des effets du traitement/suivi

Le suivi après un programme de réadaptation est un élément important: en effet, plusieurs études font état d'une détérioration de la capacité d'effort après la fin du programme.^{261,396} Une exacerbation aiguë est l'une des raisons susceptibles d'amener un patient à abandonner son programme d'entraînement à domicile.³⁴³

La forme de suivi la plus efficace n'a pas encore été identifiée. Deux études ayant évalué un programme de six mois ont mis en évidence des effets à long terme (plus d'un an après la fin de la réadaptation) en l'absence de programme d'entretien strict.^{133,237} Après des programmes de courte durée, une approche plus intensive des soins de suivi semble toutefois nécessaire. Les effets positifs d'un programme ambulatoire de huit semaines et d'un programme clinique de six semaines n'ont pas pu être préservés par des soins de base²⁶¹ ni par des entretiens téléphoniques réguliers et des consultations de suivi mensuelles.^{260,343}

Aperçu de la littérature

En tant que suivi d'un programme de réadaptation de huit semaines, un programme d'entretien d'un an consistant en un entretien téléphonique hebdomadaire et des séances de renforcement mensuelles incluant un entraînement en effort n'a apporté qu'une faible amélioration de la préservation des effets de l'entraînement.²⁶⁰ Heppner et al. ont également examiné les effets d'un programme d'entretien d'un an après la fin d'un programme de réadaptation respiratoire de huit semaines.³⁹⁷ Les patients étaient invités à participer régulièrement à des séances de marche. Ils n'ont pas constaté de différence entre les groupes, ni en termes de comportement de marche, ni en ce qui concerne la préservation des effets de l'entraînement.³⁹⁷

Conclusions scientifiques basées sur les études portant sur les effets de programmes de réadaptation respiratoire avec et sans interventions d'entretien

- Il est probable que les stratégies d'entretien utilisées jusqu'à présent après une réadaptation respiratoire n'engendrent pas d'amélioration cliniquement importante des résultats à long terme. Il est également probable que ces stratégies ne sont dès lors vraisemblablement pas à même d'induire des modifications permanentes du mode de vie chez les patients atteints de BPCO (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Ries et al., 2003²⁶⁰ et Heppner et al., 2006³⁹⁷).

Autres considérations

Les recommandations de l'*American College of Sports Medicine* spécifient: « Un facteur important est le développement d'un programme individuel qui propose la juste quantité d'activité physique pour obtenir un bénéfice maximal avec un risque aussi faible que possible. Il faut mettre l'accent sur les facteurs qui favorisent des modifications permanentes du mode de vie et qui incitent à mener une vie physiquement active. ». ¹¹⁶ Les études actuelles montrent que la réadaptation respiratoire n'induit pas de modifications du mode de vie, ce qui fait que des programmes d'entretien ultérieurs sont indispensables. Sur base des données disponibles, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour trouver des interventions de suivi efficaces susceptibles de mener à des effets à long terme chez les patients atteints de BPCO.

Préservation des effets du traitement/suivi

En ce qui concerne la préservation des effets du traitement et le suivi, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

Sur base de la littérature, on ne peut que recommander de prévoir un suivi régulier après la fin d'un programme de réadaptation et de se montrer attentif au cours des périodes d'exacerbations aiguës. Ces exacerbations aiguës sont d'importants stimulants à l'inactivité et aboutissent à une détérioration de la condition physique chez les patients concernés. L'approche la plus réaliste et la plus rentable pour ce type d'interventions doit encore être déterminée dans des études à venir.

D.3.2 Incitation à modifier de manière permanente son mode de vie

Intuitivement, il est important chez les patients atteints de BPCO d'encourager l'activité physique au cours des programmes de réadaptation respiratoire ou dans le cadre des soins de première ligne. Il semble logique de combiner des stratégies d'entraînement qui fourniront un effet physiologique maximal pendant la réadaptation avec d'autres stratégies visant à promouvoir une activité physique

régulière à long terme. Les directives de l'*American College of Sports Medicine* et de l'*American Heart Association* en ce qui concerne l'activité physique et la santé chez les personnes âgées mentionnent un critère auquel on peut comparer l'activité physique quotidienne des patients atteints de BPCO.³⁹⁸ Pour préserver un état de santé optimal et conserver leur indépendance fonctionnelle, les personnes âgées (souffrant ou non de pathologies chroniques) doivent selon ces directives pratiquer soit une activité physique d'intensité modérée pendant au moins trente minutes par jour cinq jours par semaine soit une activité physique intensive pendant au moins vingt minutes par jour trois jours par semaine. Il est également possible de respecter ce critère en cumulant plusieurs périodes d'au moins dix minutes. L'activité physique peut être une activité de la vie quotidienne, une séance structurée de sport ou d'entraînement ou une combinaison des deux. L'intensité modérée ou forte doit être déterminée individuellement sur base de la condition aérobie. Une intensité modérée correspond à un score de 5 à 6 sur une échelle de Borg adaptée, une forte intensité à un score de 7 à 8 sur 10. Cette quantité recommandée d'activité aérobie vient s'ajouter aux activités normales de la vie quotidienne. La mauvaise observance du traitement chez les patients atteints de BPCO était déjà mentionnée dans le protocole de réadaptation de l'*American Thoracic Society* datant de 1981.³⁹⁹ Cette déclaration cite les principes de modification comportementale pour résoudre ce problème. Plusieurs études ont démontré qu'un entraînement en effort intensif dans le cadre d'un programme de réadaptation respiratoire n'a qu'une influence limitée sur la participation aux activités de la vie quotidienne.⁴⁰⁰⁻⁴⁰⁴ Des séances de conseil régulières et structurées visant à promouvoir une activité physique soutenue et la poursuite de l'entraînement pourraient être des compléments utiles à un programme de réadaptation. Ces stratégies pourraient surtout contribuer à induire des modifications permanentes du mode de vie et, de cette manière, à mieux préserver les effets de l'entraînement. Des stratégies de modification du comportement et leurs effets sur l'observance de l'exercice physique chez les patients atteints de BPCO n'ont jusqu'à présent été examinées que dans un petit nombre d'études. De manière générale, il n'y a eu que peu d'études ayant décrit les effets de stratégies de modification du comportement sur le plan de l'activité physique chez les patients atteints de pathologies chroniques.⁴⁰⁵

Aperçu de la littérature

Une vieille étude d'Atkins (1984) a examiné les effets d'un programme de thérapie cognitive comportementale chez des patients atteints de BPCO. On y décrit un temps de marche plus important pour le groupe traité par rapport à un groupe témoin n'ayant bénéficié que d'une intervention d'éducation générale.⁴⁰⁶ En dépit de ces résultats prometteurs, on n'a accordé depuis que fort peu d'attention à l'ajout de stratégies de modification du comportement au programme de traitement des patients atteints de BPCO. Une étude pilote de De Blok a comparé un programme de conseil sur l'activité physique avec feed-back fourni par un podomètre en tant que complément à un programme de réadaptation respiratoire à un groupe témoin ayant uniquement suivi le programme de réadaptation. Après neuf semaines de réadaptation, les auteurs ont constaté une augmentation non significative du nombre moyen de pas par jour en faveur du groupe traité.⁴⁰⁷ Un grand nombre de patients sont actuellement recrutés pour une autre étude qui s'intéressera aux effets sur l'activité physique d'un programme de conseil systématique en tant que complément à un programme de réadaptation.¹⁰³

Conclusions scientifiques basées sur les études ayant examiné les effets de programmes de conseil sur un mode de vie actif sur l'activité physique quotidienne

- Il est probable que des programmes de conseil sur un mode de vie actif en tant que complément à des programmes de réadaptation engendrent des modifications à court terme du comportement de marche et peut-être des modifications permanentes du mode de vie et une meilleure préservation des effets du traitement (niveau 2).
Qualité des articles trouvés: B (Atkins et al., 1984⁴⁰⁶ et De Blok et al., 2006⁴⁰⁸).

Autres considérations

Il n'est pas efficace de se contenter de conseiller aux patients d'être plus actifs physiquement en l'absence de soutien ou de suivi spécifique.⁴⁰⁹ Une éducation adéquate des patients atteints de BPCO exige une intervention simple concernant l'activité physique qui soit réalisable en pratique, acceptable et efficace dans les différents contextes. Pour être couronnés de succès, de tels programmes doivent être individualisés, spécifiques, flexibles et basés sur la marche.⁴¹⁰ Plusieurs études ont été réalisées chez des personnes âgées en bonne santé, avec des résultats mitigés.^{411,412} Les études qui ont fourni des résultats positifs avaient en commun le fait d'être basés sur une théorie et d'avoir eu recours à des stratégies cognitives comportementales pour développer l'observance d'un comportement déterminé et améliorer la prise en charge autonome. Le développement systématique de stratégies de prise en

charge autonome semble donc indispensable pour faire adopter définitivement aux patients après la réadaptation un mode de vie actif sans accompagnement. Dans une revue de Cochrane qui a comparé différentes stratégies visant à promouvoir l'activité physique, l'auteur est parvenu à la conclusion que ces stratégies n'étaient que modérément efficaces en termes d'amélioration de l'activité physique rapportée par le patient et de la condition aérobie.⁴¹³ Aucune technique supérieure aux autres n'a pu être identifiée. Le monitoring par le patient lui-même en tant que stratégie de modification du comportement est la méthode qui engendre l'amélioration la plus reproductible de la participation quotidienne à des activités physiques, cela selon toutes les études portant sur des personnes âgées en bonne santé ou malades.⁴⁰⁵ Estabrooks et al. ont proposé un modèle de promotion de l'activité physique utilisable dans le cadre des soins de première ligne.⁴¹⁴ Ces auteurs sont parvenus à la conclusion que les éléments probants les plus convaincants sont ceux concernant des interventions faisant usage de la formulation d'objectifs communs, de stratégies pour vaincre les obstacles et d'une évaluation des progrès.⁴¹⁵ Des interventions efficaces pour parvenir à une modification du comportement peuvent être basées sur le schéma des cinq A:

1. **Assessing**: évaluation de l'activité physique et de la possibilité et de la volonté de changement;
2. **Advising**: conseil sur les conséquences positives potentielles d'une modification du comportement et sur la quantité, l'intensité, la fréquence et le type d'activité physique nécessaire pour y parvenir;
3. **Collaborative Agreement**: en accord avec le patient, établissement d'un plan d'action et identification des éventuels obstacles susceptibles d'empêcher la réussite de ce plan;
4. **Assisting**: aide au patient pour rechercher des stratégies en vue de vaincre ses obstacles personnels;
5. **Arranging**: organisation du suivi et fourniture d'un feed-back et d'un soutien.

Le kinésithérapeute peut fournir une contribution importante à la mise en œuvre efficace de ces stratégies dans le cadre des soins de première ligne. Son expérience de l'élaboration de schémas d'entraînement pour les patients atteints de BPCO fait que le kinésithérapeute est sans doute la personne la mieux habilitée à discuter avec les patients de la quantité et de l'intensité de l'activité physique et à les aider à surmonter les obstacles pour atteindre ces objectifs. Les très importants quatrième et cinquième A (*assist* et *arrange*), en particulier, s'intégreront parfaitement dans un programme de traitement kinésithérapeutique, puisque le kinésithérapeute pourra, au fil des traitements, établir une relation de collaboration avec le patient. Lors de ces interventions, on peut utiliser des agendas, des podomètres et du matériel plus sophistiqué en tant qu'instruments de feed-back et d'automonitorage.⁹⁹ Les personnes motivées au changement auront à cœur de s'engager à adopter le comportement qui, selon eux, les conduira au résultat spécifique souhaité. Il existe plusieurs modèles psychologiques et modèles de modification du comportement qui accordent de l'importance à cette motivation. Deux modèles populaires orientés vers la motivation à une modification du comportement visant à l'amélioration de l'état de santé sont le modèle transthéorique et le modèle '*precaution adoption*'.⁴¹⁶ Tous les modèles mettent en avant la nécessité de tenir compte d'une éventuelle incompatibilité entre les participants et la modification du comportement demandée. Il est essentiel de comprendre et d'évaluer la motivation au changement si l'on veut que les interventions puissent aboutir à une véritable modification du comportement. Bien que l'utilité de ce type d'interventions ne soit guère corroborée par la littérature scientifique, il existe suffisamment de preuves de ce qu'il faut s'efforcer d'évaluer la motivation au changement.⁴¹⁷

Incitation à modifier de manière permanente son mode de vie

En ce qui concerne l'incitation à modifier de manière permanente son mode de vie, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

À côté de formes de traitement susceptibles d'améliorer la capacité d'effort et l'évacuation du mucus, le kinésithérapeute doit également s'efforcer d'amener le patient, via une approche de résolution des problèmes et, en accord avec le patient, à adopter de manière indépendante un mode de vie actif après la fin de la réadaptation, par exemple par l'ajout à leur agenda quotidien ou hebdomadaire d'activités spécifiques effectuées de manière structurée. On peut utiliser dans le cadre de ces interventions, de brefs questionnaires ou des détecteurs de mouvement afin de faciliter les évaluations de suivi et l'automonitorage.

