



Kinésithérapie et mucoviscidose

Physiotherapy and cystic fibrosis

G. Reyhler*, H. Fouré**

Jusqu'à il y a peu, la kinésithérapie dans le cas de la mucoviscidose concernait uniquement l'aspect désencombrement. Aujourd'hui, on peut dire sans se tromper que cet aspect est loin d'être le seul en ce qui concerne cette prise en charge, même s'il reste fondamental. En outre, le kinésithérapeute intervient souvent précocement dans la prise en charge de ces patients.

Pour utiliser un terme à la mode, le kinésithérapeute se situe dans une démarche de *disease management* (1) comprenant, outre la prise en charge thérapeutique pure :

- le soutien psychologique et l'entretien de la motivation du patient (coaching) ;
- l'éducation du patient, notamment en ce qui concerne l'hygiène, la réalisation autonome des manœuvres de désencombrement, les activités physiques, la nébulisation et le traitement dans son ensemble (*self management*) ;
- l'intégration et l'implication dans la prise en charge en réseau : le patient ou sa famille peuvent solliciter l'avis du kinésithérapeute libéral pour une orientation vers l'interlocuteur le plus pertinent, ce dernier jouant ainsi un rôle de relais avec les autres prestataires ;
- la veille thérapeutique : le kinésithérapeute a une place privilégiée pour assurer le suivi quotidien de l'état de santé du patient et peut alerter le Centre de ressources et de compétences de la mucoviscidose (CRCM), notamment en cas d'exacerbation.

Le désencombrement

Bien qu'une revue de la littérature de 2000 ait conclu qu'il "n'y a pas actuellement de preuve scientifique solide pour soutenir l'hypothèse que la kinésithérapie respiratoire, comme moyen d'épuration des sécrétions, a un effet bénéfique chez les patients atteints de mucoviscidose" (2), la kinésithérapie respiratoire de désencombrement reste largement recommandée et prescrite. En effet, malgré l'absence de preuves

scientifiques formelles, il y a plusieurs arguments qui plaident en faveur d'une instauration précoce de la kinésithérapie respiratoire dès l'établissement du diagnostic (3). De plus, outre l'aspect thérapeutique, les séances de kinésithérapie permettent d'obtenir un recueil de qualité des sécrétions bronchiques et une évaluation macroscopique (consistance, couleur) de ces dernières, critère utile à la prise de décision médicale.

Le problème majeur de validation des techniques de kinésithérapie respiratoire tient au fait qu'il n'y a pas une kinésithérapie de la mucoviscidose, pas plus que d'une autre pathologie. La kinésithérapie étant définie par le soin par le mouvement, elle est donc sémiologique et non nosologique. L'objectif est de prévenir ou de diminuer les conséquences mécaniques de l'obstruction comme l'hyperinflation, l'atélectasie, les troubles de ventilation, l'augmentation du travail ventilatoire (4) ou les troubles de la statique. Cette obstruction peut être liée à : une stase endoluminale de mucus ; un œdème de la muqueuse ; un bronchospasme ; une association de ces 3 mécanismes ; des lésions anatomiques et histologiques.

Une grande partie des publications scientifiques ne tient pas compte de ces particularités sémiologiques, et les groupes de patients ne sont que très rarement homogènes. De plus, à l'heure actuelle, nous ne disposons d'aucun marqueur fiable permettant l'évaluation des manœuvres de désencombrement. De ce fait, les différentes techniques de désencombrement ne présentent qu'un très faible niveau de preuve et sont largement fondées sur des avis d'experts et sur l'expérience clinique des professionnels, ce qui est souvent insuffisant dans le contexte de l'*evidence-based medicine*.

Les techniques manuelles

Première technique de drainage et la plus physiologique, la toux à différents volumes pulmonaires est efficace potentiellement au moins jusqu'à la

* Docteur en kinésithérapie, centre de référence pour la mucoviscidose, clinique universitaire Saint-Luc, Bruxelles.

** Cadre de santé kinésithérapeute respiratoire, coordonnateur du réseau Respicard (handicap respiratoire en Picardie).

Points forts⁺

- » Le kinésithérapeute a un rôle à jouer dans la prise en charge pluridisciplinaire des patients atteints de mucoviscidose qui ne se limite plus au désencombrement seul.
- » À l'heure actuelle, aucune technique de kinésithérapie ne fait l'unanimité. Le choix de la technique doit se faire en fonction de chaque patient, des connaissances physiologiques et physiopathologiques actuelles et de la symptomatologie, tout en veillant à accorder un maximum d'autonomie au patient.

