

Transplantation bipulmonaire et kinésithérapie postopératoire en réanimation

Lung transplantation and physical therapy in the intensive care

J.-B. Gamichon · C. Deletang · D. Chapeau · É. Horvat · F. Parquin

Reçu le 24 août 2012 ; accepté le 28 août 2012
© SRLF et Springer-Verlag France 2012

Résumé La transplantation pulmonaire est devenue le traitement de référence des insuffisances respiratoires terminales, en l'absence de contre-indications chez des patients sélectionnés. Une approche multidisciplinaire est indispensable dans la phase postopératoire en réanimation et soins intensifs. La kinésithérapie occupe une place importante dans la prise en charge. Si les suites immédiates sont simples, le kinésithérapeute intervient très précocement, tant au niveau respiratoire que moteur pour lutter contre la diminution des volumes respiratoires et leurs conséquences. L'objectif est de limiter les complications. Les exercices respiratoires sont fondés sur la spirométrie incitative volumétrique et la modulation du flux expiratoire. Le travail moteur doit permettre la marche dès que possible. En cas de complications, le kinésithérapeute intervient sur le positionnement, la mobilisation passive et active des patients, et enfin sur leur verticalisation. Sur le plan respiratoire, le but est le désencombrement et le sevrage de la ventilation mécanique. Une nouvelle technique se développe actuellement avant la transplantation en situation de super-urgence : l'oxygénation par membrane extracorporelle (ECMO) en « bridge ». Là aussi, la kinésithérapie, tant motrice que respiratoire, est fondamentale pour reconditionner le patient et lui permettre d'aborder la transplantation dans de meilleures conditions. Les soins de kinésithérapie doivent être réalisés dans un environnement adapté, par une équipe formée dans un cadre pluridisciplinaire.

Mots clés Transplantation pulmonaire · Kinésithérapie · Oxygénation par membrane extracorporelle

J.-B. Gamichon (✉) · C. Deletang · D. Chapeau · É. Horvat
Masseur kinésithérapeute, hôpital Foch, 40 rue Worth,
F-92150 Suresnes
e-mail : jbou@neuf.fr

F. Parquin
Médecin chef de l'unité de soins intensifs de chirurgie thoracique,
hôpital Foch, 40 rue Worth, F-92150 Suresnes

Abstract Lung transplantation becomes a standard treatment of terminal pulmonary diseases in selected patients with no contraindication. Multidisciplinary approach is essential in the postoperative time in the intensive care unit. Physiotherapy plays an important role in patient's management. If the immediate period is often simple, the physical therapist is early involved in both respiratory and muscular readaptation to compensate the consequences of lowered respiratory volumes. The objective is to reduce the rate of complications. Breathing exercises are based on volumetric incentive spirometry and expiratory flow modulation. Motor work aims to allow patient walking as soon as possible. In case of complications, the physical therapist works on patient's positioning, passive and active mobilization, as well as standing. Regarding breathing, the goal is airway deconstruction and weaning from mechanical ventilation. A new technique called extracorporeal oxygenation membrane (ECMO)-based bridge is currently being developed before transplantation in situation of great emergency. In this setting, physiotherapy is essential to prepare the patient for the upcoming transplantation in improved conditions. Physiotherapy must be performed in a suitable environment by a multidisciplinary team.

Keywords Lung transplantation · Physiotherapy · Extracorporeal oxygenation membrane

Introduction

La transplantation pulmonaire est actuellement le traitement de référence des insuffisances respiratoires terminales, d'étiologie non néoplasique, en l'absence d'alternative thérapeutique, pour des patients soigneusement sélectionnés. L'augmentation du nombre de transplantations pulmonaires réalisées en France est significative depuis 2003, passant de 76 à 244 en 2010. À l'hôpital Foch, nous avons réalisé 56 greffes en 2011, chez des patients essentiellement atteints de

mucoviscidose, mais aussi d'emphysème et de fibrose. Les suites postopératoires se sont simplifiées au fil des années. Les complications hémorragiques immédiates ont nettement diminué. La mortalité à un an est autour de 15 à 20 % ; à distance, la survenue de bronchiolite (forme de rejet chronique) limite encore malheureusement la survie qui est d'environ 60 % à cinq ans.

