

EXPLORATIONS FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES
ET
EVALUATION DE L'ENCOMBREMENT

Eve Danna : cadre de santé en kinésithérapie.

Hôpital Jeanne de Flandre, CHRU Lille

53037 Lille Cedex

e-danna@chru-lille.fr

Cette étude concernant la place des explorations fonctionnelles respiratoires (E.F.R) dans l'évaluation de l'encombrement s'inscrit dans le prolongement des travaux d'évaluation des techniques de désencombrement.

Très peu d'études évaluent l'encombrement par les EFR. Par contre l'efficacité des techniques est fréquemment évaluée par cette méthode.

Dans le bilan de kinésithérapie, les éléments objectifs doivent devenir plus nombreux. Les EFR constituent le moyen primordial pour évaluer la fonction ventilatoire chez les patients. Elles permettent de diviser les patients en différents types d'atteintes : Les Troubles Ventilatoires Obstructifs (TVO), les troubles Ventilatoires Restrictifs (TVR) et les Troubles Ventilatoires Mixtes (TVM). Elles évaluent la sévérité de l'obstruction en général et avertissent le kinésithérapeute des difficultés prévisibles pour le désencombrement, de la charge résistive à prendre en compte et du travail respiratoire prévisible (1).

L'optimisation de la fonction respiratoire est le rôle essentiel du kinésithérapeute. Son efficacité dépend en partie de la collaboration étroite avec l'équipe médicale. Les objectifs thérapeutiques sont déterminés par le type d'affection respiratoire (2).

Avant de parler de l'évaluation de l'encombrement par les EFR, il faut redéfinir ce qu'est une obstruction bronchique, un encombrement et expliquer les mesures des EFR.

I DEFINITIONS

I. A Obstruction bronchique :

Elle est due aux facteurs limitant le flux expiratoire. Trois mécanismes sont mis en cause dans la limitation du flux (3) :

1. lumière bronchique rétrécie pour plusieurs raisons

inflammation

bronchospasme

sécrétions

2. pression de rétraction élastique diminuée

3. instabilité bronchique

Parmi les étiologies, on retrouve le plus souvent l'infection et l'inflammation qui sont intimement liées. Le point de départ de l'une ou l'autre n'est pas toujours diagnostiqué(4).

En fonction de sa sévérité, l'obstruction bronchique peut entraîner une hypoventilation alvéolaire.

I. B Encombrement :

L'encombrement des voies aériennes est fréquemment associé à l'obstruction bronchique et aggrave les échanges alvéolo-capillaires. Il peut être dû à un "dysfonctionnement" des sécrétions bronchiques (mucoviscidose par exemple) ou une perturbation de la clairance mucociliaire (BPCO). L'encombrement bronchique est rarement un phénomène isolé, mais survient le plus souvent dans un contexte d'infection et d'inflammation des voies aériennes (5). L'appareil mucociliaire, responsable en grande partie de l'épuration des voies respiratoires comporte par définition deux éléments indispensables et physiologiquement indissociables : le mucus et les cils vibratiles (6)(7). Le mucus normal est constitué à 95% d'eau associée à des électrolytes, le reste étant composé de mucines, protéines et phospholipides.

Du fait de sa composition, le mucus présente un certain nombre de propriétés rhéologiques (élasticité, filance, viscosité) et de surface (mouillabilité, adhésivité)(8) qui permettent son élimination correcte dans des conditions physiologiques. Par contre une modification des constituants du mucus altère les propriétés rhéologiques et par conséquent son épuration par les cellules ciliées.

- L'abondance de protéines traduit un phénomène de transsudation en rapport avec l'inflammation de la muqueuse bronchique.
- Toute altération de la structure des mucines entraîne vraisemblablement des modifications de ces propriétés rhéologiques conduisant à des phénomènes d'obstruction bronchique.
- Les acides nucléiques sont particulièrement nombreux dans les expectorations très surinfectées et proviennent sans doute de la dégradation des cellules inflammatoires et des bactéries.

L'examen du revêtement épithélial révèle la présence de cellules libres de façon abondante quand il existe une inflammation locale avec hypersecretion.