Mots-clés

Mucoviscidose
Kinésithérapie
Désencombrement
Aérosolthérapie

cinquième génération bronchique pour peu que le patient ait des bronches dénuées de lésions anatomiques (5). Néanmoins, l'atteinte primaire étant périphérique, cette manœuvre ne permet probablement pas de lutter contre les premiers encombrements. Dans la bibliographie internationale, par "kinésithérapie respiratoire", on entend *conventional chest physiotherapy*, soit un *gold standard* composé de postures de drainage, de vibrations et de percussions (6). Ces techniques controversées ont été progressivement abandonnées en Europe depuis la conférence de consensus de décembre 1994 au profit de techniques fondées sur la modulation du flux expiratoire (7).

L'école française

- Augmentation rapide du flux expiratoire (ARFE) : cette technique "fondée sur une contraction rapide et forcée des expirateurs" (8) a pour objectif d'obtenir "une vitesse proche de celle de la toux" (9). Elle est souvent assimilée (pas toujours à raison) à l'expiration forcée anglo-saxonne.
- AFE lente : il s'agit d'une "contraction lente et progressive des expirateurs" (8) ; cette expiration doit produire "un son caractéristique dû au transfert d'énergie gaz-sécrétion" (5).
- Certains parlent simplement d'une AFE définie par une "expiration active ou passive à plus ou moins haut volume pulmonaire dont la vitesse, la force et la longueur peuvent varier pour trouver le débit optimal nécessaire au désencombrement bronchique" (10). L'AFE est la technique majoritairement employée par les kinésithérapeutes en France dans le traitement de la mucoviscidose. Il existe peu de travaux concernant sa justification théorique et encore moins concernant ses résultats. Elle reste donc peu reconnue en dehors du territoire français et manque de preuves scientifiques.

L'école anglaise

- La *forced expiratory technique* (FET) est une technique d'expiration forcée (*huffing*) comparable aux manœuvres de mesure du débit expiratoire de pointe (DEP) ou, dans une certaine mesure, à l'ARFE (11).
- L'*active cycle of breathing technique* (ACBT) est constituée de ventilation dirigée au volume courant, suivie d'exercices d'expansion thoracique inspiratoire et, enfin, d'expirations forcées (FET), celles-ci

pouvant être commencées à différents volumes pulmonaires (12).

L'école belge

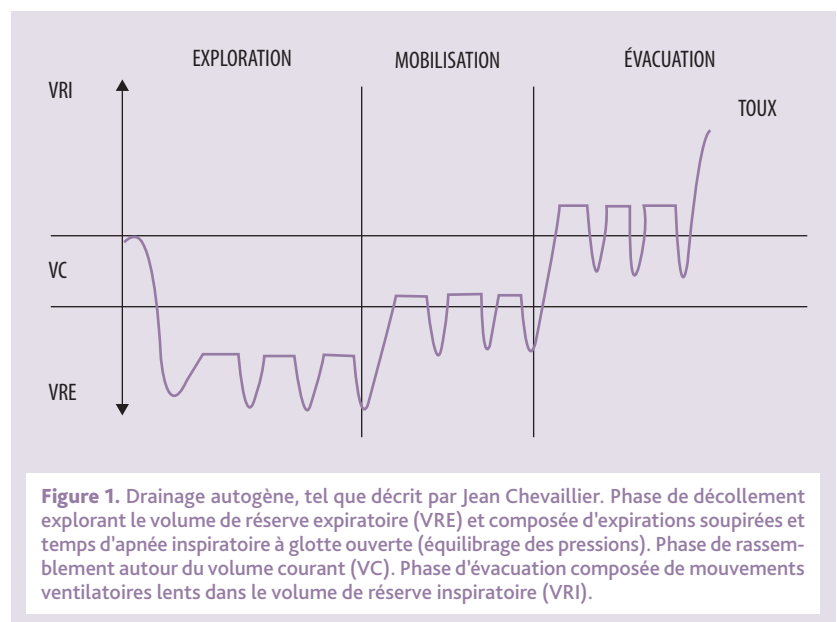
- L'expiration lente prolongée (ELPr) est une "technique passive d'aide expiratoire appliquée au nourrisson [...] commencée à la fin d'une expiration spontanée et poursuivie jusqu'au volume résiduel (VR), son objectif étant d'obtenir un plus grand volume expiré que celui d'une expiration normale qu'elle ne fait que prolonger et compléter" (13).
- L'expiration lente totale glotte ouverte en infra-latéral (ELTGOL) est une "technique activo-passive ou active. Le patient en décubitus latéral exécute des expirations lentes à partir de la CRF (capacité résiduelle fonctionnelle) jusqu'au VR [...], (ce qui) favorise la déflation la plus complète possible du poumon infra-latéral" (*ibid.*).
- Le drainage autogène (DA) [14] est composé d'expirations lentes soupirées à bas volume pulmonaire (initiées à la CRF) et explorant d'abord le volume de réserve expiratoire (phase de décollement), suivies de ventilations toujours lentes à moyen volume pulmonaire (autour du volume courant) et, enfin, d'une phase d'évacuation composée de mouvements ventilatoires lents à haut volume pulmonaire (dans le volume de réserve inspiratoire [VRI]) [figure 1].

