

Estudio comparativo de la eficacia de dos protocolos de fisioterapia respiratoria en pacientes con fibrosis quística

H. Sánchez Riera, F.J. Dapena Fernández*, F. Gómez Domínguez**, F. Ortega Ruiz, T. Elías Hernández, T. Montemayor Rubio y J. Castillo Gómez

Servicio de Neumología. *Departamento de Pediatría. **Unidad de Fisioterapia. Departamento de Rehabilitación. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla.

OBJETIVO: Comparar la efectividad a corto plazo de dos protocolos de fisioterapia respiratoria en pacientes con fibrosis quística respecto a una mayor eliminación de secreciones, y su posible repercusión en la función pulmonar y en los síntomas.

El tratamiento A comprendía: respiración diafragmática (RD) con espirómetro incentivo (EI) en posición de drenaje (PD). El tratamiento B incluía: respiración diafragmática (RD) con presión positiva espiratoria (mascarilla-PPE) en posición de drenaje (PD).

MÉTODOS: Se estudiaron 27 pacientes con fibrosis quística (RD) clínicamente estables. Todos realizaron, de forma aleatoria, los dos protocolos (A y B) en días distintos y separados al menos 48 h. Después de cada sesión de tratamiento, se midió en gramos la cantidad de expectoración eliminada. Previo y postratamiento se registraron parámetros de función pulmonar (capacidad vital forzada, FEV₁, FEV₁%, MMEF₂₅₋₇₅, ventilación voluntaria máxima y pico espiratorio de flujo). El pico espiratorio de flujo (PEF) se recogió con *peak-flow meter*. Posteriormente, los pacientes durante la tarde en su casa recogieron el PEF cada hora y rellenaron un cuestionario clínico que comprendía: frecuencia e intensidad de la tos, características de la expectoración, molestias en tórax y disnea.

RESULTADOS: Durante el tratamiento A (con espirómetro incentivo) se eliminaron 14,6 ± 13,7 g de expectoración y durante el tratamiento B 9,8 ± 10,2 g (p < 0,05). Las diferencias del pico espiratorio de flujo postratamiento A y B en relación a sus valores basales fueron +19,3 l/min y -0,20 l/min, respectivamente (p < 0,01). En el tratamiento A el pico espiratorio de flujo se mantuvo elevado durante la tarde con respecto a su basal (p < 0,02). En el tratamiento B no hubo cambios en el pico espiratorio de flujo al finalizar la tarde en relación a su valor basal (p = 0,49). El cuestionario clínico no experimentó cambios significativos con ningún tratamiento.

CONCLUSIONES: En pacientes con fibrosis quística, la fisioterapia respiratoria con espirómetro incentivo aumentó significativamente la eliminación de secreciones, sin repercusión inmediata en la función pulmonar ni en los síntomas.

Palabras clave: Fisioterapia respiratoria. Fibrosis quística. Presión espiratoria positiva. Espirómetro incentivo.

(Arch Bronconeumol 1999; 35: 275-279)

Comparison of the efficacy of two chest physiotherapy protocols for patients with cystic fibrosis

OBJECTIVE: To compare the short-term efficacy of two respiratory physiotherapy protocols on sputum clearance, lung function and symptoms in patients with cystic fibrosis. Treatment A consisted of diaphragm breathing with incentive spirometry and postural drainage. Treatment B consisted of diaphragm breathing with positive expiratory pressure (PEP-mask) and postural drainage.

METHODS: Twenty-seven cystic fibrosis patients in stable condition followed both protocols (A and B) in random order on different days separated by at least 48 hours. After each treatment session the amount of sputum removed was weighed. Lung function variables (FVC, FEV₁, FEV₁%, MMEF_{wt-75}, MVV and PEF) were measured pre- and post-treatment. PEF was measured with a peak flow meter. The patients later recorded PEF every hour at home and filled in a questionnaire on frequency and intensity of coughing, sputum characteristics, chest discomfort and dyspnea.

RESULTS: During treatment A with incentive spirometry, 14.6 ± 13.7 g of sputum was removed, whereas 9.8 ± 10.2 g was eliminated during treatment B (p < 0.05). The differences in PEF after treatments A and B in comparison with baseline values were +19.3 l/min and -0.2 l/min, respectively (p < 0.01). PEF stayed high during the afternoon, in comparison with baseline, with treatment A (p < 0.02). After treatment B, no changes in PEF in comparison with baseline were observed (p = 0.49). Neither treatment led to significant differences in symptoms reported on the clinical questionnaire.