Le dysfonctionnement ciliaire est un facteur de stase. Il peut être d'origine qualitative (mucus plus visqueux dans la mucoviscidose) ou quantitative (mucus plus abondant chez le BPCO tabagique)(9). Les modifications du mucus sont sous tendues par des altérations histopathologiques des structures sécrétoires.

Il faut donc drainer la stase pour éviter :

- Le dysfonctionnement de l'escalator muco ciliaire
- L'infection bronchique
- L'augmentation des résistances des voies aériennes.

Trois éléments sont importants pour cerner l'encombrement :

- La qualité des sécrétions,
- Les capacités de pallier spontanément ou de façon active à la stagnation du mucus et
- La gêne respiratoire occasionnée.

Il est généralement acquis que l'encombrement supérieur à 30ml/24h doit faire l'objet d'un désencombrement. Mais la quantité est-elle le seul élément péjoratif à la fonction ventilatoire ?

Si les bronches sont comparables à des conduits dont les parois sont recouvertes d'un liquide, l'interaction gaz ou flux aérien-liquide susceptible de déplacer et faire progresser le mucus ne peut survenir qu'à certaines conditions :

- Le liquide (mucus) et ses qualités
- Le conduit bronchique qui n'est pas rigide mais doué de caractéristiques dynamiques
- Les données physiques des résistances(10).
- L'anomalie rhéologique ou quantitative du mucus va entraîner des symptômes cliniques comme la toux (bénéfique pour le désencombrement), l'infection et l'obstruction due à l'inflammation locale, moyen de défense de l'organisme qui peut entraîner de façon transitoire ou permanente l'obstruction bronchique.

I. C Exploration fonctionnelle respiratoire

L'exploration fonctionnelle respiratoire constitue un apport déterminant dans l'évaluation d'une pathologie pulmonaire.

Elle peut

- Participer au diagnostic positif d'une affection respiratoire
- Contribuer à la prise en charge thérapeutique
- Fournir une évaluation objective de l'état respiratoire.

Cependant, on ne trouve pas dans la littérature des arguments en faveur de l'évaluation de l'encombrement bronchique par les EFR.

Schématiquement, les EFR mesurent

- Des volumes. Les tests volumétriques recueillent les données suivantes : VT, VRI, VRE, CVF ou CVL et CRF.
- Des débits ventilatoires au cours de l'inspiration ou de l'expiration
- La résistance à l'écoulement de l'air dans les voies aériennes.

a) Les volumes pulmonaires correspondent à une capacité d'air contenu dans les poumons. D'après la définition de l'obstruction, l'atteinte ne se situe pas au niveau des

volumes. Donc la mesure des volumes n'évalue pas directement une obstruction mais surtout une éventuelle amputation due à un TVR.

Le seul trouble obstructif qui peut avoir une conséquence notable sur les volumes est l'atélectasie d'une bronche souche.

La mesure de la CRF par pléthysmographe permet le calcul de la CPT et du VR.

Le VEMS renseigne sur le degré d'obstruction des bronches proximales.

Il est assimilé à un débit puisqu'il correspond à un volume par unité de temps

b) Les débits ventilatoires se mesurent à partir de la courbe débit-volume expiratoire ou inspiratoire. Leur mesure est plus aisée que celle des résistances. Ils explorent l'ensemble des voies aériennes.

Le DEM75 ou le DEP sont plus ou moins représentatif des bronches proximales, mais comme le VEMS, il dépend de l'effort expiratoire fourni par le patient.

Le DEM50 et le DEM25 sont indépendants de l'effort expiratoire et reflètent plutôt l'état des bronches distales. Cependant, on observe une grande variabilité de ces paramètres chez l'adulte (30% pour le DEM25) et par conséquent, ils sont peu reproductibles chez les patients.

Le DEM25-75 constitue pour certains le meilleur paramètre d'obstruction bronchique.

Les débits mesurent l'obstruction bronchique. Ils ont un intérêt dans l'évaluation du bronchospasme notamment avec les tests de réversibilité aux β_2 . Mais leurs résultats n'attestent pas forcément d'un encombrement seul.

c) Les résistances des voies aériennes ou du système respiratoire.

Elles correspondent à la relation pression/débit.