Il est recommandé de se baser sur le schéma des 5 A pour des interventions efficaces en vue de parvenir à une modification du comportement. Un suivi régulier doit être organisé afin de stimuler le maintien à long terme de la modification du comportement.

D.3.3 Education des patients

L'éducation des patients en vue de l'amélioration de l'observance est une composante fondamentale de la réadaptation respiratoire, en dépit des difficultés que pose l'identification de sa contribution directe aux effets globaux.^{1,2} Il s'agit d'une responsabilité partagée entre le patient, sa famille, le médecin généraliste, le pneumologue et les autres professionnels de santé. Le type d'éducation adopté dans le cadre de la réadaptation respiratoire a évolué de l'organisation de conférences didactiques traditionnelles vers la stimulation de prise en charge autonome.⁴¹⁸ On enseigne au patient des compétences en rapport avec la prise en charge autonome, en mettant l'accent sur le contrôle de la maladie sur base de modifications du comportement dans le but d'améliorer la prise de conscience de ses propres capacités. La prise de conscience de ses propres capacités est la certitude que l'on peut adopter avec succès certains comportements.⁴¹⁹ L'objectif final de ces interventions est l'amélioration des paramètres cliniques, y compris de l'observance du traitement.⁹ Les stratégies visant à une amélioration de la prise de conscience de ses propres capacités sont envisagées ailleurs.⁷

Dekkers répartit l'éducation des patients en quatre catégories: information, instruction, éducation et accompagnement.⁴²⁰ Cette classification est hiérarchique: les activités de la catégorie 'information' sont celles qui nécessitent le moins d'intervention, celles de la catégorie 'accompagnement' celles qui nécessitent le plus.

- Information: Fournir aux patients des informations factuelles en rapport avec leur maladie et leur traitement.
- Instruction: Faire connaître aux patients les directives ou recommandations spécifiques de manière à leur permettre de contribuer au processus de traitement.
- Education: Informer les patients sur leur maladie et le traitement appliqué de manière à ce qu'ils comprennent les fondements et les conséquences du traitement et prennent conscience de ce qu'ils peuvent faire pour parvenir à un meilleur contrôle de leur maladie. Leur faire acquérir si nécessaire les capacités requises pour pouvoir se soigner de manière autonome.
- Accompagnement: Soutenir le mieux possible les patients sur le plan psychologique pour les aider à faire face à leur maladie et à toutes ses conséquences et à les accepter.

Dans la pratique, ces catégories se chevauchent. Il est néanmoins important d'établir une distinction de manière à pouvoir atteindre les différents objectifs au cours de l'éducation des patients. Les conséquences pratiques de ces différents types d'activités éducatives sont assez différentes, de même que le temps et les compétences nécessaires et les outils utilisés. Les interventions éducatives de la catégorie 'éducation' utilisent un style plus didactique et exigent davantage de compétences didactiques que la diffusion d'informations. Si le patient montre des signes indiquant qu'il n'accepte pas la situation ou qu'il refuse de l'admettre, il a alors essentiellement besoin d'un soutien psychologique. En pareil cas, le médecin traitant doit être informé de la situation. Les sujets suivants doivent être abordés dans le cadre de l'éducation du patient.^{7,261,421}

- stratégies respiratoires;*
- fonction pulmonaire normale et pathophysiologie de l'affection pulmonaire;
- utilisation correcte des médicaments, y compris de l'oxygène;
- techniques d'hygiène bronchique;*
- effets positifs de l'entraînement et du maintien d'une activité physique suffisante;*
- préservation de l'énergie et simplification de certaines tâches;*
- alimentation saine;
- éviter le contact avec des substances irritantes, notamment en cessant de fumer;
- prévention et traitement précoce des exacerbations respiratoires;
- indications nécessitant de consulter un professionnel des soins de santé;
- loisirs, voyages et sexualité;
- prise en charge d'une maladie pulmonaire chronique et planification de la fin de vie;
- contrôle de l'anxiété et de la panique, y compris techniques de relaxation* et gestion du stress.

* Sujets qui font (également) partie du domaine de compétence du kinésithérapeute.

Dans une étude sur le rôle de l'éducation des patients dans le cadre de la kinésithérapie, Sluijs conclut qu'il s'agit d'une composante fondamentale du traitement: dans 97 pour cent des séances de traitement, des informations sont transmises.⁴²²

Cette étude soulève un certain nombre de remarques:

- On donne relativement peu d'informations sur la santé en général, l'éducation à la santé et le soutien psychosocial, cela bien que les patients aient besoin de ce type d'informations. Il faudrait davantage de clarté en ce qui concerne les sujets sur lesquels les kinésithérapeutes doivent communiquer.
- La majeure partie des informations sont fournies au cours des deux premières séances. Un programme d'éducation doit être élaboré de manière à pouvoir répartir les informations sur l'ensemble de la période de traitement. Ainsi, le kinésithérapeute peut travailler de manière systématique et accorder de l'attention à tous les aspects de l'éducation sans que le patient ne reçoive trop d'informations en même temps.

Deux facteurs qui ont une grande influence sur l'observance du traitement sont les obstacles que rencontre le patient et l'absence de rétro-contrôle positif. Pour y remédier, les exercices proposés et le conseil doivent toujours être adaptés à la situation individuelle du patient. Le kinésithérapeute doit également prêter régulièrement attention aux problèmes rencontrés par le patient lors de la pratique des exercices et pour la mise en application des modifications de son comportement. En outre, il doit également recourir davantage au rétro-contrôle positif.

Conclusions scientifiques concernant l'éducation des patients, basées sur l'opinion du groupe de travail

- Le groupe de travail est d'avis que tout kinésithérapeute doit fournir une éducation à ses patients sur les effets positifs de l'effort et sur l'importance de conserver un mode de vie physiquement actif, principalement après les périodes d'exacerbations aiguës. En outre, les sessions éducatives doivent également inclure des informations sur les stratégies respiratoires, les techniques d'hygiène bronchique et les techniques de relaxation (niveau 4).
Qualité des articles trouvés: D (opinion du groupe de travail).

Éducation des patients

En ce qui concerne l'éducation des patients, le groupe de travail formule en résumé la recommandation suivante:

L'éducation des patients doit faire partie intégrante du traitement kinésithérapeutique des patients atteints de BPCO.

D.4 Fin du traitement

Au cours du traitement et en tout cas au moment où celui-ci se termine, le médecin traitant doit être tenu au courant du traitement appliqué et de ses résultats.⁴²³ La communication interdisciplinaire et l'harmonisation sont des éléments essentiels d'une réadaptation efficace.

E Portée juridique des directives

Les directives ne sont absolument pas des règles statutaires, mais bien des concepts et des recommandations basés sur des études scientifiques. Les professionnels des soins de santé doivent appliquer ces directives pour offrir des soins de qualité. Comme les recommandations se basent sur un 'patient moyen', les professionnels des soins de santé doivent faire usage de leur autonomie professionnelle pour s'écarter des directives chaque fois que la situation d'un patient individuel l'exige. Tout écart par rapport aux recommandations doit cependant être motivé et fondé.^{20,21} La responsabilité des interventions appartient toujours au kinésithérapeute.

Remerciements

Pour l'élaboration de ces directives du KNGF, nous tenons à remercier tout particulièrement monsieur J.B. Wempe et madame M.R. Kruyswijk.

F Bibliographie

- 1 American Thoracic Society ERS. Standards for the diagnosis and management of patients with COPD. ATS-ERS Guidelines. http://www.ersnet.org/ers/viewer_copd/mainFrame/default.aspx. 2004.
- 2 Buist AS, Anzueto A, Calverley P, deGuia TS, Fukuchi Y, Jenkins CR, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Executive Summary (mise à jour 2006; disponible au www.goldcopd.com. Visité le 5 avril 2007). www.goldcopd.com 2007 avril [cité le 5 avril 2007]; disponible au: URL: PM:11316667
- 3 Bowie D. The good COPD guidelines. *Can Respir J*. 2004 Jan;11(1):15-6.
- 4 The national collaborating centre for chronic conditions. Chronic Obstructive Pulmonary Disease. National clinical guideline on management of chronic obstructive pulmonary disease in adults in primary and secondary care. *Thorax*. 2004;59 (supplement 1):i1-i232.
- 5 Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes dO, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*. 2004 Mar 4;350(10):1005-12.
- 6 Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, Decramer M. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Jul 1;172(1):19-38.
- 7 Nici L, Donner C, Wouters E, ZuWallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006 Jun 15;173(12):1390-413.
- 8 Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, et al. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*. 2007 May;131(5 Suppl):4S-42S.
- 9 Bourbeau J, Julien M, Maltais F, Rouleau M, Beaupre A, Begin R, et al. Reduction of hospital utilization in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a disease-specific self-management intervention. *Arch Intern Med*. 2003 Mar 10;163(5):585-91.
- 10 Richtlijn Ketenzorg COPD. Leusden: Stichting Ketenkwaliteit COPD; 2005.
- 11 Lakerveld-Heyl K, Geijer RMM, Gosselink R, Muris J, Vermeeren MA, Van Hensbergen W, et al. Landelijke Eerstelijns Samenwerkingsafspraken COPD. *Huisarts en Wetenschap*. 2007;50:S21-S27.
- 12 Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 May 1;171(9):972-7.
- 13 Garcia-Aymerich J, Felez MA, Escarabill J, Marrades RM, Morera J, Elosua R, et al. Physical activity and its determinants in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc*. 2004 Oct;36(10):1667-73.
- 14 Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P, Anto JM. Regular physical activity reduces hospital admission and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *Thorax*. 2006 May 31.
- 15 Bekkering GE, Hendriks HJM, Chadwick-Straver RVM, Gosselink R, Jongmans M, Paterson WJ, et al. Richtlijn voor het fysiotherapeutisch handelen bij patiënten met chronisch obstructieve longaandoeningen. Achtergronden en evaluatie van de richtlijn COPD. Amersfoort: NPi; 1998.
- 16 Agree collaboration. Appraisal of Guidelines for REsearch & Evaluation (AGREE) Instrument. 2001. Ref Type: Generic.
- 17 Lacasse Y, Goldstein R, Lasserson TJ, Martin S. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006;(4):CD003793.
- 18 Field MJ, Lohr KN. Guidelines for Clinical Practice: From development to use. Washington DC: IOM, National Academy Press; 1992.
- 19 Eddy DM. Clinical decision making: from theory to practice. Designing a practice policy. Standards, guidelines, and options. *JAMA*. 1990 Jun 13;263(22):3077, 3081, 3084.
- 20 Hendriks HJM, van Ettekovén H, Reitzma E. Centrale richtlijnen in de fysiotherapie. *Ned Tijdschr Fysiother*. 1996;106:2-11.
- 21 Hendriks HJM, van Ettekovén H, Reitzma E, Verhoeven ALJ, van der Wees PhJ. Methode voor de centrale richtlijnontwikkeling in implementatie in de fysiotherapie. Amersfoort: KNGF/NPi/CBO; 1998.
- 22 Hendriks HJM, Bekkering GE, van Ettekovén H, van der Wees PhJ, de Bie RA. Development and implementation of national practice guidelines: a prospect for continuous quality improvement in physiotherapy. *Physiotherapy*. 2000;86:535-47.
- 23 Hendriks HJM, van Ettekovén H, van der Wees PhJ. Eindverslag van het project Centrale richtlijnen in de fysiotherapie (Deel1). Achtergronden en evaluatie van het project. Amersfoort: KNGF/NPi/CBO; 1998.
- 24 Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003 Aug;83(8):713-21.
- 25 Verkerk K, Van Veenendaal H, Severens JL, Hendriks EJ, Burgers JS. Considered judgement in evidence-based guideline development. *Int J Qual Health Care*. 2006 Oct;18(5):365-9.
- 26 Hendriks HJM, van Ettekovén H, Bekkering GE, Verhoeven ALJ. Implementatie van KNGF-richtlijnen. *Fysiopraxis*. 2000;9:9-13.
- 27 Hoogendoorn M, Feenstra TL, Schermer TR, Hesselink AE, Rutten-van Molken MP. Severity distribution of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Dutch general practice. *Respir Med*. 2006 Jan;100(1):83-6.
- 28 American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. *Am Rev Respir Dis*. 1987;136:225-44.
- 29 Decramer M, De Benedetto F, Del Ponte A, Marinari S. Systemic effects of COPD. *Respir Med*. 2005 Dec;99 Suppl B:S3-10.