Persistent durant le premier mois la défaillance primaire du greffon, les complications infectieuses essentiellement au niveau pulmonaire et les rejets [1]. Grâce aux progrès de la prise en charge anesthésique et chirurgicale, 30 % environ des patients peuvent être extubés sur table ou dans les premières heures postopératoires et rentrer dans un processus de prise en charge type *fast track*.

Dans cet article, nous analyserons dans un premier temps la place de la kinésithérapie dans une telle prise en charge, puis en cas de complication. Enfin, nous aborderons brièvement une situation très particulière, mais qui tend à se développer, celle du patient sous assistance respiratoire extracorporelle ECMO (*ExtraCorporeal Membrane Oxygenation*) en « bridge » à la transplantation.

Nous exerçons dans une structure de trente lits : quatorze lits de réanimation et seize de soins intensifs. Trois kinésithérapeutes dédiés aux lits « chauds » sont présents chaque jour du lundi au vendredi. Pour les week-ends, un système de garde est mis en place.

Suites simples : kinésithérapie et stratégie type *fast track*

Autrefois très minoritaire, cette stratégie se répand largement en chirurgie thoracique. Elle repose sur une approche multidisciplinaire coordonnée ; le kinésithérapeute y participe très activement. Ses objectifs prioritaires sont la lutte contre la perte de volume pulmonaire postopératoire, la lutte contre l'encombrement et la remise en route musculaire globale.

L'extubation est précoce, si possible au bloc opératoire chez un patient bien réveillé, réchauffé, stable, tant au niveau hémodynamique que ventilatoire. Une bonne analgésie est fondamentale, au mieux par cathéter de péridurale. Sur 151 patients transplantés entre 2008 et 2011, 53 ont pu être ainsi extubés sur la table d'opération.

À l'hôpital Foch, nous instituons un relais immédiat par ventilation non invasive (VNI), continue les premières heures, puis discontinue par masque naso-buccal, technique que nombre de patients utilisaient déjà en préopératoire. Une telle stratégie permet de diminuer les complications infectieuses pulmonaires postopératoires et s'accompagne d'un très faible nombre de réintubations dans notre expérience [2].

Nous rencontrons deux grandes catégories de patients : les patients atteints de mucoviscidose, jeunes, et les patients atteints de fibrose, d'emphysème, ou de dilatation des bron-

ches, plus âgés. Leur comportement et leur potentiel de récupération sont différents, mais ils présentent tous un état musculaire altéré, la sévérité de leur insuffisance respiratoire ayant progressivement considérablement réduit leur activité [3].

Il faut en outre tenir compte d'un monitoring lourd durant les premiers jours postopératoires : cathéter central, artériel et drains multiples (quatre drains thoraciques et deux redons de paroi). Il sera allégé dès que possible. Enfin, une attention particulière est apportée aux règles d'hygiène, pour ces patients très immunodéprimés durant ce premier mois postopératoire.

Kinésithérapie respiratoire

La kinésithérapie lors de la phase toute initiale est quasi uniquement respiratoire. Les kinésithérapeutes vont alors participer au sein de l'équipe de réanimation à la mise en place et à la gestion de la ventilation non invasive. Les exercices respiratoires sont axés sur la ventilation dirigée dans le but d'améliorer l'efficacité et le rendement de la VNI. Une adaptation est cependant effectuée car la kinésithérapie respiratoire diminue nécessairement la fréquence respiratoire. La recherche de l'augmentation de volume s'accompagne d'une augmentation du temps inspiratoire et expiratoire. Le travail de drainage génère une augmentation du temps expiratoire. La fréquence de ventilation assistée, de suppléance entre autres, est donc réglée pour éviter de générer des asynchronies.