Les résistances pulmonaires sont dues aux résistances des voies aériennes et aux résistances tissulaires(11)(12)(13)(14)(15). Elles dépendent :

- du tonus bronchomoteur
- altération des parois bronchiques
- pression de rétraction élastique

Elles sont influencées par le flux laminaire et turbulent observés lors de l'écoulement du gaz dans les voies aériennes. Cependant, le régime ventilatoire est de façon globale transitionnelle

et les résistances des voies aériennes sont surtout proportionnelles à l'inverse du rayon à la puissance 4 (Loi de Poiseuille) Il faut interpréter la mesure des résistances, en fonction de la somme des surfaces de sections des bronches d'une même génération, environ 500 cm² au niveau des bronchioles terminales alors qu'elle n'est que de 2.5 cm² au niveau de la trachée.

Les voies aériennes extra-thoraciques offrent 50% des résistances totales et la trachée 40%. La contribution des bronches distales de la 7^o à la 23^o générations n'est que de 10%. Alors que cette zone correspond au siège de l'encombrement et de l'obstruction.

Ce qui fait que des résistances distales peuvent doubler sans modifier les résistances totales qui demeure une zone silencieuse.

Les EFR évaluent une obstruction bronchique et une réversibilité d'un bronchospasme. Ces éléments correspondent au tonus bronchomoteur, à l'inflammation et à l'encombrement et non à l'encombrement seul.

II. ANALYSE DES TRAVAUX

Lors de la recherche bibliographique la sélection s'est effectué grâce aux mots clés : sputum and lung function. On retrouve de très nombreux articles. Par contre, dans la lecture plus approfondie, peu d'articles évaluent l'encombrement par les EFR. On parle surtout d'évaluation de techniques en faisant référence aux EFR avec ou sans l'association avec le poids des sécrétions.

Pour définir l'efficacité des techniques en ce qui concerne le désencombrement certains auteurs ont évalué les modifications des EFR. Les effets des techniques sont diversement appréciés.

Bien sur l'évaluation concerne des pathologies très sécrétantes comme la bronchite chronique, la mucoviscidose et l'asthme.

Les principales études comparent une technique par rapport à une autre.

Les études de Bateman (16), Sutton (17), Rossman (18) retrouvent une modification de la fonction ventilatoire qui n'a pas été confirmée par les études de Reisman (19), Warwick (20), Desmond (21) et Feldman (22).

L'étude de Desmond est une des rares études à évaluer l'influence de la kinésithérapie respiratoire à long terme. A partir de 2 groupes, l'un traité l'autre pas, il a remarqué une détérioration de la fonction respiratoire dans le groupe non traité. L'altération est réversible dès la reprise de la kinésithérapie.

Rossman sur une étude à court terme compare les techniques conventionnelles par rapport à la toux et ne rapporte pas d'amélioration de la clairance muco-ciliaire centrale et périphérique et du DEM 25-75. Chez Reisman, on compare un effet à long et court terme de 2 techniques, l'une conventionnelle (drainage de posture, percussions, expiration forcée) l'autre FET. On note à 3 ans, une détérioration sensible qui est atténuée chez les patients utilisant la méthode conventionnelle.

Motoya(23), Pham(24), Sanchez(25) retrouvent des paramètres améliorés en terme de débits moyens et une augmentation de la clairance chez les patients porteurs de mucoviscidose, Feldman ne la retrouve que de façon atténuée ou très temporaire chez les BPCO.

Une autre étude compare les pressions intra-pulmonaires, le Flutter à court comme à long terme et ne retrouve pas de différences significatives sur les débits moyens entre les différentes techniques. Wilson (26) qui compare le drainage conventionnel avec le drainage postural et l'accélération du flux expiratoire. Pour les deux techniques les débits de pointe sont identiques.

Milard et Pierce (27) notent des débits inchangés après kinésithérapie. Aeppli (28) remarque une variation des résultats : gain de 18% de la CV, diminution de 12% du VR selon la sévérité de l'atteinte (syndrome obstructif et sa chronicité).

Butler(29) compare chez des patients mucoviscidosiques le drainage autogène et le drainage conventionnel et retrouve une amélioration du DEM 25-75 et de la CVF par le drainage autogène.

En ce qui concerne les vibrations interne, Homnick (30) ne retrouve pas de différences significatives par rapport à la kinésithérapie traditionnelle et aérosols.