Highlights

Physiotherapists play a key role in treatment of cystic fibrosis patients. Not only airway clearance is considered. No differences have been demonstrated in effectiveness among the airway clearance techniques. Choice of the technique depends on patient preference, physiological considerations and symptoms. Finality is to offer autonomy to the patient.

Keywords

Cystic fibrosis
Physiotherapy
Airway clearance
Aerosoltherapy



À noter : parmi les techniques francophones, seul le DA a fait l'objet de publications internationales dans le cadre de la mucoviscidose (14-16).

Les différences notables entre ces techniques tiennent à leur principe :

- les techniques françaises et anglaises (FET) recherchent la compression dynamique bronchique liée à une expiration active sensée augmenter les débits pour chasser les sécrétions ;
- les techniques belges cherchent au contraire à éviter la compression dynamique bronchique et se fondent sur une expiration soupirée pour retarder le collapsus bronchique.

Une distinction peut être réalisée sur la base de la vitesse d'expiration, même si elle reste probablement très (trop ?) grossière. De manière très schématique, les techniques d'expiration rapide participeront préférentiellement au désencombrement des voies aériennes proximales et, à l'inverse, les techniques d'expiration lente permettront de désencombrer les voies aériennes périphériques. Ces dernières semblent particulièrement indiquées pour les patients atteints de mucoviscidose chez qui, comme nous l'avons dit précédemment, l'atteinte pulmonaire précoce se situe en périphérie.

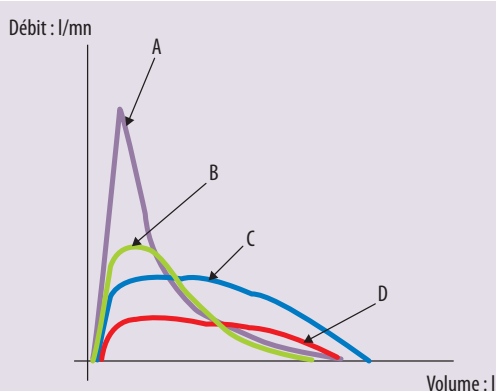


Figure 3. PEP haute pression : le niveau de PEP est déterminé en fonction de l'amélioration des débits constatée sur la courbe débit-volume.

A : expiration forcée (CVF).
B : expiration forcée contre une résistance expiratoire $\varnothing$ 4 mm.
C : expiration forcée contre une résistance $\varnothing$ 3 mm.
D : expiration forcée contre une résistance $\varnothing$ 2 mm.
La courbe C (bleue) engendre les meilleurs débits au niveau des petites bronches. La CVF est améliorée et témoigne du recrutement de territoires non ventilés. D'après Jeffrey S, Wagener MD, Aree A et al. *Cystic fibrosis: current trends. Respir Care* 2003;48(3):241.



Figure 2. PEP mask : séries d'expirations légèrement actives, au volume courant, suivies de manœuvres d'expiration forcée. (Photo de l'auteur.)