Ensuite, les objectifs de la kinésithérapie respiratoire sont de lutter contre l'hypoventilation et contre l'encombrement. Le travail contre l'hypoventilation peut être fondé sur des techniques à dominante inspiratoire manuelles et instrumentales. La technique instrumentale principale est la spirométrie incitative volumétrique à débit constant. Les appareils permettant cette technique sont composés d'une jauge de débit et d'une jauge de volume. Ainsi, le patient peut s'exercer à obtenir le volume le plus grand possible, tout en contrôlant le débit inspiratoire. Son efficacité n'est démontrée que si elle est associée à des séances de kinésithérapie répétées [4-6]. Elle ne saurait la remplacer. Les relaxateurs de pression ont été antérieurement largement utilisés dans cette indication. Nous ne l'utilisons plus que de façon exceptionnelle du fait du risque de barotraumatisme.

Le massage est le deuxième moyen de lutter contre cette perte de volume et de diminuer les douleurs et enraidissements articulaires en particulier scapulaires. Le kinésithérapeute peut faire des massages, des mobilisations des membres supérieurs et des épaules, voire mettre en place de l'électrothérapie antalgique type « tens » conjointement avec l'équipe du comité de lutte contre la douleur (CLUD) [4,7].

L'autre enjeu de la kinésithérapie respiratoire est le drainage des sécrétions. Les patients présentent souvent une grande difficulté de drainage bronchique car les volumes mobilisables sont très réduits par la douleur postopératoire

bilatérale, la présence des quatre drains thoraciques. La toux volontaire est limitée par la diminution des volumes et la toux réflexe est quasiment inexistante en raison de l'absence d'innervation des organes greffés.

Les techniques manuelles de désencombrement sont fondées sur l'expiration et les pressions thoraciques manuelles [8]. Ces exercices sont appelés « augmentation du flux expiratoire » (AFE) ou « modulation du flux expiratoire » [9]. En pratique, cela consiste à exercer des pressions manuelles sur le thorax et l'abdomen, afin d'augmenter le flux expiratoire. Sur un patient transplanté, la position des mains est adaptée en raison des cicatrices. L'efficacité de la technique suppose une bonne qualité d'analgésie ; d'où la nécessité d'une approche multidisciplinaire et l'importance du rôle du CLUD. Dans notre structure, les patients ont une consultation uni- ou biquotidienne par des infirmières travaillant en étroite collaboration avec un médecin anesthésiste réanimateur spécialisé dans la prise en charge de la douleur.

On peut aussi utiliser le « drainage autogène » [10]. À haut volume pulmonaire (ventilation dans le volume de réserve inspiratoire, VRI) les débits sont optimaux dans les voies aériennes proximales, à bas volume (ventilation dans le volume de réserve expiratoire, VRE) dans les voies aériennes distales. En pratique, la descente dans le VRE se réalise en prenant de petites inspirations pour de grandes expirations. Chez les transplantés, si le drainage distal est facilement réalisable, le drainage proximal lui est plus difficile car la montée dans le VRI est limitée.

Les techniques de kinésithérapie peuvent être associées à une pression expiratoire positive (PEP) instrumentale pour retarder la compression dynamique des bronches [11]. Une PEP faible permet de diminuer la compression dynamique des bronches distales non cartilagineuses. La VNI est largement utilisée chez ces patients en utilisant de bas niveaux de pression pour limiter le risque de barotraumatisme.