Gouilly (31) reprend l'influence du drainage bronchique sur la courbe débit volume et ne retrouve pas de modifications. Par contre Tourbach (32) sur les mêmes paramètres trouve une amélioration de la CV de 7%, DEM 50 de 12%, DEM 25 de 23.26%, 30 minutes après le drainage.

Les avis sont aussi contradictoires quand l'évaluation des EFR est couplée à une évaluation de la quantité de sécrétions. Bain (33) évalue des techniques de drainage conventionnel(23) lors des périodes d'exacerbations, les EFR ne sont pas améliorées ainsi que le volume expectoré. Pryor (34) a évalué de façon comparative l'expiration forcée par rapport à la kinésithérapie conventionnelle avec un effet positive sur le volume expectoré. Paruit(35) ne retrouve pas de différence entre les EFR avant et après la séance de drainage malgré des expectorations importantes. Weiner (36) et Ambrosino (37) retrouvent des effets positifs au Flutter sur les paramètres auscultatoires, le volume d'expectoration, l'augmentation de la CV et du VEMS. Pour Keselman (38), Lindeman (39), Konstan (40) le volume de sécrétions est augmenté avec une augmentation des débits. On retrouve cette amélioration des débits lors d'un traitement par PEP Mask pour Casaulta (41).

Pour compléter cette étude il faudrait reprendre l'ensemble des articles cités lors du consensus de 1994 qui comparent les techniques entre elles. On peut voir que les EFR ont servi à évaluer le résultat d'une technique quelle qu'elle soit mais en aucun cas l'encombrement lui-même. Car dans toutes les pathologies testées on retrouve en plus de l'encombrement le bronchospasme et l'inflammation. On voit bien que la chronicité et la sévérité d'une atteinte influence les résultats.

Comme la chronicité d'un encombrement induit une inflammation et même un bronchospasme, on ne peut donc pas se servir des EFR pour évaluer un seul paramètre.

Cette notion est démontrée dans le cas des BPCO où il existe un remaniement cellulaire qui augmente l'obstruction des voies distales et la rend permanente quel que soit le degré d'encombrement.

Le tableau 1 reprend ces différentes études.

AUTEURS	ANNEE	TECHNIQUES	PARAMETRES	Nbre patients	PATHOLOGIE	RESULTATS
Bateman	81	Toux Chest	poids des sécrétions Volume pulmonaire gazométrie	6	TVO	Chest> toux seule
Rossmann	82	Toux Drainage postural Drainage postural et percussions Chest	isotopique	6	Mucoviscidose	Toux semble stable Drainage postural percussions Chest semblent efficace
Desmond	83	effet à long terme de la Chest	CVF FEV1 DEM25/75	8	Mucoviscidose	détérioration des fonctions ventilatoires dans Chest puis récupération dès la reprise
Tourbach	83	Travail expiratoire toux	courbe D/V CV, DEP,DEM25,DEM50	15	Bronchiteux	améliorationCV et DEM50, DEM25
Sutton	85	Drainage postural FET Percussions vibrations ventilation dirigée	poids des sécrétions	8	gros secrétants	Drainage postural et FET semble plus efficace
Reisman	88	Drainage postural et percussions FET	VEMS DEM25/75 CV Score de Shwachman		Mucoviscidose	limitation de l'altération du DEM25/75
Warwick	88	HFCC	CV VEMS	16	Mucoviscidose	amélioration de la CV et VEMS après HFCC
Paruit	91	AFE	CV, VEMS, Tiffeneau VR, VR/CPT,CRF	9 muco 5 témoins	Mucoviscidose témoins	pas de différence
Gouilly	94	Ventilation Abdominale ELTGOL, AFE, Toux glotte fermée	Courbe D/V	10	Syndrome obstructif BPCO Asthme bronchite	pas d'amélioration significative
Sanchez	99	Spirométrie incitative drainage postural	poids des sécrétions CVF, FEV, PEF, DEM75, FEV1		Mucoviscidose	augmentation du poids des sécrétions pas de modification des fonctions ventilatoires

Tableau 1 : Résumé synthétique des différentes études utilisant l'EFR pour visualiser l'effet du désencombrement

En conclusion, les EFR n'évaluent pas directement l'encombrement bronchique. La mesure de la fonction ventilatoire renseigne sur l'obstruction des voies aériennes qui est due à plusieurs facteurs étroitement intriqués.