Les techniques instrumentales

► Le PEP mask (**figure 2**) : il consiste à appliquer un masque muni d'une résistance expiratoire variable, l'objectif étant d'obtenir une pression expiratoire positive (PEP) de l'ordre de 10 à 20 cm d'eau à la mi-expiration, lors d'une expiration non forcée. Une session comporte des mouvements ventilatoires contre PEP au volume courant (l'expiration étant légèrement active) suivis de manœuvres de FET pour éliminer les sécrétions (17). Cette technique, très employée dans les pays nordiques, a montré son efficacité pour augmenter la clairance du mucus pulmonaire, éviter le collapsus bronchiolaire et améliorer la ventilation collatérale (18). Bien documentée, elle mériterait probablement un meilleur accueil auprès des kinésithérapeutes.

► La PEP à haute pression (*high pressure PEP*) (**figure 3**) : il s'agit d'expirations forcées contre une résistance variable dont on a fixé l'intensité en fonction du résultat sur la courbe débit-volume, le choix de la résistance étant fonction de la meilleure CVF et des meilleurs débits obtenus. La PEP ainsi engendrée varie de 40 cm à 120 cm d'eau. À noter, toutefois, qu'une telle pression peut se révéler dangereuse et être responsable d'hémoptysies et de pneumothorax. Même si la capacité vitale sous *high pressure PEP* augmente de 24 %, l'hyperinflation et l'instabilité bronchique diminuent et la production journalière de mucus augmente, l'effet ne disparaissant que 2 mois après l'arrêt de la technique (19). Cette technique semble peu recommandable en routine.



Figure 4. PEP oscillante (ici avec un Flutter VRP1®). Une bille d'acier dans un cône est soumise au débit expiratoire du patient. Lorsqu'elle monte, le niveau de PEP diminue, mais le débit chute et la bille retombe, faisant remonter le niveau de PEP. (Photo de l'auteur.)

► La PEP oscillante : Flutter VRP1® (*figure 4*), Acapella®, RC Cornet® : il s'agit de petits appareils de résistance oscillante dont l'objectif est de retarder la fermeture des bronches et des bronchioles instables, de favoriser la réouverture des territoires non ventilés ainsi que le décollement des sécrétions bronchiques (20). Ces appareils sont probablement de bons adjuvants pour les kinésithérapeutes.

► Les compressions thoraciques à haute fréquence (*high frequency chest wall oscillation*) [*figure 5*] : il s'agit d'une veste reliée à un compresseur engendrant des inflations/déflations à une fréquence réglable (5 à 25 Hz). On obtient ainsi des compressions thoraciques oscillantes reproduisant le mécanisme de la toux à bas volume ou des expirations fractionnées. Cette technique utilisée jusqu'il y a peu, presque exclusivement en Amérique du Nord, fait son apparition en Europe. Au vu des données récentes, elle ne semble pas apporter de bénéfice par rapport aux techniques européennes (21), même si la tolérance des patients s'avère satisfaisante (22).

► La ventilation à percussions intrapulmonaires (*figure 6*) : il s'agit d'un relaxateur de pression oscillant délivrant simultanément une nébulisation et de petits volumes d'air à haute fréquence. Le principe commun aux autres systèmes oscillants est d'entrer en résonance avec le système pulmonaire, de modifier la viscosité des sécrétions et d'en favoriser le décollement. En l'absence de preuves scientifiques, cette technique est dépourvue de validité clinique dans la mucoviscidose et son nébuliseur n'est pas indiqué dans l'administration médicamenteuse (23).

La conclusion du rapport d'experts des Journées internationales de kinésithérapie respiratoire instru-

mentale (JIKRI) précise qu'"un consensus existe sur les répercussions physiologiques des techniques. Ces appareillages sont proposés aux patients présentant une bronchopathie sécrétante. L'expérience clinique, plus que les essais randomisés, est en faveur d'une utilisation adaptée au cas par cas en fonction des buts à atteindre conformément aux effets physiologiques pré-décrits" (24).

Ces techniques ont pour la plupart été mises au point dans des pays où la réalisation d'une toilette bronchique quotidienne par un professionnel est difficile, voire impossible, compte tenu du faible niveau de couverture sociale ou de l'absence de kinésithérapeute. Leur intérêt majeur tient au fait qu'elles permettent l'autonomie du patient.