- 30 van Ede L, Yzermans CJ, Brouwer HJ. Prevalence of depression in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Thorax*. 1999 Aug;54(8):688-92.
- 31 Guyatt GH, Thompson PJ, Berman LB, Sullivan MJ, Townsend M, Jones NL, et al. How should we measure function in patients with chronic heart and lung disease? *J Chronic Dis*. 1985;38(6):517-24.
- 32 McSweeney AJ, Grant I, Heaton RK, Adams KM, Timms RM. Life quality of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Intern Med*. 1982 Mar;142(3):473-8.
- 33 Okubadejo AA, Jones PW, Wedzicha JA. Quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease and severe hypoxaemia. *Thorax*. 1996 Jan;51(1):44-7.
- 34 Wijkstra PJ, TenVergert EM, van der Mark TW, Postma DS, Van Altena R, Kraan J, et al. Relation of lung function, maximal inspiratory pressure, dyspnoea, and quality of life with exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1994 May;49(5):468-72.
- 35 Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 Feb 15;167(4):544-9.
- 36 Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153:976-80.
- 37 Wasserman K, Sue DY, Casaburi R, Moricca RB. Selection criteria for exercise training in pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J Suppl*. 1989;7:604s-10s.
- 38 Williams SJ, Bury MR. Impairment, disability and handicap in chronic respiratory illness. *Soc Sci Med*. 1989;29(5):609-16.
- 39 Curtis JR, Deyo RA, Hudson LD. Pulmonary rehabilitation in chronic respiratory insufficiency. 7. Health-related quality of life among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1994;49:162-70.
- 40 Kaptein AA, Dekker FW, Dekhuijzen PNR, Wagenaar JPM, Janssen PJ. Patiënten met chronische luchtwegobstructie. scores op NPV en scl-90 en hun relaties met functionele capaciteit en belemmeringen in dagelijkse activiteiten. *Gezond Samenlev*. 1986;7:10-9.
- 41 Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1999 Jul;54(7):581-6.
- 42 RIVM. Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM; 2006. Report No.: RIVM rapport Versie 3.7.
- 43 Tabak C, Smit HA. De morbiditeit van astma en COPD in Nederland. Bilthoven: RIVM; 2002. Report No.: RIVM rapport 260855005.
- 44 Boezen HM, Postma DS, Smit HA, Poos MJJC. Hoe vaak komt COPD voor en hoeveel mensen sterven eraan? In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM; 2006.
- 45 Steuten LM, Creutzberg EC, Vrijhoef HJ, Wouters EF. COPD as a multicomponent disease: inventory of dyspnoea, underweight, obesity and fat free mass depletion in primary care. *Prim Care Respir J*. 2006 Apr;15(2):84-91.
- 46 Anthonisen NR, Wright EC, Hodgkin JE. Prognosis in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1986 Jan;133(1):14-20.
- 47 Prescott E, Lange P, Vestbo J. Chronic mucus hypersecretion in COPD and death from pulmonary infection. *Eur Respir J*. 1995 Aug;8(8):1333-8.
- 48 Beaty TH, Menkes HA, Cohen BH, Newill CA. Risk factors associated with longitudinal change in pulmonary function. *Am Rev Respir Dis*. 1984 May;129(5):660-7.
- 49 Knudson RJ, Knudson DE, Kaltenborn WT, Bloom JW. Subclinical effects of cigarette smoking. A five-year follow-up of physiologic comparisons of healthy middle-aged smokers and nonsmokers. *Chest*. 1989 Mar;95(3):512-8.
- 50 Tager IB, Segal MR, Speizer FE, Weiss ST. The natural history of forced expiratory volumes. Effect of cigarette smoking and respiratory symptoms. *Am Rev Respir Dis*. 1988 Oct;138(4):837-49.
- 51 Higgins MW, Keller JB. Trends in COPD morbidity and mortality in Tecumseh, Michigan. *Am Rev Respir Dis*. 1989 Sep;140(3 Pt 2):S-42S48.
- 52 Kauffmann F, Drouet D, Lellouch J, Brille D. Twelve years spirometric changes among Paris area workers. *Int J Epidemiol*. 1979 Sep;8(3):201-12.
- 53 Anthonisen NR, Skeans MA, Wise RA, Manfreda J, Kanner RE, Connett JE. The effects of a smoking cessation intervention on 14.5-year mortality: a randomized clinical trial. *Ann Intern Med*. 2005 Feb 15;142(4):233-9.
- 54 Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P, Anto JM. Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007 Mar 1;175(5):458-63.
- 55 Postma DS, Burema J, Gimeno F, May JF, Smit JM, Steenhuis EJ, et al. Prognosis in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1979 Mar;119(3):357-67.
- 56 Nishimura Y, Maeda H, Tanaka K, Nakamura H, Hashimoto Y, Yokoyama M. Respiratory muscle strength and hemodynamics in chronic heart failure. *Chest*. 1994;105:355-9.
- 57 Gerardi DA, Lovett L, Benoit-Connors ML, Reardon JZ, ZuWallack RL. Variables related to increased mortality following out-patient pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J*. 1996 Mar;9(3):431-5.
- 58 Decramer M, de Bock V, Dom R. Functional and histologic picture of steroid-induced myopathy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153:1958-64.

- 59 Marquis K, Debigare R, Lacasse Y, Leblanc P, Jobin J, Carrier G, et al. Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Sep 15;166(6):809-13.
- 60 Schols AM, Slangen J, Volovics L, Wouters EF. Weight loss is a reversible factor in the prognosis of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Jun;157(6 Pt 1):1791-7.
- 61 Landbo C, Prescott E, Lange P, Vestbo J, Almdal TP. Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Dec;160(6):1856-61.
- 62 Wilson DO, Rogers RM, Wright EC, Anthonisen NR. Body weight in chronic obstructive pulmonary disease. The National Institutes of Health Intermittent Positive-Pressure Breathing Trial. *Am Rev Respir Dis*. 1989 Jun;139(6):1435-8.
- 63 Afessa B, Morales IJ, Scanlon PD, Peters SG. Prognostic factors, clinical course, and hospital outcome of patients with chronic obstructive pulmonary disease admitted to an intensive care unit for acute respiratory failure. *Crit Care Med*. 2002 Jul;30(7):1610-5.
- 64 Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Exercise training: how to distinguish responders from non-responders. *J Cardiopulm Rehabil*. 2001;21:10-7.
- 65 ZuWallack RL, Patel K, Reardon JZ, Clark BA, Normandin EA. Predictors of improvement in the 12-minute walking distance following a six-week outpatient pulmonary rehabilitation program. *Chest*. 1991;99:805-8.
- 66 Couser JI, Jr., Guthmann R, Hamadeh MA, Kane CS. Pulmonary rehabilitation improves exercise capacity in older elderly patients with COPD. *Chest*. 1995 Mar;107(3):730-4.
- 67 Maltais F, Leblanc P, Jobin J, Berube C, Bruneau J, Carrier L, et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997 Feb;155(2):555-61.
- 68 Berry MJ, Rejeski WJ, Adair NE, Zaccaro D. Exercise rehabilitation and chronic obstructive pulmonary disease stage. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Oct;160(4):1248-53.
- 69 Foster S, Lopez D, Thomas HM. Pulmonary rehabilitation in COPD patients with elevated PCO₂. *Am Rev Respir Dis*. 1988;138:1519-23.
- 70 Trappenburg JC, Troosters T, Spruit MA, Vandebrouck N, Decramer M, Gosselink R. Psychosocial conditions do not affect short-term outcome of multidisciplinary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005 Sep;86(9):1788-92.
- 71 Sinclair DJ, Ingram CG. Controlled trial of supervised exercise training in chronic bronchitis 7. *Br Med J*. 1980 Feb 23;280(6213):519-21.
- 72 Taylor NF, Dodd KJ, Shields N, Bruder A. Therapeutic exercise in physiotherapy practice is beneficial: a summary of systematic reviews. 2002-2005. *Aust J Physiother*. 2007;53(1):7-16.
- 73 Brouwer T, Nonhof-Boiten JC, Uilreef-Tobi FC. Diagnostiek in de fysiotherapie. *Proces en denkwijze*. Utrecht: Bunge; 1995.
- 74 Seemungal TA, Donaldson GC, Paul EA, Bestall JC, Jeffries DJ, Wedzicha JA. Effect of exacerbation on quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 May;157(5 Pt 1):1418-22.
- 75 Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, Kasran A, Gayan-Ramirez G, Bogaerts P, et al. Muscle force during an acute exacerbation in hospitalised patients with COPD and its relationship with CXCL8 and IGF-I. *Thorax*. 2003 Sep;58(9):752-6.
- 76 Vermeeren MA, Schols AM, Wouters EF. Effects of an acute exacerbation on nutritional and metabolic profile of patients with COPD. *Eur Respir J*. 1997 Oct;10(10):2264-9.
- 77 Pitta F, Troosters T, Probst VS, Spruit MA, Decramer M, Gosselink R. Physical Activity and Hospitalization for Exacerbation of COPD. *Chest*. 2006 Mar;129(3):536-44.
- 78 Donaldson GC, Wilkinson TM, Hurst JR, Perera WR, Wedzicha JA. Exacerbations and time spent outdoors in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Mar 1;171(5):446-52.
- 79 Meek P, Schwartzstein R, Adams L, Altose MD, Breslin EH, Carrieri-Kohlman V, et al. Dyspnea. Mechanisms, assessment, and management: a consensus statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159:321-40.
- 80 O'Donnell DE, Banzett RB, Carrieri-Kohlman V, Casaburi R, Davenport PW, Gandevia SC, et al. Pathophysiology of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease: a roundtable. *Proc Am Thorac Soc*. 2007 May;4(2):145-68.
- 81 Wasserman K, Sue DY, Casaburi R, Moricca RB. Selection criteria for exercise training in pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J Suppl*. 1989 Jul;7:604s-10s.
- 82 Hamilton N, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:2021-31.
- 83 Saey D, Debigare R, Leblanc P, Mador MJ, Cote CH, Jobin J, et al. Contractile leg fatigue after cycle exercise: a factor limiting exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 Aug 15;168(4):425-30.
- 84 Begin P, Grassino A. Inspiratory muscle dysfunction and chronic hypercapnia in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1991;143:905-12.
- 85 Killian KJ, Jones NL. Respiratory muscles and dyspnea. *Clin Chest Med*. 1988;9:237-48.
- 86 Heijdra YF, Dekhuijzen PN, van Herwaarden CL, Folgering HT. Nocturnal saturation improves by target-fl ow inspiratory muscle training in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996 Jan;153(1):260-5.
- 87 Decramer M, Gosselink R, Troosters T, Verschueren M, Evers G. Muscle weakness is related to utilization of health care resources in COPD patients. *Eur Respir J*. 1997;10:417-23.