Si les EFR n'évaluent pas l'encombrement, elles restent l'examen de choix pour le suivi longitudinal du patient. Le kinésithérapeute doit en prendre connaissance le plus souvent possible pour adapter ensuite ses techniques aux évolutions des paramètres étudiés.

1. WILS J. BARTHE J : Kinésithérapie dans la mucoviscidose. Revue de pneumologie clinique 1995. Vol 51
2. FOUCAUD P. MARIANI-KURKDJAN P : Infection bronchopulmonaire. Référence Mucoviscidose 1996 n°1
3. VANDEVENNE A : Rééducation respiratoire des broncho-pneumopathies chroniques obstructives , bases physiopathologiques et résultats. Livre édité à compte d'auteur imprimerie Valbler à Strasbourg . Fev 1985
4. BAYLE JY : Apports de l'EFR en kinésithérapie. 10° journées nationales de Kinésithérapie respiratoire et Cardio respiratoire. Lyon 1994
5. FENOYL O : Nécessité d'une épuration respiratoire. L'appareil muco-ciliaire et sa pathologie. Laboratoire Bouchara 1987
6. SALOMON JL : Le mouvement ciliaire : physiologie, méthodes d'exploration et pathologie. L'appareil muco-ciliaire et sa pathologie. Laboratoire Bouchara 1987
7. PUCHELLE E.LIOTE H : Physiologie et physiopathologie de l'épuration de mucus des voies aériennes. Etudes techniques- Encycl.Med.Chirg, Pneumologie 6000 A67, 1991 14p
8. MAL H : Physiologie et pathologie de l'épuration du mucus des voies aériennes. Actualités en kinésithérapie de réanimation.1996
9. AUG F : Capacité de transport et rhéologie du mucus. L'appareil muco-ciliaire et sa pathologie. Laboratoire Bouchara 1987
10. WILS J : Fondements mécaniques et physiologiques du désencombrement. Actualités en kinésithérapie de réanimation.1996
11. PREFAUT C. Physiologie respiratoire. Sauramps médical 1993
12. WEST J : Physiologie respiratoire. Editions Pradel 4° édition
13. WEST J : Physiopathologie respiratoire. Editions Pradel 2° édition
14. JEAN R, BENOIST MR : Exploration fonctionnelle respiratoire en pédiatrie. Flammarion médecine.
15. BARTHE J : Pneumokinésithérapie. Doin 1990
16. BATEMAN JR, NEWMAN SP, DAUNT K and al : Is cough as effective as chest physiotherapy in the removal of excessive tracheobronchial secretions ? Thorax, 1981,36,683-687
17. SUTTON PP, LOPEZ VIDRIERO MT, PAVIA D and al : Assessment of percussion, vibratory-shaking and breathing exercices in chest physiotherapy . Eur. J. Respir. Dis., 1985,66,147-152
18. ROSSMAN CM, WALDES R, SAMPSOND and al : Effect of chest physiotherapy on the removal of mucus in patients with cystic fibrosis ; Am Rev. Respir. Dis. 1982, 126, 131-135
19. REISMAN JJ, RIVINGTON-LAW B, COREY M and al : Role of conventionnal physiotherapy in cystic fibrosis. J. Pediatrics, 1988, 4,113,632-636
20. WARWICK WJ, HANSEN LG : The long-term effect of high-frequency chest compression therapy on pulmonary complications of cystic fibrosis. J. Pediatrics, 1988, 4, 113, 632-636
21. DESMOND KJ, SCHWENK WF, THOMAS E and al : Immédiate and long-term effects of chest physiotherapy in patients with cystic fibrosis. Journ.of pediatrics, 1983,103 538-542
22. FELDMANN J, TRAVER GA, TAUSSIG JM and al : Maximal expiratory flows after pstural drainage. Am. Rev. Respir. Dis., 1979, 119, 239-245
23. MOTOYAMA EK, MANGOS JA :Assessment of lower airway obstruction in cystic fibrosis in : Fundamental problems of cystic fibrosis and related diseases. Intercontinental medical Book Corp., New York 1993,335pBAIN J.BISHOP J.OLINSKI A : Evaluation of directed coughing in cystic fibrosis. Br. J. Dis. Chest., 1988,82,138-142
24. PHAM QT, RESLIN R, PUCHELLE E et al : Fonction respiratoire et état rhéologique des sécrétions recueillies pendant l'expectoration spontanée et dirigée. Bull.Physiopath.Respi. 1973,2,293