Qu'elles soient manuelles ou instrumentales, aucune de ces techniques n'a fait la preuve de sa supériorité sur les autres, c'est pourquoi le kinésithérapeute doit en permanence rechercher la plus adaptée à l'état clinique du moment et à chaque patient.

Le professionnel doit donc être un clinicien et disposer, en sus de son examen clinique approfondi et précis, d'un maximum d'informations du dossier médical telles que les explorations fonctionnelles respiratoires (EFR), les radiographies et les scanners (ou tout au moins leur interprétation) afin d'affiner ses hypothèses thérapeutiques. La maîtrise de l'auscultation



Figure 5. The Vest®, compression thoracique à haute fréquence. Une nébulisation peut être effectuée conjointement à la séance de compression à haute fréquence.

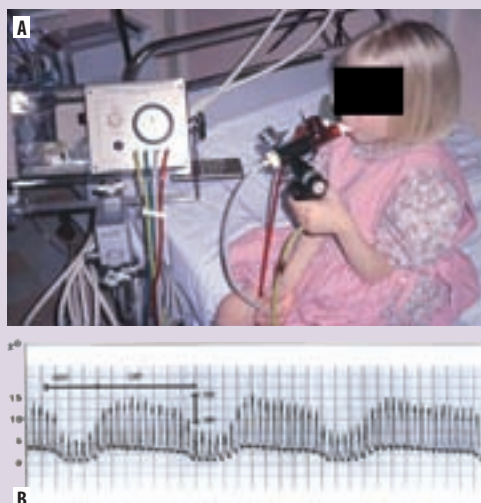


Figure 6. Percussionnaire® : ventilation intrapulmonaire percussive (VIPP).

A. La VIPP associe une nébulisation à l'inhalation de petits bolus d'air à haute fréquence.

B. Les percussions sont continues sur les 2 temps censés produire des oscillations du mucus pour diminuer sa viscosité. Le circuit ventilatoire restant ouvert, les hyperpressions de ventilation ne sont pas à craindre.

et de la réalisation de boucles débit-volume, non à des fins diagnostiques mais de guidage dans le choix des techniques, est probablement un plus indéniable. En effet, chacune des techniques de désencombrement est également susceptible d'aggraver un bronchospasme ou de favoriser le collapsus de zones lésées. Par ailleurs, même si les patients atteints de mucoviscidose ne présentent pas de limitation du flux expiratoire (LFE) au volume courant pour peu que leur volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) soit supérieur à 30 % de la valeur prédite (25), pour le kinésithérapeute, la présence d'une LFE révélée par la pression manuelle abdominale contre-indique toute manœuvre forcée et toute pression manuelle (26).

McIlwaine et al. ont montré qu'une technique unique ne pouvait prétendre engendrer les meilleurs débits expiratoires quelle que soit l'atteinte pulmonaire des patients et qu'il pourrait être utile de se fonder sur la courbe débit-volume pour déterminer, pour chaque patient, la technique la plus appropriée ou du moins le caractère "répondeur" du patient vis-à-vis de la technique en question (27). La spirométrie est d'ailleurs la méthode sur laquelle se fonde la technique de *high pressure PEP* pour choisir la résistance expiratoire appropriée. Cette méthode de guidage des techniques de kinésithérapie respiratoire par la courbe débit-volume a fait l'objet d'une récente publication (28). À l'heure

actuelle, on reste cependant encore loin de cette situation sur le terrain.

L'aérosolthérapie

Dans les traitements inhalés, si le choix de la molécule revient évidemment au médecin (le kinésithérapeute peut seulement administrer de son propre chef du sérum physiologique isotonique), l'éducation à la prise correcte, voire le choix du matériel de nébulisation, font partie des attributions du kinésithérapeute. L'administration de traitements inhalés est en effet au décret de compétences des infirmières comme des kinésithérapeutes. Ces derniers ont notamment pour rôle d'amener le plus tôt possible (souvent envisageable dès 3 ans) le jeune patient à inhaler ses traitements par l'intermédiaire d'un embout buccal plutôt que d'un masque ainsi que de lui apprendre à réaliser des inspirations amples et lentes conformément aux recommandations du Groupe aérosolthérapie (GAT) de la Société de pneumologie de langue française. Pour ce faire, les spiromètres incitatifs peuvent se révéler des accessoires utiles (figure 7). L'aérosolthérapie dans la mucoviscidose fait partie des traitements les moins bien suivis par les patients compte tenu de son aspect chronophage et répétitif, et probablement aussi du fait que le patient n'en perçoit pas une efficacité immédiate. Le kinésithérapeute, et notamment le kinésithérapeute libéral, a un rôle prépondérant dans le maintien de la motivation du patient et de son observance au traitement. Le choix de l'appareillage le plus adapté permettant de rompre la monotonie des séances et de faire gagner du temps au patient est important pour favoriser l'adhésion. Dans ce domaine, l'arrivée des aérosols à tamis vibrant (eflow rapid®, Aeroneb® Go) est une innovation technologique appréciable.