CONCLUSIONS: Respiratory physiotherapy with incentive spirometry significantly increases sputum clearance in cystic fibrosis patients, with no immediate repercussions on lung function or symptoms.

Key words: Respiratory physiotherapy. Cystic fibrosis. Positive expiratory pressure. Incentive spirometry.

Correspondencia: Dra. H. Sánchez Riera.
Rayo 4. Urb. La Motilla. 41700 Dos Hermanas. Sevilla.
Correo electrónico: ablucil@mx2.redestb.es

Recibido: 6-10-98; aceptado para su publicación: 16-2-99.

Introducción

En los pacientes con fibrosis quística (FQ), la dificultad en la movilización, transporte y eliminación de secreciones bronquiales, y las complicaciones que de ello

se derivan (infecciones, atelectasias, etc.), representan uno de los problemas más importantes en esta patología pulmonar. La repercusión que esto tiene en la actividad sociolaboral y en la calidad de vida de estos pacientes demanda nuevas técnicas que faciliten la expectoración y les permita mayor grado de autonomía.

En los últimos años se han ensayado numerosos tratamientos de fisioterapia respiratoria. Entre ellos, la mascarilla con presión positiva espiratoria (mascarilla-PPE) que, como otras técnicas de ayuda a la expansión pulmonar —presión positiva continua (CPAP), respiración con presión positiva intermitente (IPPB), espirómetro incentivo (EI), etc.—, tiene el objetivo de aumentar la expansión pulmonar y apoya la hipótesis, desde un punto de vista funcional, de mejorar la ventilación colateral de las pequeñas vías aéreas obstruidas/colapsadas y aumentar la eliminación de secreciones¹.

Varios estudios^{2,3} han demostrado la efectividad de la PPE para aliviar la disnea y mejorar la ventilación en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda; también se ha utilizado en pacientes con FQ para aumentar la expectoración. Sin embargo, los resultados son contradictorios. En un reciente metaanálisis⁴, la mascarilla-PPE tuvo la misma efectividad que la fisioterapia convencional en la cantidad de esputo producido. En una revisión reciente sobre cuál es la técnica fisioterápica más efectiva, se comenta que la mascarilla-PPE, utilizada en combinación con otras técnicas, daba mejores resultados⁵.

La mascarilla-PPE ha sido probada en diversos trabajos, pero no tenemos conocimiento del empleo del EI en pacientes con FQ. Sin embargo, tratándose de una técnica de apoyo a la expansión pulmonar, y según nuestra experiencia en el tratamiento de pacientes quirúrgicos, teorizamos sobre su efectividad en el aumento de la expectoración en los pacientes con FQ. Su utilidad ha sido demostrada en la profilaxis y tratamiento de enfermos con alto riesgo de complicaciones pulmonares posquirúrgicas (CPP). Celli et al demostraron, en un estudio aleatorio⁶, que la presión positiva intermitente (IPPB), el EI y los ejercicios de respiración profunda fueron igualmente efectivos en la prevención de complicaciones pulmonares postoperatorias frente a un grupo de pacientes no tratados.

Hemos comparado dos métodos de tratamiento con fisioterapia respiratoria: uno realizado con EI, que estimula y monitoriza inspiraciones máximas sostenidas con glotis abierta (flujos dinámicos) y el otro, con mascarilla-PPE, que aumenta durante su uso el volumen pulmonar en relación con la presión espiratoria impuesta². En ambos métodos de tratamiento se incluyeron las técnicas de drenaje postural (DP) y los ejercicios de respiración diafragmática (RD). El objetivo fue valorar a corto plazo qué tratamiento era más efectivo en cuanto a cantidad de expectoración eliminada y su posible repercusión en la función pulmonar y en los síntomas.