Il est nécessaire, ensuite, d'aider le patient à tousser. Pour l'expectoration, la technique de toux dirigée et assistée par des pressions manuelles en position de protection des cicatrices nous semble la plus adaptée [8]. La technique de la respiration glossopharyngée a été rapportée mais nous paraît peu utilisable en pratique chez ces patients [12]. La toux n'est pas tant limitée par la force des muscles expiratoires que par la diminution des volumes pulmonaires. Il est donc possible d'ajouter à cette aide manuelle expiratoire une aide instrumentale permettant l'augmentation de la capacité inspiratoire, comme pour les patients neuromusculaires [13]. La VNI plus que les relaxateurs de pression peut donc être utilisée avec les mêmes limites que décrites pour la ventilation. L'insufflation-exsufflation, bien qu'efficace dans le syndrome restrictif, nous paraît à proscrire vu le risque de barotraumatisme.

Théoriquement, toutes ces techniques peuvent être réalisées dans différentes positions. En postopératoire immédiat,

seule la position dorsale axiale est réalisable. En revanche, après ablation des drains, le latérocubitus est intéressant et une partie de la séance de kinésithérapie peut être réalisée dans cette position.

La kinésithérapie motrice

La mobilisation précoce est fondamentale dans la prise en charge de ces patients. Le fonctionnel et le respiratoire sont pratiqués parallèlement dès que possible.

Les étapes de verticalisation sont classiques : d'abord, position assise au bord du lit, au mieux à J2 avec vérification des constantes et de la clinique, puis le premier lever, mise au fauteuil et enfin la marche vers J4 si possible. Chaque étape doit être validée pour passer à la suivante [14] (Fig. 1). Le bord de lit est validé si les paramètres cliniques (pression artérielle, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, SpO2...) sont stables pendant environ dix minutes et si le patient présente un tonus, des réactions parachutes et un équilibre assis satisfaisant (Fig. 2). Le premier lever a pour but de vérifier la force des membres inférieurs en charge. Si celle-ci est insuffisante pour permettre une station verticale prolongée, la marche sera impossible. Si la force musculaire est insuffisante, la mise au fauteuil se fera au lève-malade. Au fauteuil, si le patient est porteur d'un cathéter fémoral, on ajuste l'inclinaison du dossier du fauteuil. La marche assistée requiert la réussite du premier lever et une force musculaire globale suffisante (Fig. 3). Cette stratégie est bien sûr réévaluée chaque jour de façon multidisciplinaire après avis médical.

Si les bénéfices d'une réhabilitation précoce sont notables sur le plan respiratoire, circulatoire et digestif [2,15], quelques précautions s'imposent notamment concernant l'environnement et le matériel assurant la sécurité du patient. La marche se réalise impérativement dans le secteur de réanimation, avec une disponibilité médicale le cas échéant. Elle requiert aussi l'utilisation d'un cadre de marche sur roulettes disposant d'un siège amovible, de pieds à perfusion intégrés et d'un oxymètre de pouls portatif (fréquence cardiaque et SpO2). Si les drains ne peuvent pas être mis en siphonnage (bullages ou léger décollement), l'utilisation d'une aspiration portative est nécessaire. Il faut réaliser des pauses et adapter la distance parcourue aux capacités du patient. Dans notre expérience, les problèmes sont rares.

La génération de masse musculaire peut être bénéfique pour la cicatrisation, mais elle ne se fait que lentement chez ces patients dénutris présentant souvent un catabolisme postopératoire élevé. Une bonne prise en charge nutritionnelle est indispensable [16]. L'activité physique proposée doit être en adéquation avec les apports énergétiques des patients. L'impact psychologique positif est important : les patients constatent rapidement leur capacité à refaire ce qu'ils ne pouvaient plus faire depuis des mois.