L'hygiène

Les familles et les patients atteints de mucoviscidose sont de plus en plus sensibilisés aux problèmes d'hygiène et d'infections croisées. Dans certaines familles, ces préoccupations touchent parfois même à la phobie. Le kinésithérapeute, se fondant sur les recommandations publiées (29), a pour mission de former l'environnement familial à ces règles d'hygiène et de contrôler régulièrement leur mise en pratique, notamment en ce qui concerne le matériel de kinésithérapie et d'aérosolthérapie et ce, sans entretenir de psychose des germes.



Figure 7. Spirométrie incitative.

Dans l'éducation à la thérapie inhalée, la spirométrie incitative est utilisée pour réaliser des ventilations à haut volume (ascension du piston) et à bas débit (maintien du curseur jaune entre le minimum et le maximum durant tout l'exercice).

Les kinésithérapeutes sont malheureusement encore trop peu sensibilisés à ces notions, situation en partie due au fait que cet enseignement est moins développé en école de kinésithérapie en général qu'il ne l'est en école d'infirmière. Par ailleurs, une meilleure information des kinésithérapeutes libéraux sur le statut bactériologique de leurs patients semble indispensable afin de pouvoir mettre en place les procédures de prévention.

L'hygiène des mains est capitale dans la lutte contre les infections croisées. Elle doit être réalisée avant et après chaque contact avec un patient au moyen de solutions à base d'alcool, après s'être assuré de l'absence de souillure macroscopique. Dans le cas contraire, un lavage des mains doit précéder la désinfection. Si le port de gants est une alternative, il ne dispense pas d'une hygiène des mains lorsqu'on les ôte. La recommandation internationale mentionne que le port d'une blouse et d'un masque doit être envisagé en cas de risque de contact avec les sécrétions.

Le nez

Les patients atteints de mucoviscidose présentent régulièrement une obstruction au niveau ORL. Les manœuvres de désobstruction rhinopharyngée, bien que n'ayant jamais été validées, peuvent à tout le moins améliorer le confort respiratoire du patient et favoriser le passage nasale des particules inhalées lors de la nébulisation au masque chez le petit enfant.

L'autonomie pour le désencombrement et les activités physiques

L'objectif de toute prise en charge d'une maladie chronique est, à terme, de favoriser un minimum d'autonomie des patients. Il importe donc d'enseigner aux patients et à leur famille des techniques de drainage bronchique autonome (comme le DA) de façon à leur permettre d'être moins dépendant d'un professionnel pour les week-ends, les classes vertes ou de neige, ou même lors des périodes de vacances. Le professionnel sort alors d'un rôle quotidien répétitif au profit d'une mission de référent ou de personne ressource que l'on consulte pour un recadrage régulier ou lors d'épisodes d'exacerbation. D'autre part, l'activité physique doit être encouragée chez ces patients, voire un véritable programme

de réhabilitation respiratoire (30). Kinésithérapie respiratoire et activité sportive ne doivent pas être antinomiques mais bien complémentaires (31, 32).

La veille thérapeutique

Dans la mucoviscidose, et bientôt dans d'autres pathologies, le kinésithérapeute a également pour fonction d'assurer une veille thérapeutique. Intervenant quotidiennement ou presque, il est à même de juger d'une détérioration de l'état clinique du patient ou d'une exacerbation, et donc d'alerter le CRCM. Dans cette optique, il n'est plus rare de voir le CRCM délivrer plusieurs ordonnances pour des examens cyto bactériologiques de crachats (ECBC) afin que le kinésithérapeute effectue le prélèvement en cas d'exacerbation. Cette procédure a pour effet d'accélérer la vitesse de prise de décision médicale. En effet, lorsque le patient consulte, le médecin peut ainsi avoir le résultat de l'ECBC et faire son choix thérapeutique sans tarder.