- 88 Decramer M, Gosselink R, Troosters T, Schepers R. Peripheral muscle weakness is associated with reduced survival in COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;157:A19.
- 89 Cress ME, Meyer M. Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Phys Ther.* 2003 Jan;83(1):37-48.
- 90 Puhan MA, Scharplatz M, Troosters T, Steurer J. Respiratory rehabilitation after acute exacerbation of COPD may reduce risk for readmission and mortality -- a systematic review. *Respir Res.* 2005;6:54.
- 91 Richardson PS, Peatfield AC. The control of airway mucus secretion. *Eur J Respir Dis Suppl.* 1987;153:43-51.
- 92 Goodman RM, Yergin BM, Landa JF, Golivanux MH, Sackner MA. Relationship of smoking history and pulmonary function tests to tracheal mucous velocity in nonsmokers, young smokers, exsmokers, and patients with chronic bronchitis. *Am Rev Respir Dis.* 1978 Feb;117(2):205-14.
- 93 Mullen JB, Wright JL, Wiggs BR, Pare PD, Hogg JC. Structure of central airways in current smokers and ex-smokers with and without mucus hypersecretion: relationship to lung function. *Thorax.* 1987 Nov;42(11):843-8.
- 94 Van de Lende R, Huygen C, Jansen-Koster EJ KS, Peset R, Quanjer PH, et al. Epidemiologisch onderzoek naar het verband tussen luchtverontreiniging en het voorkomen van luchtwegaandoeningen. *Ned Tijdschr Geneeskd.* 1975;119:577-84.
- 95 Vestbo J, Prescott E, Lange P. Association of chronic mucus hypersecretion with FEV1 decline and chronic obstructive pulmonary disease morbidity. Copenhagen City Heart Study Group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996 May;153(5):1530-5.
- 96 Heerkens YF, Lakerveld-Heijl K, Verhoeven A., Hendriks HJM. KNGF-richtlijn Verslaglegging. *Ned Tijdschr Fysioth.* 2003;113(Supplement):1-37.
- 97 Hendriks HJM, Oostendorp RAB, Bernards ATM, Van Ravensberg CD, Heerkens YF, Nelson R.M. The diagnostic process and indication for physiotherapy: a prerequisite for treatment and outcome evaluation. *Physical Therapy Reviews.* 2000;5:29-47.
- 98 Smeele IJM, Weel Cv, Schayck CPv, Molen T, Thoonen B, Schermer T, et al. NHG standaard COPD: behandeling. 50[8], 362-379. 2007. Ref Type: Generic
- 99 Pitta F, Troosters T, Probst VS, Spruit MA, Decramer M, Gosselink R. Quantifying physical activity in daily life with questionnaires and motion sensors in COPD. *Eur Respir J.* 2006 May;27(5):1040-55.
- 100 Pereira MA, FitzGerald SJ, Gregg EW, Joswiak ML, Ryan WJ, Suminski RR, et al. A collection of Physical Activity Questionnaires for health-related research. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Jun;29(6 Suppl):S1-205.
- 101 Slinde F, Ellegard L, Gronberg AM, Larsson S, Rossander-Hulthen L. Total energy expenditure in underweight patients with severe chronic obstructive pulmonary disease living at home. *Clin Nutr.* 2003 Apr;22(2):159-65.
- 102 Stewart AL, Mills KM, King AC, Haskell WL, Gillis D, Ritter PL. CHAMPS physical activity questionnaire for older adults: outcomes for interventions. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Jul;33(7):1126-41.
- 103 Foy CG, Wickley KL, Adair N, Lang W, Miller ME, Rejeski WJ, et al. The Reconditioning Exercise and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Trial II (REACT II): rationale and study design for a clinical trial of physical activity among individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Contemp Clin Trials.* 2006 Apr;27(2):135-46.
- 104 Guyatt G, Berman L, Townsend, Pugsley SO, Chambers LW. A measure of quality of life for clinical trials in chronic lung disease. *Thorax.* 1987;42:773-8.
- 105 Williams JE, Singh SJ, Sewell L, Guyatt GH, Morgan MD. Development of a self-reported Chronic Respiratory Questionnaire (CRQSR). *Thorax.* 2001 Dec;56(12):954-9.
- 106 Williams JE, Singh SJ, Sewell L, Morgan MD. Health status measurement: sensitivity of the self-reported Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ-SR) in pulmonary rehabilitation. *Thorax.* 2003 Jun;58(6):515-8.
- 107 Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM. The St George's Respiratory Questionnaire. *Respir Med.* 1991 Sep;85 Suppl B:25-31.
- 108 Schunemann HJ, Griffith L, Jaeschke R, Goldstein R, Stubbings D, Guyatt GH. Evaluation of the minimal important difference for the feeling thermometer and the St. George's Respiratory Questionnaire in patients with chronic airflow obstruction. *J Clin Epidemiol.* 2003 Dec;56(12):1170-6.
- 109 van Stel HF, Maille AR, Colland VT, Everaerd W. Interpretation of change and longitudinal validity of the Quality of Life for Respiratory Illness Questionnaire (QoLRIQ) in inpatient pulmonary rehabilitation. *Qual Life Res.* 2003 Mar;12(2):133-45.
- 110 Maille AR, Koning CJ, Zwinderman AH, Willems LN, Dijkman JH, Kaptein AA. The development of the 'Quality-of-life for Respiratory Illness Questionnaire (QoLRIQ)': a disease-specific quality-of-life questionnaire for patients with mild to moderate chronic non-specific lung disease. *Respir Med.* 1997 May;91(5):297-309.
- 111 Kocks JW, Tuinenga MG, Uil SM, van den Berg JW, Stahl E, van der MT. Health status measurement in COPD: the minimal clinically important difference of the clinical COPD questionnaire. *Respir Res.* 2006;7:62.
- 112 van der Molen T, Willemse BW, Schokker S, Ten Hacken NH, Postma DS, Juniper EF. Development, validity and responsiveness of the Clinical COPD Questionnaire. *Health Qual Life Outcomes.* 2003 Apr 28;1(1):13.
- 113 Pinto-Plata VM, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli BR. The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD. *Eur Respir J.* 2004 Jan;23(1):28-33.
- 114 Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J.* 2007 Jan;29(1):185-209.
- 115 ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Jan 15;167(2):211-77.

- 116 American College of Sports Medicine. Position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:975-91.
- 117 American College of Sports Medicine. Position stand: Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:992-1008.
- 118 Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation.* 2000 Feb 22;101(7):828-33.
- 119 Balady GJ, Larson MG, Vasan RS, Leip EP, O'Donnell CJ, Levy D. Usefulness of exercise testing in the prediction of coronary disease risk among asymptomatic persons as a function of the Framingham risk score. *Circulation.* 2004 Oct 5;110(14):1920-5.
- 120 Balady GJ, Chaitman B, Driscoll D, Foster C, Froelicher E, Gordon N, et al. Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. *Circulation.* 1998 Jun 9;97(22):2283-93.
- 121 O'Donnell DE, McGuire MA, Samis L, Webb KA. General exercise training improves ventilatory and peripheral muscle strength and endurance in chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;157:1489-97.
- 122 O'Donnell DE, Webb KA. Measurement of symptoms, lung hyperinflation, and endurance during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158:1557-65.
- 123 American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walking test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:111-7.
- 124 Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, Casas A, Barbera JA, Rodriguez-Roisin R, et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2002 Sep;20(3):564-9.
- 125 McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJR. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *Br Med J.* 1976;1:822-3.
- 126 Singh S. The use of field walking tests for assessment of functional capacity in patients with chronic airways obstruction. *Physiotherapy.* 1992;78:102-4.
- 127 Belza B, Steele BG, Hunziker J, Lakshminaryan S, Holt L, Buchner DM. Correlates of physical activity in chronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res.* 2001 Jul;50(4):195-202.
- 128 Astrand I. Aerobic work capacity in men and women. *Acta Physiol Scand.* 1960;49 (suppl 169):7-92.
- 129 Froelicher VF, Brammel H, Davis G, Noguera I, Stewart A, Lancaster MC. A comparison of the reproducibility and physiologic response to three maximal treadmill exercise protocols. *Chest.* 1974;65:512-7.
- 130 Froelicher VF, Thompson AJ, Noguera I, Davis G, Stewart AJ, Triebwasser JH. Prediction of maximal oxygen consumption. Comparison of the Bruce and Balke protocols. *Chest.* 1975;68:331-6.
- 131 Simpson K, Killian K, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax.* 1992 Feb;47(2):70-5.
- 132 O'Donnell DE, Sanii R, Younes M. Improvement in exercise endurance in patients with chronic airflow limitation using continuous positive airway pressure. *Am Rev Respir Dis.* 1988 Dec;138(6):1510-4.
- 133 Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short and long-term effects of outpatient pulmonary rehabilitation in COPD patients, a randomized controlled trial. *Am J Med.* 2000 Aug 15;109(3):207-12.
- 134 Lotters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J.* 2002 Sep;20(3):570-6.
- 135 Kaelin ME, Swank AM, Adams KJ, Barnard KL, Berning JM, Green A. Cardiopulmonary responses, muscle soreness, and injury during the one repetition maximum assessment in pulmonary rehabilitation patients. *J Cardiopulm Rehabil.* 1999;19:366-72.
- 136 Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol.* 1988;64:1038-44.
- 137 Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Evans WJ. Strength training and determinants of VO₂max in older men. *J Appl Physiol.* 1990;68:329-33.
- 138 Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J of Hand Surgery.* 1984;9A:22-6.
- 139 Mathiowetz V, Dove M, Kashman N, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1985;66:69-72.
- 140 Wilson DO, Rogers RM, Sanders MH, Pennock BE, Reilly JJ. Nutritional intervention in malnourished patients with emphysema. *Am Rev Respir Dis.* 1986 Oct;134(4):672-7.
- 141 Kutsuzawa T, Shioya S, Kurita D, Haida M, Ohta Y, Yamabayashi H. P-NMR study of skeletal muscle metabolism in patients with chronic respiratory impairment. *Am Rev Respir Dis.* 1992;146:1019-24.
- 142 Kutsuzawa T, Shioya S, Kurita D, Haida M, Ohta Y, Yamabayashi H. Muscle energy metabolism and nutritional status in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;152:647-52.
- 143 Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Phys Ther.* 1996;76:248-59.
- 144 Decramer M, de B, V, Dom R. Functional and histologic picture of steroid-induced myopathy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996 Jun;153(6 Pt 1):1958-64.

- 145 Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of respiratory and peripheral muscle weakness in patients with stable COPD. *J Cardiopulm Rehabil.* 2000;20:353-8.
- 146 Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Reliability of handheld myometry to measure peripheral muscle strength in COPD. *Eur Respir J.* 1999;14:481.
- 147 O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Measuring muscle strength for people with chronic obstructive pulmonary disease: retest reliability of hand-held dynamometry. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007 Jan;88(1):32-6.
- 148 Whittom F, Jobin J, Simard P-M, Leblanc P, Simard C, Bernard S, et al. Histochemical and morphological characteristics of the vastus lateralis muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(10):1467-74.
- 149 Jakobsson P, Jorfeldt L, Brundin A. Skeletal muscle metabolites and fibre types in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease (COPD), with and without chronic respiratory failure. *Eur Respir J.* 1990;3:192-6.
- 150 Evans AB, Al-Himyary AJ, Hrovat MI, Pappagianopoulos P, Wain JC, Ginns LC, et al. Abnormal skeletal muscle oxidative capacity after lung transplantation by 31P-MRS. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155:615-21.
- 151 Payen J-P, Wuyam B, Levy P, Reutenauer H, Stieglitz P, Paramelle B, et al. Muscular metabolism during oxygen supplementation in patients with chronic hypoxemia. *Am Rev Respir Dis.* 1993;147:592-8.
- 152 Maltais F, Simard AA, Simard C, Jobin J, Desgagnes P, Leblanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;153:288-93.
- 153 Maltais F, Jobin J, Sullivan MJ, Bernard S, Whittom F, Killian KJ, et al. Metabolic and hemodynamic responses of lower limb during exercise in patients with COPD. *J Appl Physiol.* 1998;84(5):1573-80.
- 154 Allaire J, Maltais F, Doyon JF, Noel M, Leblanc P, Carrier G, et al. Peripheral muscle endurance and the oxidative profile of the quadriceps in patients with COPD. *Thorax.* 2004 Aug;59(8):673-8.
- 155 Van't Hul A, Harlaar J, Gosselink R, Hollander P, Postmus P, Kwakkel G. Quadriceps muscle endurance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Muscle Nerve.* 2004 Feb;29(2):267-74.
- 156 Serres I, Gautier V, Varray A, Prefaut C. Impaired skeletal muscle endurance related to physical inactivity and altered lung function in COPD patients. *Chest.* 1998;113:900-5.
- 157 Coronell C, Orozco-Levi M, Mendez R, Ramirez-Sarmiento A, Galdiz JB, Gea J. Relevance of assessing quadriceps endurance in patients with COPD. *Eur Respir J.* 2004 Jul;24(1):129-36.
- 158 Koehlin C, Couillard A, Simar D, Cristol JP, Bellet H, Hayot M, et al. Does Oxidative Stress Alter Quadriceps Endurance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease? *Am J Respir Crit Care Med.* 2004 Mar 4.
- 159 Gandevia SC, McKenzie DK, Neering IR. Endurance capacity of respiratory and limb muscles. *Respir Physiol.* 1983;53:47-61.
- 160 Clark CJ, Cochrane LM, Mackay E, Paton B. Skeletal muscle strength and endurance in patients with mild COPD and the effects of weight training. *Eur Respir J.* 2000;15:92-7.
- 161 Clark CJ, Cochrane JE, Mackay E. Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *Eur Respir J.* 1996;9:2590-6.
- 162 McKenzie DK, Gandevia SC. Influence of muscle length on human inspiratory and limb muscle endurance. *Respir Physiol.* 1987;67:171-82.
- 163 Newell SZ, McKenzie DK, Gandevia SC. Inspiratory and skeletal muscle strength and endurance and diaphragmatic activation in patients with chronic airflow limitation. *Thorax.* 1989;44:903-12.
- 164 Monod H, Scherrer J. The work capacity of a synergic muscular group. *J Appl Physiol.* 1962.
- 165 Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99:696-702.
- 166 Coast JR, Weise SD. Lung volume changes and maximal inspiratory pressure. *J Cardiopulm Rehabil.* 1990;10:461-4.
- 167 ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:518-624.
- 168 Dempsey JA. J.B. Wolfe memorial lecture. Is the lung built for exercise? *Med Sci Sports Exerc.* 1986 Apr;18(2):143-55.
- 169 Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, Casaburi R. Principles of exercise testing and interpretation. 2 ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1994.
- 170 Hernandez MTE, Montemayor Rubio T, Ortega Ruiz F, Sanchez Riera H, Sanchez Gil R, Castillo Romez J. Results of a home-based training program for patients with COPD. *Chest.* 2000;118:106-14.
- 171 Wedzicha JA, Bestall JC, Garrod R, Garnham R, Paul EA, Jones PW. Randomized controlled trial of pulmonary rehabilitation in severe chronic obstructive pulmonary disease patients, stratified with the MRC dyspnoea scale. *Eur Respir J.* 1998 Aug;12(2):363-9.
- 172 Stulbarg MS, Carrieri-Kohlman V, Demir-Deviren S, Nguyen HQ, Adams L, Tsang AH, et al. Exercise training improves outcomes of a dyspnea self-management program. *J Cardiopulm Rehabil.* 2002 Mar;22(2):109-21.
- 173 Pulmonary rehabilitation. *Thorax.* 2001 Nov;56(11):827-34.
- 174 Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. American College of Chest Physicians. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Chest.* 1997 Nov 5;112(5):1363-96.
- 175 Donner CF, Braghiroli A, Lusuardi M. Selection criteria for pulmonary rehabilitation. *Eur Respir Rev.* 1991;1:6:472-4.
- 176 Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. A statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999 Apr;159(4 Pt 2):S1-40.