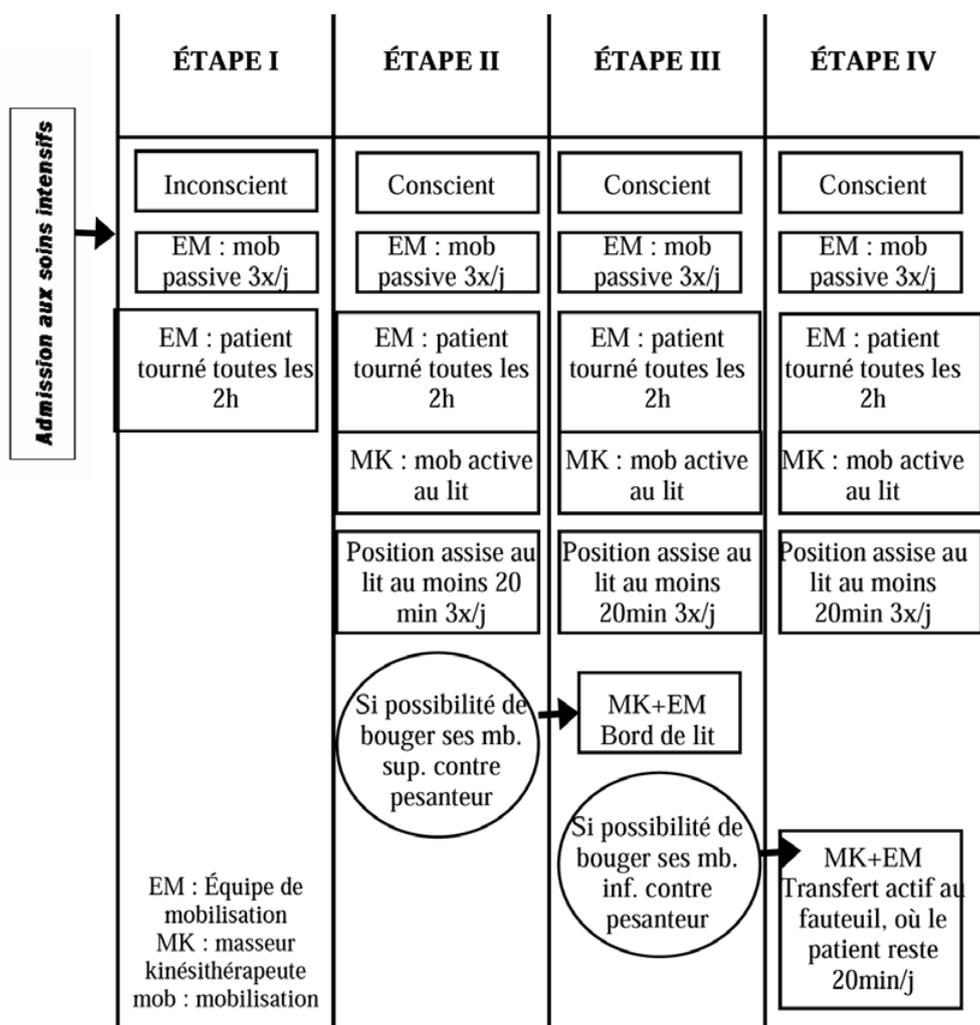


Fig. 1 Étapes de verticalisation décrites par l'équipe du Wake Forest University School of Medicine, Winston Salem [14]



Fig. 2 Bord de lit

Avant la reprise de la marche puis entre les séances, le recours à la bicyclette ergométrique est intéressant. Cette activité permet une amélioration de la force musculaire et de l'état fonctionnel global du patient [17]. Nous mettons en place dans le service un travail sous-maximal aérobie pour pallier une incapacité fonctionnelle à la marche.

La prise en charge des patients présentant une complication, le plus souvent respiratoire

La transplantation pulmonaire reste une intervention lourde et complexe encore grevée de complications surtout dans le premier mois [18]. Dans notre série, sur les 150 transplantés entre 2008 et 2011, 30 % ont développé une pneumopathie dans les dix premiers jours et 50 % dans le premier mois, 46 patients ont eu un rejet cellulaire traité, après diagnostic sur biopsies transbronchiques (systématiques à J7, dans notre équipe).