La prise en charge musculo-squelettique

Du point de vue musculo-squelettique, pour le kinésithérapeute, il y a principalement 2 versants : d'une part, l'aspect "douleur musculaire" et, d'autre part, l'aspect "déformations". En effet, les patients atteints de mucoviscidose peuvent présenter des douleurs musculaires, conséquences soit d'efforts de toux répétés, soit de mises en tension anormales de certains muscles dépendamment des déformations squelettiques et de la modification de la mécanique respiratoire.

Les déformations squelettiques doivent également être prises en compte par les kinésithérapeutes qui, grâce à des techniques diverses (étirements, mobilisations) peuvent probablement prévenir la survenue de certaines d'entre elles.

À l'heure actuelle, il n'y a certes pas d'évidence démontrée quant à l'efficacité d'une telle prise en charge, mais, intuitivement et sur la base du lien bien démontré entre l'action posturale et l'action respiratoire du diaphragme notamment, il semble logique de maintenir une posture optimale autant que faire se peut. En effet, une modification de la structure thoracique, comme dans le cas de l'hyperinflation, réduit la force développée par le diaphragme.

Au vu de ces éléments, le kinésithérapeute ne peut ignorer cet aspect de la prise en charge.

Conclusion

Dans la prise en charge de la mucoviscidose, le rôle du kinésithérapeute est bien loin d'être cantonné au seul désencombrement. Très certainement, dans une pathologie chronique comme la mucoviscidose, le kinésithérapeute se doit d'avoir une connaissance approfondie non seulement de sa pratique mais aussi de la maladie au sens large. À la croisée des chemins de diverses disciplines médicales, son rôle est multiple, et notamment dans l'accompagnement et l'entretien de la motivation du patient. Occupant une place évidente

dans la prise en charge pluridisciplinaire qui entoure ces patients, il est fondamental qu'il ait une culture médicale suffisante pour permettre une interaction optimale entre les intervenants et pour pouvoir apporter une réponse précise aux questions des patients. La généralisation, qui semble se dessiner, d'une année commune d'enseignement en faculté va dans ce sens. L'éducation thérapeutique des patients, notamment ceux qui sont atteints de mucoviscidose, est en plein développement et il semble évident que, dans ce domaine précis, le kinésithérapeute peut trouver une place. ■

Cette contribution est une belle occasion de rendre hommage à la mémoire d'Henri Fouré. Il a consacré une grande partie de sa vie à la mucoviscidose, à ses patients, à la kinésithérapie et à favoriser les échanges et le partage des connaissances. Cet article est une synthèse de son engagement sans mesure dans le seul but d'améliorer la qualité des soins au profit des patients.