- 177 Lacasse Y, Brosseau L, Milne S, Martin S, Wong E, Guyatt GH, et al. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(3):CD003793.
- 178 Cambach W, Wagenaar RC, Koelman TW, van Keimpema AR, Kemper HC. The long-term effects of pulmonary rehabilitation in patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease: a research synthesis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999 Jan;80(1):103-11.
- 179 Booker HA. Exercise training and breathing control in patients with chronic airflow limitation. *Physiotherapy.* 1984;70:258-60.
- 180 Cockcroft AE, Saunders MJ, Berry G. Randomised controlled trial of rehabilitation in chronic respiratory disability. *Thorax.* 1981 Mar;36(3):200-3.
- 181 Jones DT, Thomson RJ, Sears MR. Physical exercise and resistive breathing training in severe chronic airways obstruction--are they effective? *Eur J Respir Dis.* 1985 Sep;67(3):159-66.
- 182 Lake FR, Henderson K, Briffa T, Openshaw J, Musk AW. Upper-limb and lower-limb exercise training in patients with chronic airflow obstruction. *Chest.* 1990 May;97(5):1077-82.
- 183 Larson JL, Covey MK, Wirtz SE, Berry JK, Alex CG, Langbein WE, et al. Cycle ergometer and inspiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999 Aug;160(2):500-7.
- 184 McGavin CR, Gupta SP, Lloyd EL, McHardy GJR. Physical rehabilitation for the chronic bronchitic: results of a controlled trial of exercises in the home. *Thorax.* 1977;32:307-11.
- 185 Lacasse Y, Wong E, Guyatt GH, King D, Cook DJ, Goldstein RS. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease 1. *Lancet.* 1996 Oct 26;348(9035):1115-9.
- 186 Lacasse Y, Guyatt GH, Goldstein RS. The components of a respiratory rehabilitation program. A systematic overview. *Chest* 111, 1077-1088. 1997. Ref Type: Journal (Full)
- 187 Neder JA, Jones PW, Nery LE, Whipp BJ. Determinants of the exercise endurance capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. The power-duration relationship. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000 Aug;162(2 Pt 1):497-504.
- 188 Maltais F, Leblanc P, Jobin J, Berube C, Bruneau J, Carrier L, et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155:555-61.
- 189 Coppoolse R, Schols AMWJ, Baarends EM, Mostert R, Akkermans MA, Janssen PP, et al. Interval versus continuous training in patients with severe COPD: a randomized clinical trial. *Eur Respir J.* 1999;14:258-63.
- 190 Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Respir J.* 2002;20:12-9.
- 191 Vogiatzis I, Terzis G, Nanas S, Stratakos G, Simoes DC, Georgiadou O, et al. Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. *Chest.* 2005 Dec;128(6):3838-45.
- 192 Sabapathy S, Kingsley RA, Schneider DA, Adams L, Morris NR. Continuous and intermittent exercise responses in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2004 Dec;59(12):1026-31.
- 193 Vogiatzis I, Nanas S, Kastanakis E, Georgiadou O, Papazahou O, Roussos C. Dynamic hyperinflation and tolerance to interval exercise in patients with advanced COPD. *Eur Respir J.* 2004 Sep;24(3):385-90.
- 194 Puhan MA, Busching G, Schunemann HJ, VanOort E, Zaugg C, Frey M. Interval versus continuous high-intensity exercise in chronic obstructive pulmonary disease - A randomized trial. *Ann Intern Med.* 2006 Dec 5;145(11):816-25.
- 195 Kaelin ME, Barnard K, Swank A, Adams K, Ponto A. Results of 6 Minute Ambulation and MET Tolerance of Patients With Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) Utilizing 2 Different Aerobic Training Regimes: Interval Training Versus Continuous Training. *American Society of Exercise Physiology.* 1997;2nd Annual Meeting.
- 196 Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Respir J.* 2002 Jul 1;20(1):12-9.
- 197 Meyer K. Exercise training in heart failure: recommendations based on current research. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Apr;33(4):525-31.
- 198 American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998 Jun;30(6):975-91.
- 199 Ahmaidi S, Masse-Biron J, Adam B, Choquet D, Freville M, Libert JP, et al. Effects of interval training at the ventilatory threshold on clinical and cardiorespiratory responses in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998 Jul;78(2):170-6.
- 200 Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol.* 2006;575(3):901-11.
- 201 Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Exercise training in COPD patients: interval training vs endurance training. *Eur Respir J.* 1998;12(Suppl. 28):2s.
- 202 Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996 Mar;153(3):976-80.
- 203 ACSM's Guidelines for exercise testing and training. In: Williams & Wilkins, editor. 6 ed. Philadelphia: 1994.
- 204 Bernard S, Whittom F, Leblanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:896-901.

- 205 Ortega F, Toral J, Cejudo P, Villagomez R, Sanchez H, Castillo J, et al. Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Sep 1;166(5):669-74.
- 206 Pantan LB, Golden J, Broeder CE, Browder KD, Cestaro-Seifer DJ, Seifer FD. The effects of resistance training on functional outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Appl Physiol*. 2004 Apr;91(4):443-9.
- 207 Spruit M, Gosselink R, Troosters T, De Paepe K, Decramer M. Resistance vs endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J*. 2002;19:1072-8.
- 208 Casaburi R, Bhasin S, Cosentino L, Porszasz J, Somfay A, Lewis MI, et al. Effects of testosterone and resistance training in men with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004 Oct 15;170(8):870-8.
- 209 Arnardottir RH, Sorensen S, Ringqvist I, Larsson K. Two different training programmes for patients with COPD: a randomised study with 1-year follow-up. *Respir Med*. 2006 Jan;100(1):130-9.
- 210 Mador MJ, Bozkanat E, Aggarwal A, Shaffer M, Kufel TJ. Endurance and strength training in patients with COPD. *Chest*. 2004 Jun;125(6):2036-45.
- 211 Ries AL, Ellis B, Hawkins RW. Upper extremity exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest*. 1988 Apr;93(4):688-92.
- 212 Sivori M, Rhodius E, Kaplan P, Talarico M, Gorjod G, Carreras B, et al. [Exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. Comparative study of aerobic training of lower limbs vs. Combination with upper limbs]. *Medicina (B Aires)*. 1998;58(6):717-27.
- 213 Wurtemberger G, Bastian K. Functional effects of different training in patients with COPD. *Pneumologie*. 2001 Dec;55(12):553-62.
- 214 Normandin EA, McCusker C, Connors M, Vale F, Gerardi D, ZuWallack RL. An evaluation of two approaches to exercise conditioning in pulmonary rehabilitation. *Chest*. 2002 Apr;121(4):1085-91.
- 215 Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, De Paepe K, Decramer M. Resistance versus endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J*. 2002 Jun;19(6):1072-8.
- 216 Jubrias SA, Esselman PC, Price LB, Cress ME, Conley KE. Large energetic adaptations of elderly muscle to resistance and endurance training. *J Appl Physiol*. 2001 May;90(5):1663-70.
- 217 Probst VS, Troosters T, Pitta F, Decramer M, Gosselink R. Cardiopulmonary stress during exercise training in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2006 Mar 15.
- 218 McCartney N, Mckelvie RS, Haslam DR, Jones NL. Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 1991 May 1;67(11):939-45.
- 219 Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc*. 2003 Mar;35(3):456-64.
- 220 Bourjeily-Habr G, Rochester CL, Palermo F, Snyder P, Mohsenin V. Randomised controlled trial of transcutaneous electrical muscle stimulation of the lower extremities in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2002 Dec;57(12):1045-9.
- 221 Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackay E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax*. 2002 Apr;57(4):333-7.
- 222 Zanotti E, Felicetti G, Maini M, Fracchia C. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation. Effect of electrical stimulation. *Chest*. 2003;124:292-6.
- 223 Vivodtzev I, Pepin JL, Vottero G, Mayer V, Porsin B, Levy P, et al. Improvement in quadriceps strength and dyspnea in daily tasks after 1 month of electrical stimulation in severely deconditioned and malnourished COPD. *Chest*. 2006 Jun;129(6):1540-8.
- 224 Harris S, LeMaitre JP, Mackenzie G, Fox KA, Denvir MA. A randomised study of home-based electrical stimulation of the legs and conventional bicycle exercise training for patients with chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2003 May;24(9):871-8.
- 225 Nuhr MJ, Pette D, Berger R, Quittan M, Crevenna R, Huelsman M, et al. Beneficial effects of chronic low-frequency stimulation of thigh muscles in patients with advanced chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2004 Jan;25(2):136-43.
- 226 Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000 Nov;20(6):353-60.
- 227 Baarends EM, Schols AM, Slebos DJ, Mostert R, Janssen PP, Wouters EF. Metabolic and ventilatory response pattern to arm elevation in patients with COPD and healthy age-matched subjects. *Eur Respir J*. 1995 Aug;8(8):1345-51.
- 228 Velloso M, Stella SG, Cendon S, Silva AC, Jardim JR. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. *Chest*. 2003 Apr;123(4):1047-53.
- 229 Epstein SK, Celli B, Martinez FJ, Couser JI, Roa J, Pollock M. Arm training reduces the VO₂ and VE cost of unsupported arm exercise and elevation in chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 1997;17:171-7.
- 230 Bauldoff G, Hoffman L, Scieurba F, Zullo TG. Home-based, upperarm exercise training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung*. 1996;25:288-94.
- 231 Martinez FJ, Vogel DP, Dupont DN, Stanopoulos I, Gray A, Beamis JF. Supported arm exercise vs unsupported arm exercise in the rehabilitation of patients with severe chronic airflow obstruction. *Chest*. 1993;103:1397-402.