Fig. 3 Marche

Le patient peut nécessiter dans ce cas d'être intubé, ventilé, souvent sédaté, parfois même sous ECMO dans les situations les plus graves. Dans notre centre, à l'instar d'autres équipes, nous recourons facilement à la trachéotomie en cas de sevrage difficile ou de ventilation prolongée prévisible pour faciliter le sevrage de la ventilation mécanique [19]. En outre, le patient peut présenter une ou plusieurs défaillances autres que respiratoires. Même si la prise en charge globale est souvent complexe, le rôle du kinésithérapeute est important dans le cadre d'une approche multidisciplinaire définie quotidiennement [20,21].

Les soins de kinésithérapie motrice

Une attention particulière est apportée par les kinésithérapeutes ainsi que toute l'équipe soignante au positionnement des patients. Ils sont souvent dénutris et développent facilement des compressions des sciatiques poplitées externes, qui peuvent constituer un handicap important lors de la reprise de la marche, et pourront éventuellement nécessiter la confection d'orthèses spécifiques. Le positionnement en « demi-assis » est un bon moyen de lutte contre l'hypoventilation et pourra contribuer à améliorer les échanges gazeux [9].

La mobilisation passive et les étirements ont pour but de diminuer l'atrophie musculaire [22,23]. Les stimulations électriques montrent aussi leur efficacité sur un muscle ciblé [24].

Dès le réveil, le travail actif du patient est recherché, tant sur le plan squelettique que respiratoire. À la différence du fast track, nous gardons une séparation nette entre le travail fonctionnel et respiratoire. Les deux cumulés engendrent en effet un travail souvent trop contraignant. L'assistance respiratoire et la fraction d'oxygène sont adaptées afin de limiter l'hypoxémie engendrée par l'activité physique. Il faut éviter la fatigue des muscles respiratoires et son retentissement cardiaque. Ainsi nous nous assurons de solliciter la filière aérobie.

Dès que la situation médicale le permet (après sevrage des drogues vasoactives), la verticalisation puis la marche sont recherchées. Les étapes sont toujours les mêmes : assis au bord du lit, premier lever, premier fauteuil et marche. Elles ne sont plus uniquement limitées par la période postopératoire mais aussi par les conséquences de l'alitement prolongé et l'existence éventuelle d'une neuromyopathie de réanimation. Le sevrage ventilatoire n'est pas un préalable indispensable, certaines premières marches s'effectuent sous assistance respiratoire (Fig. 4). Dans ce cas, l'équipe dispose d'un respirateur de transport, le réglage doit en être effectué



Fig. 4 Marche sous assistance respiratoire

ou validé médicalement. Après amélioration du patient et sevrage de la ventilation (très souvent réalisée chez un patient trachéotomisé) on reviendra à la situation décrite dans le premier chapitre.

Les soins de kinésithérapie respiratoire

La kinésithérapie respiratoire est limitée en cas d'un mode ventilatoire contrôlé. Dès que l'état respiratoire s'améliore, on pourra recourir à un mode ventilatoire spontané assisté, plus propice à la réalisation des différentes techniques utilisées.

Pour le désencombrement, les manœuvres sont le plus souvent des pressions thoraciques expiratoires, réalisées par deux kinésithérapeutes pour obtenir une augmentation passive du flux expiratoire et faciliter le drainage. La toux est aussi favorisée par les techniques vues ci-dessus. Les insufflations manuelles au ballon autrefois largement utilisées doivent être abandonnées du fait du risque de barotraumatisme [25]. L'efficacité des aspirations trachéales est limitée par la présence des sutures bronchiques (une mesure par fibroscopie identifie la distance maximale autorisée). Le kinésithérapeute participe au sevrage de la ventilation mécanique par une sollicitation des muscles respiratoires et le désencombrement du patient. Il participe aussi à l'extubation en réalisant conjointement avec les infirmiers, les tests quotidiens de sevrabilité du ventilateur.