Références bibliographiques

1. Rapport de l'Inspection générale des affaires sociales (Bras PL, Duhamel G, Grass E. Améliorer la prise en charge des maladies chroniques : les enseignements des expériences étrangères de disease management. Rapport RM 2006;136p.
2. Van der Schans C, Prasad A, Main E. Chest physiotherapy compared to no chest physiotherapy for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2000;(2):CD001401.
3. Storni V. Place de la kinésithérapie respiratoire chez le nourrisson dépisté. *Rev Mal Respir* 2003;20:35189-35193.
4. Oberwaldner B. Physiotherapy for airway clearance in paediatrics. *Eur Respir J* 2000;15:196-204.
5. Vandevenne A. Rééducation respiratoire : bases cliniques, physiopathologiques et résultats. Paris : Masson (coll. Bois-Larris), 1999.
6. Main E, Prasad A, Schans C. Conventional chest physiotherapy compared to other clearance techniques for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2005 janv.25;(1).
7. Association française pour la recherche et l'évaluation en kinésithérapie : conférence de consensus kinésithérapie respiratoire, recommandations du jury 2 et 3 décembre 1994. *La Revue du Praticien* T9, 1995;293:17-27.
8. Barthe J, Binoche C, Brossard V. Pneumokinésithérapie. Paris : Doin, 1990.
9. Vinçon C, Fausser C. Kinésithérapie respiratoire en pédiatrie. Paris : Masson, 1989.
10. Atonello M, Delplanque D. Comprendre la kinésithérapie respiratoire. Du diagnostic au projet thérapeutique. 2^e édition. Paris : Masson, 2004;238-9.
11. Pryor JA, Webber BA. An evaluation of forced expiration technique as an adjunct to postural drainage. *Physiotherapy* 1979;65:305-7.
12. Cecins NM, Jenkins SC, Pengelley J et al. The active cycle of breathing techniques-to tip or not to tip? *Respir Med* 1999;93(9):660-5.
13. Postiaux G. Kinésithérapie respiratoire de l'enfant : les techniques de soins guidées par l'auscultation pulmonaire. Bruxelles : De Boeck Université, 1998;139-53.
14. Lapin CD. Airway physiology, autogenic drainage, and active cycle of breathing. *Respir Care* 2002;47(7):778-85.
15. Lindemann H, Boldt A, Kieselmann R. Autogenic drainage: efficacy of a simplified method. *Acta Univ Carol (Med) [Praha]* 1990;36(1-4):210-2.
16. Pryor JA. Physiotherapy for airway clearance in adults. *Eur Respir J* 1999;14(6):1418-24.
17. Darbee JC, Kanga JF, J Ohtake P. Physiologic evidence for high-frequency chest wall oscillation and positive expiratory pressure breathing in hospitalized subjects with cystic fibrosis. *Phys Ther* 2005;85(12):1278-89.
18. McIlwaine PM, Wong LT, Peacock D et al. Long term comparative trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *J Pediatr* 1987;131:570-4.
19. Oberwaldner B, Evans JC, Zachs MS. Forced expirations against a variable resistance: a new chest physiotherapy method in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 1986;2(6):358-67.
20. Padman R, Geoque DM, Engelhardt MT. Effects of the flutter device on pulmonary function studies among pediatric cystic fibrosis patients. *Del Med J* 1999;71(1):13-8.
21. Osman LP, Roughton M, Hodson ME, Pryor JA. A short-term comparative study of high frequency chest wall oscillation and European airway clearance techniques in people with cystic fibrosis. *Thorax* 2009 Aug 23 [Epub ahead of print].
22. Kluff J, Beker L, Castagnino M, Gaiser J, Chaney H, Fink R. A comparison of bronchial drainage treatments in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 1996;22:271-4.
23. Reyckler G, Keyeux A, Cremers C et al. Comparison of lung deposition in two types of nebulisation: intrapulmonary percussive ventilation vs jet nebulisation. *Chest* 2004;125:502-8.
24. Barthe J. Recommandations des Journées internationales de kinésithérapie respiratoire instrumentale (JIKRI) Cah Kinésither 2001;209-210(3-4):16-7.
25. Goetghebuer D, Sarni D, Grossi Y et al. Tidal expiratory flow limitation and chronic dyspnoea in patients with cystic fibrosis. *Eur Respir J* 2002;19:492-8.
26. Ninane V, Leduc D, Kafi SA, Nasser M, Houa M, Sergysels R. Detection of expiratory flow limitation by manual compression of the abdominal wall. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163(6):1326-30.
27. McIlwaine PM, Davidson AG, Lillquist Y, Peacock D. Can physiological parameters determine the optimal method of airway clearance for the individual patient with cystic fibrosis? *Journal of Cystic Fibrosis* 2007;6:S62.
28. Fouré H. Arguments pour une kinésithérapie de désencombrement guidée par la courbe débit-volume. *Kinesither Rev* 2007;(70):46-51.
29. Recommandations pour la prévention de l'acquisition et de la transmission des germes respiratoires dans la mucoviscidose. Vaincre la mucoviscidose. http://www.vaincrelamuco.org/e_upload/pdf/brochure_hygiene_famille_avril2004.pdf
30. Mucoviscidose. Protocole national de diagnostic et de soins pour une maladie rare. Haute Autorité de santé : Guide - Affection de longue durée. Novembre 2006.
31. Salh W, Bilton D, Dodd M, Webb AK. Effect of exercise and physiotherapy in aiding sputum expectoration in adults with CF. *Thorax* 1989;44:1006-8.
32. Baldwin DR, Hill AL, Pedeham G, Know AJ. Effect of addition of exercise to chest physiotherapy on sputum expectoration and lung function in adults with cystic fibrosis. *Respir Med* 1994;88(1):49-53.