25. SANCHEZ RIERA H, DAPENA FERNANDEZ : Comparative study of the efficacy of 2 respiratory protocols for patients with cystic fibrosis. Arch Bronconeumol.1999 Jun 275-9
26. WILSON GE, BADWIN AL, WALSHAM MJ and al : Chest physiotherapy in patients with cystic fibrosis. A comparison of traditional methods with the active cycle of breathing. 20th European Cystic Fibrosis Confernece, Brussels, 18-21 June 1995
27. MILLARD D, PIERCE JA : Assessment of postural drainage in patients with chronic bronchitis using maimum expiratory flows with air and hélium oxygen mixtures. Am. Rev. Resp. Dis, 1979, 119
28. AEPLI R : L'asthme bronchique : son traitement par l'inhalation d'aérosols, bronchodilatateurs et par la physiothérapie respiratoire . Ed Hans Huber(Berne, Stuttgart) 1967 : 181p
29. BUTLER-SIMON N, McCOOL P, GILES D and al : Efficacy and desirability of autogenic drainage vrs conventional postural drainage and percussion. 9th Annual Cystic Fibrosis Conference, Dallas, 12-15 October 1995
30. HOMNICK D, WHITE F, DE CASTRO C : Comparison of effects of intrapulmonary percussive ventilator to standard aerosol and chest physiotherapy in traetment of cystic fibrosis ; Pediatric pulmonol 1995 ; 20 :50-55
31. GOUILLY P, OBRINGER P : influence du drainage bronchique sur la courbe débit volume (CDV) et la saturation en oxygène- 10^e journées nationales de kinésithérapie respiratoire et cardio-vasculaire. Lyon 1994, p 103-110
32. TOURBACH P : Evolution de la phase expiratoire de la courbe débit-volume après drainage bronchique – Acta 3^e journée européenne de kinésithérapie respiratoire – Paris,1984,p.16-24
33. BAIN J.BISHOP J.OLINSKI A : Evaluation of directed coughing in cystic fibrosis. Br.J.Dis.Chest., 1988,82,138-142
34. PRYOR JA : Physiotherapy for airway clearance in adults. Eur.Respir J. 1999 Dec ;14(6) : 1418-24
35. PARUIT MC, FAZILLEAU JF, DAVID V and al : Désencombrement bronchique par accélération du flux expiratoire : évolution de la SaO₂, des EFR et de l'ECG chez des enfants atteints de mucoviscidose.Rééducation, 91, 358-364
36. WEINER P, AZGAG Y, WEINER M : Oscillatory breathing using the flutter VRP1 As chest physiotherapy in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev. Resp. Crit. Care. Med 1994, 149 : A578
37. AMBROSINO N, GALLONI C, BREJA S and al : Oscillatory positive expiratory pressure versus postural drainage in patients other than cystic fibrosis. Am. Rev. Resp. Crit. Care. Med 1994, 149 : A578
38. KESSELMAN R, BOLDT A, HULS G and al : A comparative of the effectiveness of physiotherapy methods. Flutter VRP[®], versus autogenic drainage. Congrès international sur la mucoviscidose. Copenhaguez 1991
39. LINDEMAN H : Zum Stellenweert der Physiotherapie mit dem VRP Desitin (Flutter) . Pneumologie 1992 ; 46 : 626-630
40. KONSTAN MW, STERN RC DOERSHUK CF :Efficacy of the flutter device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis . J. Pediatr., 1994, 124, 5, 689-693
41. CASAULTA C, FREY V, SCHIBLER Aand al : Efficacy of chest physiotherapy Pep mask versus Flutter in patients with cystic fibrosis. Congrès European Respiratory Society. Florence 1993. Europ Resp J. 1993