- 232 Holland AE, Hill CJ, Nehez E, Ntoumenopoulos G. Does unsupported upper limb exercise training improve symptoms and quality of life for patients with chronic obstructive pulmonary disease? *J Cardiopulm Rehabil.* 2004 Nov;24(6):422-7.
- 233 Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997 May;155(5):1541-51.
- 234 Zacarias EC, Neder JA, Cendom SP, Nery LE, Jardim JR. Heart rate at the estimated lactate threshold in patients with chronic obstructive pulmonary disease: effects on the target intensity for dynamic exercise training. *J Cardiopulm Rehabil.* 2000 Nov;20(6):369-76.
- 235 Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis.* 1991 Jan;143(1):9-18.
- 236 Puente-Maestu L, Sanz ML, Sanz P, Cubillo JM, Mayol J, Casaburi R. Comparison of effects of supervised versus self-monitored training programmes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2000 Mar;15(3):517-25.
- 237 Guell R, Casan P, Belda J, Sangeris M, Morante F, Guyatt GH, et al. Long-term effects of outpatient rehabilitation of COPD: A randomized trial. *Chest.* 2000 Apr;117(4):976-83.
- 238 Vallet G, Ahmaidi S, Serres I, Fabre C, Bourgoignie D, Desplan J, et al. Comparison of two training programmes in chronic airway limitation patients: standardized versus individualized protocols. *Eur Respir J.* 1997;10:114-22.
- 239 Vogiatzis I, Williamson AF, Miles J, Taylor IK. Physiological response to moderate exercise workloads in a pulmonary rehabilitation program in patients with varying degrees of airflow obstruction. *Chest.* 1999;116:1200-7.
- 240 Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc.* 1996 Oct;28(10):1327-30.
- 241 Debigare R, Maltais F, Mallet M, Casaburi R, Leblanc P. Influence of work rate incremental rate on the exercise responses in patients with COPD. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Aug;32(8):1365-8.
- 242 Mador MJ, Rodis A, Magalang UJ. Reproducibility of Borg scale measurements of dyspnea during exercise in patients with COPD. *Chest.* 1995 Jun;107(6):1590-7.
- 243 Horowitz MB, Littenberg B, Mahler DA. Dyspnea ratings for prescribing exercise intensity in patients with COPD. *Chest.* 1996;109:1169-75.
- 244 Horowitz MB, Mahler DA. Dyspnea ratings for prescription of cross-modal exercise in patients with COPD. *Chest.* 1998 Jan;113(1):60-4.
- 245 Mejia R, Ward J, Lentine T, Mahler DA. Target dyspnea ratings predict expected oxygen consumption as well as target heart rate values. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999 May;159(5 Pt 1):1485-9.
- 246 Brach JS, Simonsick EM, Kritchevsky S, Yaffe K, Newman AB. The association between physical function and lifestyle activity and exercise in the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc.* 2004 Apr;52(4):502-9.
- 247 Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Feb;34(2):364-80.
- 248 Ringbaek TJ, Broendum E, Hemmingsen L, Lybeck K, Nielsen D, Andersen C, et al. Rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Exercise twice a week is not sufficient! *Respir Med.* 2000 Feb;94(2):150-4.
- 249 Green RH, Singh SJ, Williams J, Morgan MD. A randomised controlled trial of four weeks versus seven weeks of pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2001 Feb;56(2):143-5.
- 250 Carrieri-Kohlman V, Gormley JM, Eiser S, Demir-Deviren S, Nguyen H, Paul SM, et al. Dyspnea and the affective response during exercise training in obstructive pulmonary disease. *Nurs Res.* 2001 May;50(3):136-46.
- 251 Carter R, Nicotra B, Clark L, Zinkgraf S, Williams J, Peavler M, et al. Exercise conditioning in the rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988 Feb;69(2):118-22.
- 252 Clini E, Foglio K, Bianchi L, Porta R, Vitacca M, Ambrosino N. In-hospital short-term training program for patients with chronic airway obstruction. *Chest.* 2001 Nov;120(5):1500-5.
- 253 Kirsten DK, Taube C, Lehnigk B, Jorres RA, Magnussen H. Exercise training improves recovery in patients with COPD after an acute exacerbation. *Respir Med.* 1998 Oct;92(10):1191-8.
- 254 Salman GF, Mosier MC, Beasley BW, Calkins DR. Rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease: metaanalysis of randomized controlled trials. *J Gen Intern Med.* 2003 Mar;18(3):213-21.
- 255 Berry MJ, Rejeski WJ, Adair NE, Ettinger WH, Jr., Zaccaro DJ, Sevick MA. A randomized, controlled trial comparing long-term and short-term exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 2003 Jan;23(1):60-8.
- 256 Singh SJ, Smith DL, Hyland ME, Morgan MD. A short outpatient pulmonary rehabilitation programme: immediate and longer-term effects on exercise performance and quality of life. *Respir Med.* 1998 Sep;92(9):1146-54.

- 257 Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones RW, Wedzicha AJ. Longitudinal trends in exercise capacity and health status after pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Respir Med.* 2003 Feb;97(2):173-80.
- 258 Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, Lewis-Jenkins V, Mullins J, Shiels K, et al. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2000 Jan 29;355(9201):362-8.
- 259 Strijbos JH, Postma DS, Van Altena R, Gimeno F, Koeter GH. A comparison between an outpatient hospital-based pulmonary rehabilitation program and a home-care pulmonary rehabilitation program in patients with COPD. A follow-up of 18 months. *Chest.* 1996 Feb;109(2):366-72.
- 260 Ries AL, Kaplan RM, Myers R, Prewitt LM. Maintenance after pulmonary rehabilitation in chronic lung disease: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Mar 15;167(6):880-8.
- 261 Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, Prewitt LM. Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med.* 1995 Jun 1;122(11):823-32.
- 262 Rejeski WJ, Ambrosius WT, Brubaker PH, Focht BC, Foy CG, Brawley LR, et al. Older adults with chronic disease: Benefits of group-mediated counseling in the promotion of physically active lifestyles. *Health Psychology.* 2003 Jul;22(4):414-23.
- 263 Carlson JJ, Johnson JA, Franklin BA, VanderLaan RL. Program participation, exercise adherence, cardiovascular outcomes, and program cost of traditional versus modified cardiac rehabilitation. *Am J Cardiol.* 2000 Jul 1;86(1):17-23.
- 264 Carlson JJ, Norman GJ, Feltz DL, Franklin BA, Johnson JA, Locke SK. Self-efficacy, psychosocial factors, and exercise behavior in traditional versus modified cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil.* 2001 Nov;21(6):363-73.
- 265 Atkins CJ, Kaplan RM, Timms RM, Reinsch S, Lofback K. Behavioral exercise programs in the management of chronic obstructive pulmonary disease. *J Consult Clin Psychol.* 1984 Aug;52(4):591-603.
- 266 Carrieri-Kohlman V, Gormley JM, Douglas MK, Paul SM, Stulberg MS. Exercise training decreases dyspnea and the distress and anxiety associated with it. Monitoring alone may be as effective as coaching. *Chest.* 1996 Dec;110(6):1526-35.
- 267 Bauerle O, Chrusch CA, Younes M. Mechanisms by which COPD affects exercise tolerance. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;157:57-68.
- 268 Neder JA, Jones PW, Nery LE, Whipp BJ. Determinants of exercise endurance capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. The power-duration relationship. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;162:497-504.
- 269 Gosselink R. Breathing techniques in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Chron Respir Dis.* 2004;1(3):163-72.
- 270 Levine S, Kaiser L, Leferovich J, Tikunov B. Cellular adaptations in the diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med.* 1997;337:1799-806.
- 271 Orozco-Levi M, Gea J, Lloreta JL, Félez M, Minguella J, Serrano S, et al. Subcellular adaptation of the human diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 1999;13:371-8.
- 272 Rochester DF, Braun NMT. Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1985;132:42-7.
- 273 Perez T, Becquart LA, Stach B, Wallaert B, Tonnel AB. Inspiratory muscle strength and endurance in steroid-dependent asthma. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;153:610-5.
- 274 Leith DE, Bradley ME. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol.* 1976;41:508-16.
- 275 Boutellier U, Buchel R, Kundert A, Spengler C. The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. *Eur J Appl Physiol.* 1992;65:347-53.
- 276 Belman MJ, Shadmehr R. Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol.* 1988 Dec;65(6):2726-35.
- 277 Nickerson BC, Keens TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J Appl Physiol.* 1982;52:768-72.
- 278 Gosselink R, Wagenaar RC, Decramer M. The reliability of a commercially available threshold loading device. *Thorax.* 1996;51:601-5.
- 279 Wanke T, Formanek D, Lahrman H, Brath H, Wild M, Wagner Ch, et al. The effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. *Eur Respir J.* 1994;7:2205-11.
- 280 Dekhuijzen PN, Folgering HT, van Herwaarden CL. Target-flow inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest.* 1991 Jan;99(1):128-33.
- 281 Preusser BA, Winningham ML, Clanton TL. High- vs low-intensity inspiratory muscle interval training in patients with COPD. *Chest.* 1994 Jul;106(1):110-7.
- 282 Larson JL, Kim MJ, Sharp JT, Larson DA. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1988 Sep;138(3):689-96.
- 283 Lisboa C, Munoz V, Beroiza T, Leiva A, Cruz E. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: comparison of two different training loads with a threshold device. *Eur Respir J.* 1994;7:1266-74.
- 284 Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, Cruz E, Pertuze J, Borzone G. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J.* 1997;10:537-42.

- 285 Scherer TA, Spengler C, Owassapian D, Imhof E, Boutellier U. Respiratory muscle endurance training in chronic obstructive pulmonary disease. Impact on exercise capacity, dyspnea, and quality of life. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;162:1709-14.
- 286 Geddes EL, Reid WD, Crowe J, O'Brien K, Brooks D. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Respir Med.* 2005 Nov;99(11):1440-58.
- 287 Weiner P, Magadle R, Beckerman M, Weiner M, Berar-Yanay N. Specific expiratory muscle training in COPD. *Chest.* 2003 Aug;124(2):468-73.
- 288 Weiner P, Magadle R, Beckerman M, Weiner M, Berar-Yanay N. Comparison of Specific Expiratory, Inspiratory, and Combined Muscle Training Programs in COPD. *Chest.* 2003 Oct;124(4):1357-64.
- 289 Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, Cecins N, Shepherd KL, Green DJ, et al. High-intensity inspiratory muscle training in COPD. *Eur Respir J.* 2006 Jun;27(6):1119-28.
- 290 Sharp JT, Druz WS, Moisan T, Foster J, Machnach W. Postural relief of dyspnea in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1980 Aug;122(2):201-11.
- 291 Druz WS, Sharp JT. Electrical and mechanical activity of the diaphragm accompanying body position in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1982 Mar;125(3):275-80.
- 292 O'Neill S, McCarthy DS. Postural relief of dyspnoea in severe chronic airflow limitation: relationship to respiratory muscle strength. *Thorax.* 1983 Aug;38(8):595-600.
- 293 Sharp JT, Druz WS, Moisan T, Foster J, Machnach W. Postural relief of dyspnea in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1980;122:201-11.
- 294 Banzett R, Topulos G, Leith DE, Natisos C. Bracing arms increases the capacity for sustained hyperpnea. *Am Rev Respir Dis.* 1983;133:106-9.
- 295 Probst VS, Troosters T, Coosemans I, Spruit MA, Pitta FO, Decramer M, et al. Mechanisms of improvement in exercise capacity using a rollator in patients with COPD. *Chest.* 2004 Oct;126(4):1102-7.
- 296 Tiep BL, Burns M, Kao D, Madison R, Herrera J. Pursed lips breathing training using ear oximetry. *Chest.* 1986 Aug;90(2):218-21.
- 297 Breslin EH. The pattern of respiratory muscle recruitment during pursed-lips breathing in COPD. *Chest.* 1992;101:75-8.
- 298 Thoman RL, Stoker GL, Ross JC. The efficacy of pursed-lips breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1966 Jan;93(1):100-6.
- 299 Petty TL, Guthrie A. The effects of augmented breathing manoeuvres on ventilation in severe chronic airway obstruction. *Respir Care.* 1971;16:104-11.
- 300 Ingram RH, Schilder DP. Effect of pursed lips breathing on the pulmonary pressure-flow relationship in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis.* 1967;96:381-8.
- 301 Spahija J, de Marchie M, Grassino A. Effects of imposed pursedlips breathing on respiratory mechanics and dyspnea at rest and during exercise in COPD. *Chest.* 2005 Aug;128(2):640-50.
- 302 Bianchi R, Gigliotti F, Romagnoli I, Lanini B, Castellani C, Grazzini M, et al. Chest wall kinematics and breathlessness during pursedlip breathing in patients with COPD. *Chest.* 2004 Feb;125(2):459-65.
- 303 Mueller RE, Petty TL, Filley GF. Ventilation and arterial blood gas changes induced by pursed lips breathing. *J Appl Physiol.* 1970 Jun;28(6):784-9.
- 304 Garrod R, Dallimore K, Cook J, Davies V, Quade K. An evaluation of the acute impact of pursed lips breathing on walking distance in nonspontaneous pursed lips breathing chronic obstructive pulmonary disease patients. *Chron Respir Dis.* 2005;2(2):67-72.
- 305 Bellemare F, Grassino A. Force reserve of the diaphragm in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol.* 1983;55:8-15.
- 306 Ninane V, Rypens F, Yernault JC, De Troyer A. Abdominal muscle use during breathing in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis.* 1992 Jul;146(1):16-21.
- 307 Reybrouck T, Wertelaers A, Bertrand P, Demedts M. Myofeedback training of the respiratory muscles in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 1987;7:18-22.
- 308 Erpicum B, Willeput R, Sergysels R, De Coster A. Does abdominal breathing below FRC give a mechanical support for inspiration. *Clin Respir Physiol.* 1984;20:117.
- 309 Sackner MA, Gonzalez HF, Jenouri G, Rodriguez M. Effects of abdominal and thoracic breathing on breathing pattern components in normal subjects and in patients with COPD. *Am Rev Respir Dis.* 1984;130:584-7.
- 310 Grimby G. Aspects of lung expansion in relation to pulmonary physiotherapy. *Am Rev Respir Dis.* 1974;110:145-53.
- 311 Grimby G, Oxhøj H, Bake B. Effects of abdominal breathing on distribution of ventilation in obstructive lung disease. *Clin Sci Mol Med.* 1975;48:193-9.
- 312 Gosselink RA, Wagenaar RC, Rijswijk H, Sargeant AJ, Decramer ML. Diaphragmatic breathing reduces efficiency of breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995 Apr;151(4):1136-42.
- 313 Willeput R, Vachaudes JP, Lenders D, Nys A, Knoop T, Sergysels R. Thoracoabdominal motion during chest physiotherapy in patients affected by chronic obstructive lung disease. *Respiration.* 1983;44:204-14.
- 314 Vitacca M, Clini E, Bianchi L, Ambrosino N. Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. *Eur Respir J.* 1998;11:408-15.
- 315 Renfroe KL. Effect of progressive relaxation on dyspnea and state of anxiety in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung.* 1988;17:408-13.