L'ECMO en « bridge » à la transplantation

Certains patients en attente de transplantation peuvent décompenser leur insuffisance respiratoire de façon brutale et rapidement sévère. Le recours à la ventilation mécanique dans ces circonstances est associé à une lourde mortalité ; ces patients deviennent en effet rapidement « inventilables » et développent des défaillances autres que respiratoires qui rendront toute transplantation impossible. Il a donc été proposé par quelques équipes de recourir aux techniques d'assistance respiratoire extracorporelle, et le plus souvent une ECMO veino-veineuse. Le développement de nouveaux dispositifs héparinés a rendu cette option possible. Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque l'ECMO est mise en place précocement avant l'intubation, lorsque celle-ci devient hautement prévisible dans les heures ou jours qui suivent. Elle est souvent associée à une trachéotomie. Le patient peut ne pas être sédaté si les autres constantes le permettent afin de favoriser un sevrage rapide de la ventilation mécanique. Nous avons développé cette stratégie essentiellement chez les patients atteints de mucoviscidose et dans une moindre mesure, en cas de fibrose.

Sous ECMO, la mobilisation passive et active est possible et bénéfique chez ces patients en attente de greffe [26]. Il est ainsi possible de les reconditionner. Il faut les mobiliser, les faire marcher et parallèlement, les réalimenter efficace-

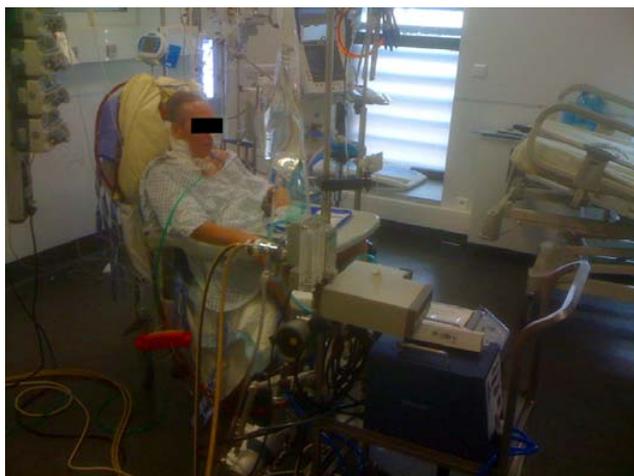


Fig. 5 Patient au fauteuil sous ECMO

ment (Fig. 5). Une telle stratégie complexe nécessite un investissement très important de l'équipe médicale et paramédicale et permet d'attendre un greffon dans de meilleures conditions.

Conclusion

Le rôle du kinésithérapeute est fondamental dans les suites d'une transplantation pulmonaire. Il est totalement impliqué dans le cadre d'une approche multidisciplinaire de type fast track, aussi bien respiratoire que motrice. Les aspects fonctionnel et respiratoire sont imbriqués dans les cas simples. En cas de complications précoces, la stratégie doit être adaptée mais le but reste le même : il est alors souvent nécessaire de dissocier la prise en charge respiratoire et fonctionnelle. Le recours à l'ECMO en « bridge » à la transplantation se développe dans la plupart des équipes mais constitue encore un challenge. Des études spécifiques prospectives sont nécessaires pour progresser encore dans cette prise en charge.

Conflit d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Références

1. Parquin F, Cerf C (2012) Transplantation pulmonaire : suites postopératoires précoces et réadmissions en réanimation. *Réanimation* 21:64-72
2. Cerfolio RJ, Pickens A, Bass C, Katholi C (2001) Fast-tracking pulmonary resections. *J Thorac Cardiovasc Surg* 122:318-24
3. Laloe S, Gohier F, Iade Tremey B, et al (2010) Prise en charge d'une transplantation pulmonaire à l'hôpital Foch. 19e journée d'enseignement d'anesthésie et de réanimation. *Infirmiers. Infirmier(e)s anesthésistes diplômé(e)s d'état (IADE) AFISAR*