Pacientes, material y sistemática de estudio

Pacientes

Se estudian 27 pacientes con FQ, 10 varones (37%) y 17 mujeres (63%); la edad media era de $16,3 \pm 4,9$ años (límites: 8-29); el peso medio de $46,9 \pm 10,5$ kg (límites: 23-70) y la

talla media de $1,57 \pm 1,25$ m (límites: 1,25-1,81). El diagnóstico fue confirmado por dos concentraciones de cloro en sudor superiores a 60 mEq/l y clínica de enfermedad pulmonar crónica con repetidas infecciones bacterianas, aunque en el momento del estudio se encontraban en una fase clínicamente estable de su enfermedad. Alrededor del 50% expectoraban por encima de 10 g de esputo en una sesión de fisioterapia de 30 min de duración. Ningún paciente se abstuvo de tomar su medicación habitual en los días del estudio. Los enfermos, sus familias y el comité ético del centro dieron conformidad para el estudio.

Material

Medidas de función pulmonar. Se midieron en un espirómetro de campana (Volumograph Minjhardt, Alemania) los siguientes parámetros de acuerdo con guías estandarizadas⁷: capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁), volumen espiratorio forzado en el primer segundo en porcentaje de la capacidad vital forzada (FEV₁%), flujo mesoespiratorio (MMEF₂₅₋₇₅) y ventilación voluntaria máxima (MVV). El pico espiratorio de flujo (PEF) se midió con un aparato *peak-flow-meter* (Mini-Wright), tomando el mejor de tres esfuerzos recogidos.

De los 27 pacientes del estudio, 20 tenían alteración de la función pulmonar y siete tenían espirometría normal. Se consideró que existía alteración de la función pulmonar cuando la FVC se encontraba por debajo del 80% de los valores teóricos y/o el FEV₁ era menor del 70%. Los resultados de los parámetros funcionales fueron expresados como porcentajes de los valores teóricos predichos, basados en las referencias rutinarias estándar⁸.

Medida de la expectoración. La expectoración se recogió cuidadosamente. Fue pesada en gramos usando una balanza de precisión OHAUS modelo E120.

Medidas en domicilio. Se midió el PEF cada hora durante la tarde con *peak-flow meter* y, al finalizar la tarde, se recogió un cuestionario de síntomas⁹, usualmente aplicado al control clínico de pacientes con obstrucción crónica de vías aéreas que incluye: frecuencia e intensidad de la tos, características de la expectoración, molestias en tórax y sensación de asfixia. Cada síntoma fue valorado de 1 a 5 puntos en una escala de intensidad.

Sistemática de estudio

Se evaluaron de forma aleatoria dos protocolos de fisioterapia respiratoria (A y B). Todos los pacientes fueron instruidos en la práctica de las técnicas y en el manejo del EI y de la mascarilla-PPE. Cada paciente hizo los dos tratamientos (A y B) en 2 días separados al menos 48 h. El día del estudio sólo se hizo el protocolo establecido una vez, durante una sesión de fisioterapia de 30 min de duración y siempre a la misma hora de la mañana. El paciente volvía a practicar su fisioterapia habitual al finalizar la tarde.

Controles inmediatos. Durante e inmediatamente después de los tratamientos A y B, se recogió de forma cuidadosa el esputo producido y se pesó. Antes y 45 min postratamiento A y B, se midieron los parámetros de función pulmonar y el PEF.

Seguimiento. Los pacientes en su domicilio, el mismo día del estudio, recogieron el PEF cada hora y rellenaron al finalizar la tarde el cuestionario de síntomas.

TABLA I

Fibrosis quística. Comparación de resultados de pruebas de la función pulmonar postratamientos A y B

	Postratamiento A	Postratamiento B	p
FVC (% pred.)	61,95 ± 19,8	60,96 ± 21,3	0,40
FEV ₁ (% pred.)	53,12 ± 22,1	53,24 ± 23,2	0,91
FEV ₁ /FVC (%)	71,68 ± 10,7	72,56 ± 11,3	0,33
MMEF ₂₅₋₇₅ (% pred.)	35,64 ± 23,8	37,12 ± 22	0,32
MVV (pred.)	57,77 ± 57,7	61,18 ± 29,2	0,25
PEF (l/min)	360,19 ± 129	353,70 ± 137	0,17

Resultados representados como medias ± DE. FVC: capacidad vital forzada; FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FEV₁/FVC: volumen espiratorio forzado en el primer segundo en tanto por ciento de la capacidad vital forzada; MMEF₂₅₋₇₅: flujo mesoespiratorio; MVV: ventilación voluntaria máxima; PEF: pico espiratorio de flujo.

TABLA II

Fibrosis quística. Función pulmonar. Comparación de diferencias entre valores basales y postratamientos A y B

	Δ (A)	Δ (B)	Δ (A,B) p
FVC (%)	-1,29	-2,74	0,15
FEV ₁ (%)	-1,91	-1,48	0,68
FEV ₁ /FVC (%)	-0,46	0,83	0,18
MMEF ₂₅₋₇₅ (%)	-1,95	-2,85	0,64
MBC (%)	2,09	2,84	0,81
PEF (l/min)	19,3	-0,2	0,01

FVC: capacidad vital forzada; FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FEV₁/FVC: volumen espiratorio forzado en el primer segundo en tanto por ciento de la capacidad vital forzada; MMEF₂₅₋₇₅: flujo mesoespiratorio; MVV: ventilación voluntaria máxima; PEF: pico espiratorio de flujo. Δ (A): diferencia entre pre/posttratamiento A; Δ (B): diferencia entre pre/posttratamiento B; Δ (A,B): diferencia entre pre/posttratamiento A y B; p < 0,05 (diferencia significativa).

Protocolo A. Consistía en ejercicios de RD, con EI y DP. Se utilizó el espirómetro incentivo (INSPIRx Intertech Resources Inc). El paciente fue instruido para generar un flujo inspiratorio máximo sostenido (nivel de flujo por visual *feedback*) con el cual la esfera del aparato alcanzaba su tope y le estimulaba a realizar esfuerzos inspiratorios según se regulase la fuga aérea del aparato. Los pacientes hacían tres posiciones de drenaje de 10 min de duración cada una de ellas: decúbito supino, lateral derecho y lateral izquierdo. En los primeros 5 min de cada postura realizaban RD con EI. Los esfuerzos inspiratorios eran máximos (entendiendo por máximo aquel nivel de flujo que el paciente pudiera mantener sin sentirse incómodo). En los 5 min restantes de cada posición los pacientes realizaban RD con EI en posición invertida y con la fuga aérea cerrada, creándose una presión positiva espiratoria media de 4 cmH₂O.

Protocolo B. Comprendía ejercicios de RD, con mascarilla-PPE, en DP; se utilizó una mascarilla facial (Astra Meditec. Dinamarca) que, conectada a un tubo inspiratorio con una válvula unidireccional y a una resistencia variable espiratoria, producía una presión positiva espiratoria (PPE). El paciente hacía las tres posiciones de drenaje (decúbito supino, lateral derecho y lateral izquierdo) durante 10 min cada una de ellas y, del mismo modo, la RD a través de mascarilla-PPE. Cada sujeto practicó con diferentes resistencias hasta obtener la presión correcta. Se consideró que la resistencia tenía un diámetro apropiado cuando el paciente podía mantener un estado estable de respiración, sin incomodidad y durante 2 min sin fatigarse, límites 2,5-4 mm de diámetro, que daba un nivel de PPE de 10-12 cmH₂O en la espiración media. Los dos primeros minutos de cada postura el paciente respiraba a través de

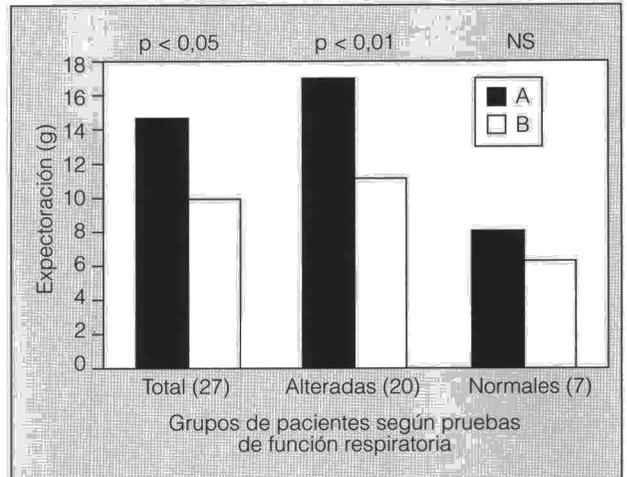


Fig. 1. Expectoración postratamientos A y B.

mascarilla-PPE, al cabo de los cuales se le retiraba y descansaba 3 min mediante RD, para de nuevo comenzar con otro período de PPE. En total, en cada posición de drenaje se hacían dos sesiones de PPE y otras dos de reposo.

Análisis estadístico. Las diferencias en los valores de la función pulmonar fueron evaluadas usando el test de la t de Student para muestras pareadas. Como límite de significación se consideró una p < 0,05. El test de Wilcoxon pareado se utilizó para la comparación del peso de esputo producido en ambos protocolos y cambios en la sintomatología clínica. Todos los cálculos fueron hechos con un paquete estadístico SPSS.

Resultados

Todos los pacientes hicieron los dos protocolos de tratamiento y no se observaron diferencias significativas en los parámetros basales.

Espujo expectorado

Los pacientes con el tratamiento A eliminaron 14,6 ± 13,7 g y con el tratamiento B 9,8 ± 10,2 g (p < 0,05). Cuando se agruparon los pacientes con función pulmonar alterada (20), la cantidad de esputo eliminado postratamiento A fue 17,6 ± 15,5 g y postratamiento B 11,2 ± 10,5 g (p < 0,01). En los pacientes con función pulmonar normal (7) no hubo diferencias significativas postratamientos A y B (fig. 1).

Función pulmonar

Quando se compararon los resultados de los parámetros espirográficos postratamiento A y B no hubieron diferencias significativas (tabla I). La diferencia de la FVC postratamiento A y B, en relación a sus valores basales, fue -1,29 y -2,74%, respectivamente (p < 0,15). En el resto de los parámetros de función pulmonar no hubo cambios. La diferencia del PEF postratamiento A y B en relación a sus valores basales fue +19,3 l/min y -0,20 l/min, respectivamente. La comparación de estas diferencias fue significativa (p < 0,01) (tabla II).

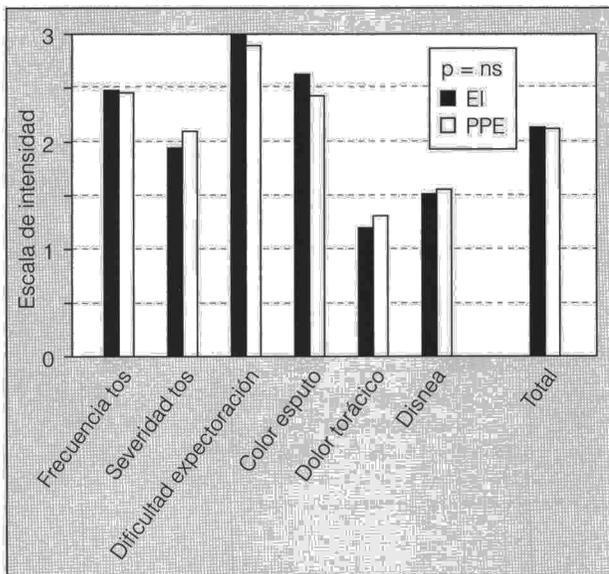


Fig. 2. Valoración de síntomas. EI: espirómetro incentivo; PPE: mascarilla de presión positiva espiratoria.

Datos domiciliarios

El PEF inmediato al postratamiento A fue de $360,2 \pm 129$ l/m y al finalizar la tarde $359,9 \pm 126$ l/m. El PEF inmediato al postratamiento B fue de 353 ± 137 l/m y al finalizar la tarde 359 ± 126 l/m. El PEF postratamiento A se mantuvo elevado al finalizar la tarde con respecto a su valor pretratamiento (340 ± 130) ($p < 0,02$). El PEF postratamiento B se comportó del mismo modo que el A, pero no fue significativo cuando se comparó con el valor pretratamiento ($353,8 \pm 134$) ($p = 0,49$). No se observaron cambios en los síntomas con ninguno de los dos tratamientos (fig. 2).

Discusión

Este trabajo muestra cómo la cantidad de expectoración en pacientes con FQ aumentó de forma inmediata con el EI comparado con mascarilla-PPE. Se utilizaron dos protocolos de tratamiento, uno con EI y otro con mascarilla-PPE, que incluyeron DP y ejercicios de RD, ambas técnicas de efectividad probada en pacientes con FQ¹⁰⁻¹². Todos los pacientes aceptaron y realizaron ambos protocolos.

Teniendo en cuenta que en estos casos el aclaramiento mucociliar es inadecuado, es importante utilizar un método de fisioterapia lo más efectivo posible para eliminar las secreciones. Observamos un aumento de la expectoración con el tratamiento A (con EI). Teorizamos que este incremento puede estar relacionado con los altos flujos inspiratorios que movilizan o despegan las secreciones y son transportadas seguidamente al exterior mediante una pequeña presión espiratoria (4 cmH₂O). Las inspiraciones profundas sostenidas, como ejercicio de expansión pulmonar, probablemente facilite la expectoración en los pacientes con FQ^{13,14}. Por otro lado, creemos que el tratamiento con mascarilla-PPE traslada secreciones al exterior, pero sin asegurarnos su

movilización o despegamiento previo al no generar flujos aéreos elevados. Falk et al¹⁵ concluyeron que la producción de esputo puede aumentar significativamente usando la mascarilla-PPE con respecto a su tratamiento clásico, que consistía en DP en varias posiciones, percusión y técnica de espiración forzada pero sin incluir ejercicios de control respiratorio, como relajación. Quizás ésta sea la causa para algunos autores¹⁶ de que Falk et al no encontraran ventajas en su tratamiento clásico con respecto a la PPE. Por otro lado, los ejercicios de respiración profunda fueron más efectivos en la producción de esputo cuando se compararon con la PPE¹⁶. Van der Schans et al¹⁷ observaron que la respiración con PPE aumentaba de forma temporal el volumen pulmonar, pero no mejoraba la eliminación de secreciones. Groth¹⁸ también obtiene estos resultados pero no muestra aumento del esputo expectorado (el autor explica que el estudio lo había enfocado hacia el efecto fisiológico, no el clínico).

Los parámetros de función pulmonar volvieron a su valor basal postratamiento y el ligero descenso, no significativo, fue reversible al poco tiempo y en ningún momento se acompañó de empeoramiento clínico del paciente. Sin embargo, en la bibliografía revisada¹⁵, se encontró un aumento de la FVC del 4,7%, cuando se utilizó la mascarilla-PPE comparada con otros protocolos de tratamiento. Otros autores¹⁶ no señalaron cambios significativos en el FEV₁ o en la FVC cuando usaron la mascarilla-PPE con el paciente en posición de drenaje o sentado. Ambos estudios utilizaban la técnica de espiración forzada (TEF), que resultaba menos fatigante en cuanto a la eliminación de expectoración. Zapletal et al¹⁹ demostraron, tras tratamiento con fisioterapia convencional, un descenso en los parámetros de función pulmonar que relaciona con el colapso de las vías aéreas centrales durante los períodos de tos. Nosotros no lo hemos constatado, pero otros autores^{19,20} demostraron, mediante cinebroncografía funcional en pacientes con FQ, la aparición de un colapso del bronquio principal durante la tos y sugerían como deseable que los períodos de tos se realizaran con el paciente en posición de drenaje para evitar la retención de secreciones por detrás del segmento colapsado. Los enfermos de nuestro estudio hicieron los períodos de tos en posición de drenaje, seguidos de ejercicios de RD como control respiratorio para relajar y evitar algún incremento en la obstrucción al flujo aéreo¹⁶.

El PEF pretratamiento A fue menor que el PEF pretratamiento B, aunque esta diferencia no fue significativa. Esta diferencia la relacionamos con el azar ya que el trabajo era aleatorio y se hizo en días distintos. El aumento significativo del PEF con EI lo relacionamos con una supuesta disminución de la resistencia de la vía aérea al encontrarse ésta más libre de mucosidad, sin haberlo demostrado por pletismografía¹⁹. Otros autores⁵, no encontraron cambios significativos en el PEF tras tratamiento.

El cuestionario de síntomas no experimentó cambios tras ninguno de los protocolos. Tampoco hemos encontrado datos en la bibliografía consultada. Resulta razonable que de forma inmediata no haya repercusión clí-

nica. Sin embargo, a largo plazo la eliminación de secreciones mucopurulentas parece ser beneficiosa por la reducción de la actividad proteolítica en los pulmones²¹.

Para llevar a cabo respiraciones profundas no es indispensable aparato alguno, sin embargo, es útil en cuanto a una mayor motivación y control de la profundidad de las inspiraciones. No existe el "mejor" método de fisioterapia respiratoria. El paciente con FQ es un conjunto de enfermedad respiratoria, situación social, edad, etc., y su evaluación debe ser individual llevando a cabo un plan de tratamiento apropiado y hecho a medida²².

El EI es un aparato fungible, económico y de fácil manejo que provee al paciente con FQ independencia y autonomía, siendo más eficaz que la mascarilla-PPE en la eliminación de secreciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martin RJ, Rogers RM, Gray BA. Mechanical Aids to Lung Expansion. The Physiologic basis for the use of mechanical aid to lung expansion. *Am Rev Respir Dis* 1980; (Supl): 105-107.
2. Pontoppidan H, Wilson RS, Rie MA, Schneider RC. Respiratory intensive care. *Anesthesiology* 1977; 47: 96-116.
3. Bach RJ. Rehabilitation of the patient with respiratory dysfunction. En: Joel A, DeLisa J, editores. *Rehabilitation medicine: principles and practice* (2.ª ed.). Filadelfia: Lippincott Company, 1993.
4. Thomas J, Cook DJ, Brooks D. Chest physical therapy management of patients with cystic fibrosis. A metaanalysis. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151: 846-850.
5. Williams MT, Bap SC. Chest physiotherapy and cystic fibrosis. Why is the most effective form of treatment still unclear? *Chest* 1994; 106: 1.872-1.882.
6. Celli BR, Rodríguez KS, Snider GL. A controlled trial of intermittent positive pressure breathing, incentive spirometry and deep breathing exercises in preventing pulmonary complications after abdominal surgery. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130: 12-15.
7. Tausig LM, Chernick V, Wood R et al. Standardization of lung function testing in children. Proceedings and recommendations of the GAP Conference Committee, Cystic Fibrosis Foundation. *J Pediatr* 1980; 97: 668-676.
8. Polgar G, Promadhat V. *Pulmonary function testing in children: techniques and standards*. Filadelfia: W.B. Saunders, 1971; 186.
9. Anthonisen NR, Manfreda J, Warren CPW, Hershfield ES, Harding GKM, Nelson NA. Antibiotic therapy in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1987; 106: 196-204.
10. Cochrane GM, Webber BA, Clarke SW. Effects of sputum on pulmonary function. *Br Med J* 1977; 2: 1.181-1.183.
11. 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; 126: 131-135.
12. Sutton PP, Parker RA, Webber BA et al. Assessment of the forced expiratory technique, postural drainage and directed coughing in chest physiotherapy. *Eur J Respir Dis* 1983; 64: 62-68.
13. Falk M, Andersen JB. Positive expiratory pressure (PEP) mask. En: Pryor JA, editor. *Respiratory care*. Edimburgo: Churchill Livingstone, 1991; 51-63.
14. Menkes HA, Traustman RJ. Collateral ventilation: state of the art. *Am Rev Respir Dis* 1977; 116: 287-309.
15. Falf M, Kelstrup M, Andersen JB et al. Improving the ketchup bottle method with positive expiratory pressure, PEP, in cystic fibrosis. *Eur J Respir Dis* 1984; 65: 423-432.
16. Hofmeyr JL, Webber BA, Hodson ME. Evaluation of positive expiratory pressure as an adjunct to chest physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *Thorax* 1986; 41: 951-954.
17. Van der Schans CP, Van der Mark TW, De Vries G, Piers DA, Beekhuis H, Dankert-Roelse JE et al. Effect of positive expiratory pressure breathing in patients with cystic fibrosis. *Thorax* 1991; 46: 252-256.
18. Groth S, Stafanger G, Dirksen H, Andersen JB, Falk M, Keistrup M. Positive expiratory pressure (PEP-Mask) physiotherapy improves ventilation and reduces volume of trapped gas in cystic fibrosis. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1985; 21: 339-343.
19. Zapletal A, Stefanova J, Horak J, Vavrova V, Samanek M. Chest physiotherapy and airways obstruction in patients with cystic fibrosis—a negative report. *Eur J Respir Dis* 1983; 64: 426-433.
20. Mellins RB, Levine OR, Ingram RH et al. Obstructive disease of the airways in cystic fibrosis. *Pediatrics* 1968; 41: 560-573.
21. Zach MS. Can we improve airway clearance? En: Hoiby N, Pedersen SS, editores. *Cystic fibrosis, basic and clinical research*. Excerpta Medica, International Congress Series. Amsterdam: Elsevier Science, 1991; 71-77.
22. Oberwaldner B, Theibl B, Rucker A, Zach MS. Chest physiotherapy in hospitalized patients with cystic fibrosis: a study of lung function effects and sputum clearance. *Eur Respir J* 1991; 4: 152-158.