- 316 Kolaczowski W, Taylor R, Hoffstein V. Improvement in oxygen saturation after chest physiotherapy in patients with emphysema. *Physiotherapy Canada*. 1989;41:18-23.
- 317 Gift AG, Moore T, Soeken K. Relaxation to reduce dyspnea and anxiety in COPD patients. *Nursing Research*. 1992;41:242-6.
- 318 Cranston JM, Crockett AJ, Moss JR, Alpers JH. Domiciliary oxygen for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;(4).
- 319 O'Donnell DE, Bain DJ, Webb KA. Factors contributing to relief of exertional breathlessness during hyperoxia in chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997 Feb;155(2):530-5.
- 320 Somfay A, Porszasz J, Lee SM, Casaburi R. Dose-response effect of oxygen on hyperinflation and exercise endurance in nonhypoxaemic COPD patients. *Eur Respir J*. 2001 Jul;18(1):77-84.
- 321 Nonoyama ML, Brooks D, Lacasse Y, Guyatt GH, Goldstein RS. Oxygen therapy during exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;(2).
- 322 Jolly EC, Di B, V, Aguirre L, Luna CM, Berensztein S, Gene RJ. Effects of supplemental oxygen during activity in patients with advanced COPD without severe resting hypoxemia. *Chest*. 2001 Aug;120(2):437-43.
- 323 Stein DA, Bradley BL, Miller WC. Mechanisms of oxygen effects on exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest*. 1982 Jan;81(1):6-10.
- 324 Porszasz J, Emtner M, Goto S, Somfay A, Whipp BJ, Casaburi R. Exercise training decreases ventilatory requirements and exercise-induced hyperinflation at submaximal intensities in patients with COPD. *Chest*. 2005 Oct;128(4):2025-34.
- 325 Emtner M, Porszasz J, Burns M, Somfay A, Casaburi R. Benefits of supplemental oxygen in exercise training in nonhypoxemic chronic obstructive pulmonary disease patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 Nov 1;168(9):1034-42.
- 326 Rooyackers JM, Dekhuijzen PNR, van Herwaarden CLA, Folgering HThM. Training with supplemental oxygen in patients with COPD and hypoxaemia at peak exercise. *Eur Respir J*. 1997;10:1278-84.
- 327 Garrod R, Paul EA, Wedzicha JA. Supplemental oxygen during pulmonary rehabilitation in patients with COPD with exercise hypoxaemia. *Thorax*. 2000;55:539-43.
- 328 Wadell K, Henriksson-Larsén K, Lundgren R. Physical training with and without oxygen in patients with chronic obstructive disease and exercise-induced hypoxaemia. *J Rehab Med*. 2001;33:200-5.
- 329 Bradley JM, Lasserson T, Elborn S, Macmahon J, O'Neill B. A systematic review of randomized controlled trials examining the short-term benefit of ambulatory oxygen in COPD. *Chest*. 2007 Jan;131(1):278-85.
- 330 O'Donnell DE, D'Arsigny C, Webb KA. Effects of hyperoxia on ventilatory limitation during exercise in advanced chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Mar;163(4):892-8.
- 331 Smith RP, Johnson MK, Ashley J, Rudkin ST, White RJ. Effect of exercise induced hypoxaemia on myocardial repolarisation in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1998;53:572-6.
- 332 Ambrosino N, Giannini D, D'Amico I. How good is the evidence for ambulatory oxygen in chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis*. 2004;1(3):125-6.
- 333 Puhan MA, Schunemann HJ, Frey M, Bachmann LM. Value of supplemental interventions to enhance the effectiveness of physical exercise during respiratory rehabilitation in COPD patients. A systematic review. *Respir Res*. 2004;5(1):25.
- 334 Eves ND, Petersen SR, Haykowsky MJ, Wong EY, Jones RL. Helium-hyperoxia, exercise, and respiratory mechanics in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006 Oct 1;174(7):763-71.
- 335 Palange P, Valli G, Onorati P, Antonucci R, Paoletti P, Rosato A, et al. Effect of heliox on lung dynamic hyperinflation, dyspnea, and exercise endurance capacity in COPD patients. *J Appl Physiol*. 2004 Nov;97(5):1637-42.
- 336 Johnson JE, Gavin DJ, Adams-Dramiga S. Effects of training with heliox and noninvasive positive pressure ventilation on exercise ability in patients with severe COPD. *Chest*. 2002 Aug;122(2):464-72.
- 337 Van 't Hul A, Kwakkel G, Gosselink R. The acute effects of noninvasive ventilatory support during exercise on exercise endurance and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. *J Cardiopulm Rehabil*. 2002 Jul;22(4):290-7.
- 338 Van 't Hul A, Gosselink R, Hollander P, Postmus P, Kwakkel G. Acute effects of inspiratory pressure support during exercise in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2004 Jan;23(1):34-40.
- 339 Costes F, Agresti A, Court-Fortune, Roche F, Vergnon JM, Barthelemy JC. Noninvasive ventilation during exercise training improves exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2003 Jul;23(4):307-13.
- 340 Hawkins P, Johnson LC, Nikolettou D, Hamnegard CH, Sherwood R, Polkey MI, et al. Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2002 Oct;57(10):853-9.
- 341 Van 't Hul A, Gosselink R, Hollander P, Postmus P, Kwakkel G. Training with inspiratory pressure support in patients with severe COPD. *Eur Respir J*. 2006 Jan;27(1):65-72.
- 342 Bianchi L, Foglio K, Pagani M, Vitacca M, Rossi A, Ambrosino N. Effects of proportional assist ventilation on exercise tolerance in COPD patients with chronic hypercapnia. *Eur Respir J*. 1998;11:422-7.
- 343 Brooks D, Krip B, Mangovski-Alzamora S, Goldstein R. The effect of post-rehabilitation programs among individuals with COPD. *Eur Respir J*. 2002;19.
- 344 Seemungal TA, Donaldson GC, Bhowmik A, Jeffries DJ, Wedzicha JA. Time course and recovery of exacerbations in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000 May;161(5):1608-13.

- 345 Miravittles M, Ferrer M, Pont A, Zalacain R, Alvarez-Sala JL, Masa F, et al. Effect of exacerbations on quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a 2 year follow up study. *Thorax*. 2004 May;59(5):387-95.
- 346 Seemungal TA, Donaldson GC, Paul EA, Bestall JC, Jeffries DJ, Wedzicha JA. Effect of exacerbation on quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 May;157(5 Pt 1):1418-22.
- 347 Hurst JR, Wedzicha JA. Chronic obstructive pulmonary disease: the clinical management of an acute exacerbation. *Postgrad Med J*. 2004 Sep;80(947):497-505.
- 348 Anthonisen NR, Manfreda J, Warren CP, Hershfield ES, Harding GK, Nelson NA. Antibiotic therapy in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med*. 1987 Feb;106(2):196-204.
- 349 Probst VS, Troosters T, Celis G, Pitta F, Decramer M, Gosselink R. Effects of resistance exercise training during hospitalisation due to acute exacerbation of COPD preliminary results. *Eur Respir J*. 2005;49:432s.
- 350 Man WD, Polkey MI, Donaldson N, Gray BJ, Moxham J. Community pulmonary rehabilitation after hospitalisation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: randomised controlled study. *Br Med J*. 2004 Oct 25.
- 351 Leith DE. Cough. *Phys Ther*. 1968 May;48(5):439-47.
- 352 Clarke SW, Jones JG, Oliver DR. Resistance to two-phase gas-liquid flow in airways. *J Appl Physiol*. 1970 Oct;29(4):464-71.
- 353 McCool FD. Global physiology and pathophysiology of cough: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2006 Jan;129(1 Suppl):48S-53S.
- 354 Langlands J. The dynamics of cough in health and in chronic bronchitis. *Thorax*. 1967 Jan;22(1):88-96.
- 355 Schoni MH. Autogenic drainage: a modern approach to physiotherapy in cystic fibrosis. *J R Soc Med*. 1989;82 Suppl 16:32-7.
- 356 Bennett WD, Zeman KL. Effect of enhanced supramaximal flows on cough clearance. *J Appl Physiol*. 1994;77(4):1577-83.
- 357 Hasani A, Pavia D, Agnew JE, Clarke SW. Regional mucus transport following unproductive cough and forced expiration technique in patients with airways obstruction. *Chest*. 1994;105:1420-5.
- 358 Zahm JM, King M, Duvivier C, Pierrot D, Girod S, Puchelle E. Role of simulated repetitive coughing in mucus clearance. *Eur Respir J*. 1991;4:311-5.
- 359 Jones A, Rowe BH. Bronchopulmonary hygiene physical therapy in bronchiectasis and chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Heart Lung*. 2000 Mar;29(2):125-35.
- 360 Main E, Prasad A, van der Schans C. Conventional chest physiotherapy compared to other airway clearance techniques for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;(1).
- 361 van der SC, Prasad A, Main E. Chest physiotherapy compared to no chest physiotherapy for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2000;(2):CD001401.
- 362 Miller S, Hall DO, Clayton CB, Nelson R. Chest physiotherapy in cystic fibrosis: a comparative study of autogenic drainage and the active cycle of breathing techniques with postural drainage. *Thorax*. 1995 Feb;50(2):165-9.
- 363 van der Schans CP, van der Mark TW, Rubin BK, Postma DS, Koëter GH. Chest physical therapy: mucus mobilizing techniques. In: Bach JR, editor. *Chest physical therapy: mucus mobilizing techniques*. Philadelphia, PA: Hanley & Belfus, Inc.; 1996. p. 229-46.
- 364 Savci S, Ince DI, Arikan H. A comparison of autogenic drainage and the active cycle of breathing techniques in patients with chronic obstructive pulmonary diseases. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000 Jan;20(1):37-43.
- 365 Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM. Effect of manually assisted cough and mechanical insufflation on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness. *Thorax*. 2001 Jun;56(6):438-44.
- 366 McCool FD, Rosen MJ. Nonpharmacologic airway clearance therapies: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2006 Jan;129(1 Suppl):250S-9S.
- 367 Blake J. On the movement of mucus in the lung. *J Biomech*. 1975 Jul;8(3-4):179-90.
- 368 Sutton PP, Parker RA, Webber BA, Newman SP, Garland N, Lopez-Vidriero MT, et al. Assessment of the forced expiration technique, postural drainage and directed coughing in chest physiotherapy. *Eur J Respir Dis*. 1983;64:62-8.
- 369 Fink JB. Positioning versus postural drainage. *Respir Care*. 2002 Jul;47(7):769-77.
- 370 Wolff RK, Dolovich MB, Obminski G, Newhouse MT. Effects of exercise and eucapnic hyperventilation on bronchial clearance in man. *J Appl Physiol*. 1977 Jul;43(1):46-50.
- 371 Olseni L, Midgren B, Hornblad Y, Wollmer P. Chest physiotherapy in chronic obstructive pulmonary disease: forced expiratory technique combined with either postural drainage or positive expiratory pressure breathing. *Respir Med*. 1994 Jul;88(6):435-40.
- 372 Oldenburg FA, Dolovich MB, Montgomery JM, Newhouse MT. Effects of postural drainage, exercise and cough on mucus clearance in chronic bronchitis. *Am Rev Respir Dis*. 1979;120:739-45.
- 373 King M, Phillips DM, Gross D, Vartian V, Chang HK, Zidulka A. Enhanced tracheal mucus clearance with high frequency chest wall compression. *Am Rev Respir Dis*. 1983 Sep;128(3):511-5.
- 374 Pham QT, Peslin R, Puchelle E, Salmon D, Caraux G, Benis AM. Respiratory function and the rheological status of bronchial secretions collected by spontaneous expectoration and after physiotherapy (author's transl). *Bull Physiopathol Respir (Nancy)*. 1973 Mar;9(2):293-314.
- 375 Hansen LG, Warwick WJ, Hansen KL. Mucus transport mechanisms in relation to the effect of high frequency chest compression (HFCC) on mucus clearance. *Pediatr Pulmonol*. 1994 Feb;17(2):113-8.