4. Barthe J, Becques P, Bissierier A, et al (2000) Recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale (JIKRI). Journées Internationales en Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale JIKRI 16 et 17/11/2000
5. Bartlett RH, Brennan ML, Gazzaniga AB, Hanson EL (1973) Studies on the pathogenesis and prevention of postoperative pulmonary complications. *Surg Gynecol Obstet* 137:925–33
6. Agostini P, Calvert R, Subramanian H, Naidu B (2008) Is incentive spirometry effective following thoracic surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 7:297–300
7. Benedetti F, Amanzio M, Casadio C, et al (1997) Control of Post-operative Pain by Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation After Thoracic Operations. *Ann Thorac Surg* 63:773–6
8. Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM (2001) 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* 56:438–44
9. Roeseler J, Michotte JB, Devroey M, et al (2007) Kinésithérapie respiratoire aux soins intensifs. *Réanimation* 16:33–41
10. Chevaillier J, Gauchez H (2005) Principes du drainage autogène appliqué au nourrisson et à l'adulte dans la mucoviscidose. *Rev Mal respir* 22:548–50
11. Frolund L, Madsen F (1986) Self-administered prophylactic post-operative positive expiratory pressure in thoracic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 30:381–5
12. Mazza FG, DiMarco AF, Altose MD, Strohl KP (1984) The flow-volume loop during glossopharyngeal breathing. *Chest* 85:638–40
13. Jacquin L, Jossen Racine E, Maréchal M (2010) Kinésithérapie respiratoire à la phase aiguë de l'atteinte médullaire en réanimation. *Réanimation* 19:519–26
14. Morris PE, Goad A, Thompson C, et al (2008) Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med* 36:2238–43
15. Jones C, Skirrow P, Griffiths RD, et al (2003) Rehabilitation after critical illness: a randomized, controlled trial. *Crit Care Med* 31:2456–61
16. Scherpereel P, département d'anesthésie-réanimation chirurgicale, hôpital Claude-Huriez (1996) Réactions endocriniennes et métaboliques à la chirurgie : modifications liées aux techniques anesthésiques. Conférences d'actualisation p. 317-28. © 1996 Elsevier, Paris, et SFAR
17. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, et al (2009) Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med* 37:2499–505
18. Thabut G, Vinatier I, Stern JB, et al (2002) Primary Graft Failure Following Lung Transplantation. Predictive Factors of Mortality. *Chest* 121:1876–82
19. Abou El Fadi MH, Diaz-Guzman E, Masson D, et al (2009) Long term morbidity and mortality associated with tracheostomy after lung transplantation. *Am J Respir Crit Care Med* 179:A4606
20. Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM, et al (2003) One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 348:683–93
21. Herridge MS (2002) Long-term outcomes after critical illness. *Curr Opin Crit Care* 8:331–6
22. Akima H, Ushiyama JI, Kubo J, et al (2003) Resistance Training during Unweighting Maintains Muscle Size and Function in Human Calf. *Med Sci Sports Exerc* 35:655–62
23. Griffiths RD, Palmer TE, Helliwell T, et al (1995) Effect of passive stretching on the wasting of muscle in the critically ill. *Nutrition* 11:428–32
24. Gibson JN, Smith K, and Rennie MJ (1988) Prevention of disuse muscle atrophy by means of electrical stimulation: maintenance of protein synthesis. *Lancet* 2:767–70
25. Clarke RC, Kelly BE, Convery PN, Fee JP (1999) Ventilatory characteristics in mechanically ventilated patients during manual hyperventilation for chest physiotherapy. *Anaesthesia* 54:936–40
26. Turner DA, Cheifetz IM, Rehder KJ, et al (2011) Active rehabilitation and physical therapy during extracorporeal membrane oxygenation while awaiting lung transplantation: a practical approach. *Crit Care Med* 39:2752–3