- 376 Thomas J, DeHueck A, Kleiner M, Newton J, Crowe J, Mahler S. To vibrate or not to vibrate: usefulness of the mechanical vibrator for clearing bronchial secretions. *Physiother Can.* 1995;47:120-5.
- 377 Radford R, Barutt J, Billingsley JG, Hill W, Lawson H, Willich W. A rational basis for percussion-augmented mucociliary clearance. *Respir Care.* 1982;27:556-63.
- 378 Rossman CM, Waldes R, Sampson D, Newhouse MT. Effect of chest physiotherapy on the removal of mucus in patients with cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis.* 1982 Jul;126(1):131-5.
- 379 Wollmer P, Ursing K, Midgren B, Eriksson L. Inefficiency of chest percussion in the physical therapy of chronic bronchitis. *Eur J Respir Dis.* 1985 Apr;66(4):233-9.
- 380 van der Schans CP, Piers DA, Postma DS. Effect of manual percussion on tracheobronchial clearance in patients with chronic airflow obstruction and excessive tracheobronchial secretion. *Thorax.* 1986;41:448-52.
- 381 Hansen LG, Warwick WJ. High-frequency chest compression system to aid in clearance of mucus from the lung. *Biomed Instrum Technol.* 1990 Jul;24(4):289-94.
- 382 Groth S, Stafanger G, Dirksen H, Andersen JB, Falk M, Kelstrup M. Positive expiratory pressure (PEP-mask) physiotherapy improves ventilation and reduces volume of trapped gas in cystic fibrosis. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 1985 Jul;21(4):339-43.
- 383 Menkes HA, Traystman RJ. Collateral ventilation. *Am Rev Respir Dis.* 1977 Aug;116(2):287-309.
- 384 Peters RM. Pulmonary physiologic studies of the perioperative period. *Chest.* 1979 Nov;76(5):576-84.
- 385 Groth S, Stafanger G, Dirksen H, Andersen JB, Falk M, Kelstrup M. Positive expiratory pressure (PEP-mask) physiotherapy improves ventilation and reduces volume of trapped gas in cystic fibrosis. *Clin Respir Physiol.* 1985;21:339-43.
- 386 Christensen EF, Nedergaard T, Dahl R. Long-term treatment of chronic bronchitis with positive expiratory pressure and chest physiotherapy. *Chest.* 1990;97:645-50.
- 387 Bellone A, Spagnolati L, Massobrio M, Bellei E, Vinciguerra R, Barbieri A, et al. Short-term effects of expiration under positive pressure in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and mild acidosis requiring non-invasive positive pressure ventilation. *Intensive Care Med.* 2002 May;28(5):581-5.
- 388 Elkins MR, Jones A, van der Schans C. Positive expiratory pressure physiotherapy for airway clearance in people with cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006;(2).
- 389 van Hengstum M, Festen J, Beurskens C, Hankel M, Beekman F, Corstens F. Effect of positive expiratory pressure mask physiotherapy (PEP) versus forced expiration technique (FET/PD) on regional lung clearance in chronic bronchitis. *Eur Respir J.* 1991 Jun;4(6):651-4.
- 390 van Hengstum M, Festen J, Beurskens C, Hankel M, van den BW, Buijs W, et al. The effect of positive expiratory pressure versus forced expiration technique on tracheobronchial clearance in chronic bronchitis. *Scand J Gastroenterol Suppl.* 1988;143:114-8.
- 391 Williams MT. Chest physiotherapy and cystic fibrosis. Why is the most effective form of treatment still unclear? *Chest.* 1994 Dec;106(6):1872-82.
- 392 van de Schans CP, van de Mark TW, Rubin BK, Postma DS, Koeter GH. Chest physical therapy: mucus mobilizing techniques. In: Bach JR, editor. *Pulmonary rehabilitation. The obstructive and paralytic conditions.* Philadelphia; 1996. p. 229-46.
- 393 Konstan MW, Stern RC, Doershuk CF. Efficacy of the Flutter device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis. *J Pediatr.* 1994 May;124(5 Pt 1):689-93.
- 394 Pryor JA, Webber BA, Hodson ME, Warner JO. The Flutter VPR1 as an adjunct to chest physiotherapy in cystic fibrosis. *Respir Med.* 1994 Oct;88(9):677-81.
- 395 Bellone A, Laschioli R, Raschi S, Guzzi L, Adone R. Chest physical therapy in patients with acute exacerbation of chronic bronchitis: effectiveness of three methods. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000 May;81(5):558-60.
- 396 Wijkstra PJ, van der Mark TW, Kraan J, Van Altena R, Koeter GH, Postma DS. Long-term effects of home rehabilitation on physical performance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996 Apr;153(4 Pt 1):1234-41.
- 397 Heppner PS, Morgan C, Kaplan RM, Ries AL. Regular walking and long-term maintenance of outcomes after pulmonary rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil.* 2006 Jan;26(1):44-53.
- 398 Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007 Aug 28;116(9):1094-105.
- 399 [Anon]. Pulmonary Rehabilitation. *Am Rev Respir Dis.* 1981;124(5):663-6.
- 400 Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Coosemans I, Barbier V, et al. Does pulmonary rehabilitation improve physical activities in daily life in COPD patients? *Eur Respir J.* 2005;49:181s.
- 401 Coronado M, Janssens JP, De Muralt B, Terrier P, Schutz Y, Fitting JW. Walking activity measured by accelerometry during respiratory rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil.* 2003;23:357-64.
- 402 Mercken EM, Hageman GJ, Schols AM, Akkermans MA, Bast A, Wouters EF. Rehabilitation decreases exercise-induced oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005 Jul 22.
- 403 Sewell L, Singh SJ, Williams JE, Collier R, Morgan MD. Can individualized rehabilitation improve functional independence in elderly patients with COPD? *Chest.* 2005 Sep;128(3):1194-200.
- 404 Steele BG, Belza B, Hunziker J, Holt L, Legro M, Coppersmith J, et al. Monitoring daily activity during pulmonary rehabilitation using a triaxial accelerometer. *J Cardiopulm Rehabil.* 2003 Mar;23(2):139-42.

- 405 Brawley LR, Rejeski WJ, King AC. Promoting physical activity for older adults - The challenges for changing behavior. *Am J Prev Med.* 2003 Oct;25(3):172-83.
- 406 Atkins CJ, Kaplan RM, Timms RM, Reinsch S, Lofback K. Behavioral exercise programs in the management of chronic obstructive pulmonary disease. *J Consult Clin Psychol.* 1984;52(4):591-603.
- 407 de Blok BMJ, de Greef MHG, ten Hacken NHT, Sprenger SR, Postema K, Wempe JB. The effects of a lifestyle physical activity counseling program with feedback of a pedometer during pulmonary rehabilitation in patients with COPD: A pilot study. *Patient Educ Couns.* 2006 Apr;61(1):48-55.
- 408 de Blok BM, de Greef MH, Ten Hacken NH, Sprenger SR, Postema K, Wempe JB. The effects of a lifestyle physical activity counseling program with feedback of a pedometer during pulmonary rehabilitation in patients with COPD: A pilot study. *Patient Educ Couns.* 2006 Jan 30.
- 409 Hillsdon M, Thorogood M, White I, Foster C. Advising people to take more exercise is ineffective: a randomized controlled trial of physical activity promotion in primary care. *Int J Epidemiol.* 2002 Aug;31(4):808-15.
- 410 Tudor-Locke CE, Myers AM, Rodger NW. Development of a theory-based daily activity intervention for individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Educator.* 2001 Jan;27(1):85-93.
- 411 Conn VS, Minor MA, Burks KJ, Rantz MJ, Pomeroy SH. Integrative review of physical activity intervention research with aging adults. *J Am Geriatr Soc.* 2003 Aug;51(8):1159-68.
- 412 King AC, Rejeski WJ, Buchner DM. Physical activity interventions targeting older adults - A critical review and recommendations. *Am J Prev Med.* 1998 Nov;15(4):316-33.
- 413 Hillsdon M, Foster C, Thorogood M. Interventions for promoting physical activity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005;(1):CD003180.
- 414 Estabrooks PA, Glasgow RE, Dzewaltowski DA. Physical activity promotion through primary care. *JAMA.* 2003 Jun 11;289(22):2913-6.
- 415 Estabrooks PA, Glasgow RE. Translating effective clinic-based physical activity interventions into practice. *Am J Prev Med.* 2006 Oct;31(4 Suppl):S45-S56.
- 416 Weinstein ND, Rothman AJ, Sutton SR. Stage theories of health behavior: Conceptual and methodological issues. *Health Psychology.* 1998 May;17(3):290-9.
- 417 Rhodes RE, Martin AD, Taunton JE, Rhodes EC, Donnelly M, Elliot J. Factors associated with exercise adherence among older adults - An individual perspective. *Sports Medicine.* 1999 Dec;28(6):397-411.
- 418 Bodenheimer T, Lorig K, Holman H, Grumbach K. Patient selfmanagement of chronic disease in primary care. *JAMA.* 2002 Nov. 20;288(19):2469-75.
- 419 Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol Rev.* 1977 Mar;84(2):191-215.
- 420 Dekkers F. Patiëntenvoorlichting: de onmacht en de pijn. Baarn: Ambo; 1981.
- 421 Van Broek AHS. Patient education and chronic obstructive pulmonary disease. 1995.
- 422 Sluijs EM. Patient education in physical therapy. 1991.
- 423 KNGF. Richtlijnen voor de fysiotherapeutische verslaglegging. Amersfoort: KNGF; 1993.

Directives du KNGF

Bronchopneumopathie chronique obstructive

ISSN

1567-6137

Numéro des directives du KNGF

V-03/2008

Édition

Août 2008, la parution de ces directives rend caduque la version de 2005

Adresse

Stadsring 159b, Amersfoort

Adresse postale

Postbus 248, 3800 AE Amersfoort

Courriel hoofdkantoor@kngf.nl

Internet www.kngf.nl

KNGF

Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie