

Sábado, mañana

Rehabilitación en la EPOC

EPOC. Valoración de la discapacidad respiratoria.

Dra. Mercedes Marín Santos

Unidad de Rehabilitación Cardiorrespiratoria

Servicio de Rehabilitación. Hospital Universitario la Paz. Madrid

1.La Organización Mundial de la Salud (OMS) a la clasificación Internacional de Enfermedades (ICD), añadió la antigua Clasificación de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (ICIDH), hoy día modificada y sustituida por la reciente Clasificación del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) en la que se contemplan y codifican el funcionamiento y la discapacidad en el ámbito de la salud en sus distintos componentes bio-psicosociales tan propios de la rehabilitación. De estos conocimientos extraemos tres principios importantes:

- .- El medico rehabilitador es el especialista encargado de prevenir, diagnosticar, evaluar y tratar la Discapacidad.
- .- Mientras la medicina tradicionalmente contempla al discapacitado por sus perdidas la medicina de Rehabilitación le analiza por sus capacidades remanentes (1)
- .- La aplicación de estos criterios a las enfermedades pulmonares crónicas constituye un avance en el diagnostico y tratamiento de las mismas

Las enfermedades respiratorias crónicas, concretamente la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) constituyen un importante problema de salud con una morbimortalidad muy elevada. En España es la 4^a causa de muerte, ocasionando importantes gastos sanitarios (0,2 del PIB). Cerca del 80% de los pacientes ignoran padecer la enfermedad. La tendencia es a aumentar el numero de pacientes se espera que en el 2020, sea la tercera causa de muerte a nivel mundial. (2-3)

1. La mayoría de los pacientes con patología respiratoria crónica, aquejan disnea, intolerancia al ejercicio, o ambas y son pues la causa más incapacitante que presentan la mayoría de los pacientes con (EPOC). (3-4-5)

2. Las causas son múltiples: una definición inadecuada inicialmente, falta de unidades especializadas, escasos recursos invertidos en investigación, y sobre todo la ausencia de instrumentos de medida adecuados para la evaluación de los pacientes y sus síntomas. La utilización del FEV1 como “único” marcador de gravedad y respuesta al tratamiento también ha contribuido a esta situación.
3. En los últimos años al cambiar el concepto de la enfermedad y considerar no solo la afectación pulmonar sino las consecuencias sistémicas, cobran interés los instrumentos de medida multidimensionales. Con ellos vamos a valorar otras áreas no solo la gravedad de la obstrucción del flujo aéreo (FEV1) sino la percepción del paciente (disnea, calidad de vida) o las consecuencias sistémicas (capacidad de ejercicio, IMC) (6-7-8)
 - a. Estos principios son en los que permiten objetivar la mejoría de los pacientes después de los Programas de Rehabilitación Pulmonar y deben ser conocidos por los especialistas en Rehabilitación y Medicina Física.
4. **Pruebas para cuantificar el grado de disnea y la respuesta ante el ejercicio. (4-6)**
5. Actualmente utilizamos escalas que nos miden la disnea, y pruebas que valoran el ejercicio como los test de marcha y la prueba de esfuerzo cardiopulmonar.
6. De acuerdo con Mahler y cols, existen dos tipos de **escalas de medición de la disnea:**
7. *-Escalas unidimensionales:* valoran únicamente la magnitud de la tarea que produce la disnea: caminar, subir o bajar escaleras etc. Destacan la escala de la Medical Research Council (MRC), la escala de la American Thoracic Society (ATS), la escala de Borg y el diagrama de coste de oxígeno.
8. *-Escalas multidimensionales:* con el fin de mejorar las escalas anteriores que no valoran la magnitud del esfuerzo o el deterioro funcional en el campo social o laboral, se han desarrollado estas nuevas escalas que incluyen la sensación de disnea del paciente ante la realización de diferentes actividades de la vida diaria. Las más utilizadas son: Índice de disnea basal (BDI) y el Índice de cambio de disnea. (TDI) entre otras.
9. En los últimos años se ha observado un interés creciente en el uso de las pruebas de ejercicio, para evaluar el estado funcional y la progresión de la enfermedad en el tiempo, de los enfermos con enfermedad respiratoria crónica.

10. Las más utilizadas son:
11. La prueba de marcha de 6 minutos, la prueba de paseo de marcha progresiva o de lanzadera (shuttle walking test) y la prueba de esfuerzo cardiopulmonar (prueba con ergómetro o tapiz rodante máxima o submáxima). (9)
12. Las dos primeras se describen en el apartado correspondiente
13. *La prueba de esfuerzo cardiopulmonar:*
 - a. Necesita un equipo más sofisticado y caro, nos permite realizar un análisis integrado de la respuesta al ejercicio, evalúa la reserva funcional de los sistemas implicados y determina el grado de limitación de la tolerancia al ejercicio. Nos facilitará en ocasiones el hallazgo de algunas enfermedades cardiacas asociadas. Se utiliza para estudios preoperatorios (Cirugía torácica, abdominal, trasplante cardiopulmonar) y para valoración de Incapacidades laborales.
 - b. En Rehabilitación su uso es limitado (mas útil los 6 mm.), pero nos sirve para después de la evaluación inicial prescribir el ejercicio, indicar oxigeno suplementario, evaluar resultados y realizar seguimiento a largo plazo
14. La complejidad de estas pruebas es variable y dependerá la utilización de unas u otras, de los medios de que disponga cada centro hospitalario y/o del tipo de información que queramos obtener.
15. La utilidad de estos métodos de evaluación, sencillos no se cuestiona. Gracias a ellos se ha podido demostrar los beneficios de los programas de rehabilitación respiratoria. Actualmente se están desarrollando otros instrumentos de evaluación multifactorial del EPOC que contribuirán sin duda a mejorar el futuro, pesimista hasta ahora de la EPOC

BIBLIOGRAFIA

- 1- Rehabilitación Medica Editor JL Miranda Mayordomo. Aula Médica. Madrid 2004

- 2- Masa et al: Costes de la EPOC. Arch Bronconeumol 2004;40:72-79
- 3- GOLD Am J Respir Crit Care Med 2001;163:1256-1276
- 4- AACVPR:Guidelines for Pulmonary Rehabilitation Programs (3^a edition) 2004
- 5- ATS/ERS: Standard for the diagnosis and treatment of patient with COPD Eur Respir J 2004; 23: 932-46
- 6- Güell R De Lucas P editores Rehabilitación Respiratoria. SEPAR. 2005
- 7- Celli B EPOC desde el nihilismo no justificado a un optimismo razonable Arch Bronconeumol 2002; 38: 585-8
- 8- Celli B et al .The “BODE” index in EPOC N Engl J Med 2004; 350:1005-12
- 9- NORMATIVA SEPAR: Pruebas de ejercicio cardiopulmonar. Arch Bronconeumol 2001, 37: 247-268

Prueba de Seis Minutos Marcha

Dra Mercedes Ramos Solchaga

FEA Medicina Física y Rehabilitación.

Hospital U. Puerta de Hierro. Madrid

- 1.- Es un test de esfuerzo submáximo.

- 2.- Util en valoración funcional de patología pulmonar (EPOC, fibrosis quística), patología cardíaca (insuficiencia cardíaca), en enfermedad vascular periférica, en enfermedades neurológicas (ACVA, enf Parkinson), en ortopedia (amputados, ayudas técnicas de marcha) y en valoración de población geriátrica.

- 3.- Indicador del momento de trasplante pulmonar, cardíaco ó cardiopulmonar. En los test cuya distancia recorrida sea menor de 300 metros (relacionado con aumento de mortalidad en lista de espera y mayor morbilidad).

- 4.- En evaluación funcional terapéutica de la insuficiencia cardíaca, trasplante pulmonar, resección pulmonar, cirugía de reducción de volumen pulmonar, rehabilitación pulmonar e hipertensión pulmonar.

- 5.- Estratificador pronóstico en insuficiencia cardíaca, EPOC y en hipertensión pulmonar primaria.

- 6.-Se recomienda la obtención previa a su realización de un consentimiento informado. Se realizará dos horas después de la comida

- 7.- Se requiere en un pasillo de marcha, se obtienen mejores resultados en pasillos circulares. Al paciente se le dirá: "camine lo máximo que pueda durante estos seis minutos sin correr", pudiendo animarle mientras realiza la prueba. Se le informará cuando hayan transcurrido 2 minutos y 4 minutos.

- 8.- Debe de determinarse la FC y la TA al inicio y al finalizar la prueba.

En los casos de alto riesgo se realizará u EKG antes y después de la prueba. Es útil durante la prueba determinar la saturación de oxígeno como herramienta diagnóstica y como planteamiento para posible indicación de oxigenoterapia.

9.- La prueba se detendrá en caso de mareo, sudoración fría, aumento de no tolerado de la disnea ó de la frecuencia cardíaca y si el paciente refiere importante fatiga. Si se monitoriza la saturación de oxígeno durante la prueba detendremos ésta, cuando sea menor del 85% a pesar de aportarse oxígeno suplementario.

10.- Resultados: se realizan tres pruebas en el mismo día separadas en un intervalo mínimo de 15 minutos, anotándose los metros recorridos en cada una de ellas y valorando como resultado final la mejor de las tres.

Se recogerá en caso de detención de la prueba las paradas, su número y el motivo.

También es recomendable referir en el informe la FC, la TA basal y final y la máxima alcanzada.

Si se dispone de pulsioxímetro se informará de la saturación de oxígeno basal, mínima y final y de si ha habido necesidad de aportar oxígeno (para mantener saturaciones mayores del 85%) y los litros aportados.

Bibliografía

1.-Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ. The 6 minute-walk; a new mesure of exercice capacity in patients with chronic hearth failure. Can Med Assoc J 1985; 132:919-23.

2.-Bittner V, Weiner DH, Yussuf S el al. Prediction of mortality and morbidity with 6 minute walk test in pacientes with left ventricualr dysfunction. JAMA 1993; 270: 1702-07.

3.- Cahalin L P et al. The 6 minute walk test predicts peak oxigen uptake and survival in patients with advanced heart failure. Chest 1996; 110:325-32.

4.- Markowitz D H, Systrom D M. Diagnosis of Pulmonary Vascualr limit to exercice by cardiopulmonary exercice testing. J Heart Lung Transplant 2004; 23: 88-95.

5.- Gayda M, Temfemo A, Choquet D, Ahmaïdie S. Cardiorespiratory requirements and reproducibility of six minute walk test in elderly patients with coronary artery disease. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2004; 85: 1538-43.

6.- Scirba F, et al. Six-minute walk distance in chronic obstructive pulmonary disease. Reproducibility and effect of walking course layout and length. Am J Respir Crit Care Med. 2003; 167: 1522-27.

7.-Protocol for six minute walk assessment in: Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs. American association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. Human Kinetics Publishers 1999. Appendix, pg 220.

Test de Lanzadera o Shuttle Walking Test

Dra Pilar Cejudo Ramos

FEA Medicina Física y Rehabilitación.

Unidad Médico-Quirúrgicas de Enfermedades Respiratorias.Hospital U. Virgen del Rocío. Sevilla

1. SWT CARACTERÍSTICAS:

Test de paseo hasta máxima capacidad del individuo; inicialmente desarrollado para atletas, fue adaptado y modificado para pacientes con patología respiratoria (EPOC). Tiene gran difusión en Gran Bretaña. Es fácil de realizar, bastante reproducible y con perfil de prueba de esfuerzo máximo ya que realiza un ejercicio de tipo progresivo e incremental.

2. PROCEDIMIENTO

En una distancia de 10 m se colocan 2 marcas a 0.5m de cada extremo, por dentro. El paciente al caminar de un extremo a otro de los 10 m rodea las marcas y va describiendo un Shuttle o lanzadera (una elipse). La velocidad de paso la marcan los

pitidos emitidos desde una casete, de forma que cuando suene el pitido el paciente tiene que alcanzar un extremo y al pitido siguiente, deber llegar al extremo opuesto. Un pitido triple significa que se cambia el nivel y aumenta la velocidad de paso, hasta los 12 niveles de los que consta la prueba. Cada nivel dura un minuto. No se permiten estímulos ni mensajes de ánimo al paciente, ya que la velocidad está estandarizada y marcada externamente por las señales de audio.

3. MEDICIONES

Al inicio y al final de la prueba se miden FC, TA, SatO₂ y disnea, dolor precordial y molestias en piernas (escala Borg). La prueba finaliza cuando el paciente no puede tolerar más esfuerzo, o no es capaz de mantener la velocidad marcada o bien alcanza el 85% de su FC máxima teórica. Las variables a considerar son la distancia total en metros recorrida y el nivel alcanzado.

4. EQUIPAMIENTO

Del paciente: Se debe recomendar al paciente el uso de ropa cómoda y calzado apropiado para caminar, que no resbale. Evitar esfuerzos intensos en las 2 horas previas y realizar comida ligera. Mantener la medicación habitual.

Del técnico: contador de vueltas, dos marcas de los puntos de giro, papel, fuente de oxígeno, pulsioxímetro portátil, esfigmomanómetro y desfibrilador.

5. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Realizar la prueba en un lugar que permita una intervención de emergencia; tener una camilla cerca. Oxígeno y medicación de rescate disponibles. El técnico debe conocer las maniobras de resucitación cardiopulmonar y la presencia del médico no es imprescindible salvo excepciones. Se debe interrumpir la prueba si el paciente refiere dolor precordial, disnea intolerable, calambres musculares, se tambalea o muestra una gran palidez.

6. Características del SWT: REPRODUCTIBILIDAD.

El test tiene cierto efecto aprendizaje por lo que cuando fue adaptado a los pacientes EPOC se recomendó el realizar un test previo de práctica para salvar dicho efecto aprendizaje. Sin embargo, en algunos trabajos en grupos de pacientes con distintas patologías (EPOC, insuficiencia cardiaca) el test ha demostrado ser reproducible

desde el primer intento. Por tanto, no parece que sea imprescindible que el paciente haga un test previo de práctica.

7. Características del SWT: PERFIL DE ESFUERZO MÁXIMO

Numerosos trabajos han demostrado que la distancia recorrida en el test de lanzadera se correlaciona estrechamente con el VO₂max en test de esfuerzo máximo en cicloergómetro o en cinta, tanto en pacientes EPOC como en insuficiencia cardíaca, pre-transplante cardíaco y otros. Igualmente, los parámetros cardiovasculares y los síntomas recogidos habitualmente en el máximo esfuerzo son muy similares en ambos tests. Por tanto, el perfil de esfuerzo que se desarrolla en el SWT es el de un ejercicio tipo incremental máximo.

8. Características del SWT: VALOR PREDICTIVO.

En pacientes con insuficiencia cardíaca, candidatos a transplante, el SWT es predictor de VO₂max. De esta forma, una distancia en el test < 350m predice un VO₂max inferior a 14ml/kg/m, que es el límite superior para indicación de transplante cardíaco. Por el contrario, una distancia > 450m predice un VO₂max superior a 14ml/kg/m, nivel a partir del cual, el transplante puede demorarse.

En pacientes sometidos a cirugía de cáncer de pulmón tiene valor predictivo de la evolución postQ, estableciendo un punto de corte de alto riesgo quirúrgico en 250m. Se recomienda (guía conjunta británico-americana de neumólogos) realizar el SWT en pacientes candidatos a cirugía de cáncer de pulmón y que tengan PFR borderline. Un trabajo publicado recientemente rebate esta recomendación.

9. DIFERENCIA MÍNIMA CLÍNICAMENTE IMPORTANTE

Fue inicialmente establecida por el grupo de Singh (grupo británico que adaptó el test a los EPOC) en 48m, tras rehabilitación respiratoria. Cambios recogidos en la literatura, tras diversos tipos de intervención habitualmente superan dicha cifra.

10. DIFERENCIAS SWT/6MWD: El SWT tiene mejor correlación con parámetros de esfuerzo máximo (consumo de O₂), que el test de 6MWD. En cambio, el SWT no refleja tan bien como el 6MWD las actividades de la vida diaria. Así

mismo el SWT es una prueba menos utilizada y menos validada que el 6M y tiene mayores riesgos potenciales cardiovasculares.

EPOC. Técnicas de reeducación respiratoria y entrenamiento de los músculos periféricos

Dra Adela Gómez González

FEA Medicina Física y Rehabilitación.

Hospital Clínico Virgen de la Victoria. Málaga

1. REHABILITACIÓN EN EL EPOC. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS:

Según la American Thoracic Society (ATS) la rehabilitación pulmonar en el EPOC consiste en un programa multidisciplinario para el cuidado de los pacientes con deficiencias respiratorias crónicas, individualizado y diseñado para optimizar la capacidad física, social y autonomía del paciente.

Sus objetivos son:

- 1 Disminuir la disnea, con educación y mayor control por parte del paciente en su enfermedad respiratoria.
- 2 Incrementar la capacidad de ejercicio
- 3 Mayor grado de independencia en la realización de las actividades de la vida diaria (AVD) y en su entorno social.
- 4 Mejorar la calidad de vida.

2. EQUIPO DE REHABILITACIÓN. SELECCIÓN DE PACIENTES Y COMPONENTES DE UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN EN EL EPOC:

El equipo de rehabilitación respiratoria es multidisciplinario, con una relación interdisciplinaria. Debe estar constituido por: neumólogo, rehabilitador, médico de familia, fisioterapeuta, enfermero, terapeuta ocupacional, trabajador social, psicólogo y dietista.

Los criterios de inclusión en un programa de rehabilitación respiratoria en el enfermo

EPOC son:

- 1 Paciente con síntomas respiratorios, incapacitantes, es decir, con disnea.
- 2 Enfermedad estable
- 3 Colaborador, con motivación, no fumador o con voluntad para abandonar el hábito tabáquico.

Los componentes terapéuticos *específicos* de un programa de rehabilitación respiratoria son:

- 1 Fisioterapia respiratoria
- 2 Técnicas de reeducación respiratoria
- 3 Entrenamiento músculos respiratorios
- 4 Entrenamiento de la musculatura periférica
- 5 Entrenamiento aeróbico
- 6 Terapeuta ocupacional
- 7 Educación sanitaria, soporte psicosocial y nutricional.

3. REEDUCACIÓN RESPIRATORIA. EVALUACIÓN DEL PATRÓN RESPIRATORIO EN EL EPOC.

El síntoma principal de un enfermo EPOC es la disnea. La aparición de la disnea se debe a la combinación de varias causas: a) alteraciones mecánicas motivadas por la limitación espiratoria al flujo aéreo produciendo hiperinsuflación dinámica con aplanamiento diafragmático, horizontalización de las costillas y rigidez torácica que originan ineficacia de los músculos inspiratorios, b) distorsión simple de la vía respiratoria durante la espiración por compresión dinámica que estimula los mecanorreceptores, aumentando la sensación de disnea, c) alteración del intercambio gaseoso producida por el desequilibrio ventilación - perfusión que estimula los quimiorreceptores con el consiguiente aumento de la ventilación minuto y aparición de esfuerzo respiratorio. Todo ello se ve agravado con la utilización de los miembros superiores, por el uso de la musculatura respiratoria accesoria y durante el ejercicio, por el aumento de la frecuencia respiratoria ante la necesidad de mantener un volumen minuto adecuado. Además la disnea desencadena una limitación al ejercicio progresivamente mayor que da lugar a pérdida de musculatura con atrofia y debilidad que ocasiona mayor fatiga, siendo ésta incapacitante, aumentando la disnea al realizar pequeñas actividades de la vida diaria.

Debido al acortamiento de la fase espiratoria, aumenta el espacio muerto, por lo que el

paciente presenta taquipnea con volumen corriente mínimo, aumentando así el trabajo respiratorio con aparición de disnea. Además aparecen una serie de asinergias en la mecánica ventilatoria, con la utilización de la musculatura respiratoria accesoria, que la hacen inefectiva, aumentando aún más el trabajo respiratorio. Así en el patrón ventilatorio del paciente EPOC nos encontramos:

- 1 aumento del espacio ántero-posterior del tórax,
- 2 inspiración y espiración bucal
- 3 respiraciones cortas
- 4 aumento de la frecuencia respiratoria
- 5 utilización de la musculatura costal principalmente, inhibiendo el movimiento diafragmático
- 6 depresión abdominal con la inspiración (respiración paradójica)
- 7 tiraje supraclavicular, supra y subcostal por contracción de la musculatura accesoria inspiratoria.

4. OBJETIVOS DE LA REEDUCACIÓN RESPIRATORIA:

Son métodos que favorecen la flexibilidad del tórax y la ventilación pulmonar. Actúan sobre la caja torácica, los músculos respiratorios y el parénquima pulmonar.

Su objetivo es modificar los hábitos respiratorios de los pacientes sintomáticos instruyéndoles en un nuevo patrón respiratorio más eficaz, con un mayor volumen circulante y una menor frecuencia respiratoria, basándose en la biomecánica diafragmática y costo-vertebral:

- 1 Aumenta la eficacia respiratoria, mejorando la relación ventilación-perfusión.
- 2 Optimiza la función de los músculos respiratorios.
- 3 Incrementa la flexibilidad y movilidad de la caja torácica.
- 4 Disminuye el trabajo respiratorio.
- 5 Desensibiliza la disnea.
- 6 Permite una tolerancia mayor en las actividades de la vida diaria.

5. EJERCICIOS DE REEDUCACIÓN RESPIRATORIA:

- 1 Ventilación lenta controlada o ventilación abdómino-diafragmática: combina inspiración lenta y profunda seguida de espiración lenta, prolongada, de forma que la relación inspiración / espiración sea 1/2 y no llegue a forzarse la espiración. Suele ser una técnica fatigante para el enfermo ya que ha de seguir

un ritmo respiratorio que no es el suyo.

- 2 Respiración con los labios fruncidos: consiste en una inspiración nasal lenta, con contracción diafragmática, seguida de una espiración bucal con los labios fruncidos, con contracción suave de la musculatura abdominal. Intenta generar una presión positiva telespiratoria a fin de evitar el colapso de la vía respiratoria y disminuir el trabajo respiratorio. Muy utilizada en pacientes con EPOC, siendo eficaz para el control de la disnea. Mejora el patrón respiratorio, disminuyendo la frecuencia respiratoria, aumentando el volumen corriente y mejora la ventilación alveolar con disminución de la PaCO₂ y aumento de la PaO₂ y SaO₂.
- 3 Ventilación dirigida: técnica compleja que incluye: a) corrección de los movimientos paradójicos del tórax y las asinergias ventilatorias, que antes han sido mencionadas, b) instaurar una ventilación abdomino-diafragmática a gran volumen y baja frecuencia, insistiendo en la automatización de ésta y c) adquirir este automatismo ventilatorio para la aplicación de las AVD. Especialmente indicada en pacientes con hiperinsuflación y aplanamiento diafragmático.
- 4 Movilizaciones torácicas: expansiones torácicas para estimular y ventilar selectivamente una zona pulmonar lográndose un trabajo específico sobre el punto exacto que se quiere reeducar. Utilizadas con las anteriores permite aumentar de forma armónica todos los movimientos respiratorios del tórax.
- 5 Técnicas de control ventilatorio en las actividades de la vida diaria: con las técnicas de control ventilatorio descritas anteriormente, se le enseña al paciente a coordinar este nuevo patrón respiratorio en las AVD: marcha en terreno llano, cuestas, subida y bajada de escaleras, bañarse, vestirse, en las tareas domésticas...Estarían incluidas en el grupo de ventilación dirigida.

6. TERAPIA OCUPACIONAL EN LA REEDUCACIÓN RESPIRATORIA:

La terapia ocupacional se define como un componente de los programas de rehabilitación para los pacientes discapacitados con el objetivo de alcanzar la máxima funcionalidad e independencia en las AVD y puedan mejorar la capacidad de integración en el entorno social y laboral.

Utiliza técnicas de ahorro energético y simplificación del trabajo en la realización de las AVD y ayudas técnicas para mejorar la funcionalidad en las AVD. Es una tarea lenta, ya que requiere aprendizaje y repetición por parte del paciente y su familia.

En el EPOC, la disnea aumenta frecuentemente al realizar AVD que requieren

elevación de los miembros superiores, como peinarse o vestirse, debido a que las extremidades superiores requiere más energía, para una carga de trabajo determinada, que las extremidades inferiores, con un incremento de la carga al diafragma, asincronía toracoabdominal y fatiga muscular. Esto se traduce en cambios en el patrón ventilatorio con respiraciones más superficiales e irregulares.

En el entrenamiento en las AVD, para reducir la disnea, los pacientes aprenden a simplificar las actividades cotidianas con una mayor eficiencia y un menor gasto energético:

- 1 Métodos de medición de la respiración (deambular durante el tiempo que dure la espiración)
- 2 Utilizar las técnicas de respiración (labios fruncidos) durante la realización de cada tarea.
- 3 Adoptar una postura y mecánica corporal correcta
- 4 Priorizar las actividades (evitando movimientos innecesarios)
- 5 Efectuar las actividades en sedestación siempre que sea posible.
- 6 Utilizar ayudas técnicas que facilita la realización de la tarea.

7. RELAJACIÓN COMO REEDUCACIÓN RESPIRATORIA:

Se incluye dentro de la reeducación respiratoria ya que uno de sus objetivos es disminuir el trabajo y coste energético de la respiración y controlar la disnea y por otro lado, ayuda a reducir la ansiedad, situación que aumenta la disnea en estos pacientes.

En el paciente EPOC, las técnicas de relajación ayudan a:

- 1 Reducir la tensión muscular en los músculos accesorios del cuello y cintura escapular.
- 2 Reducir el coste energético de la respiración.
- 3 Reducir la ansiedad producida por la sensación disneica.
- 4 Promover la sensación de bienestar.

Las técnicas más utilizadas son el método de Jacobson (basado en la contracción-relajación), el entrenamiento autógeno de Schultz (en las percepciones sensoriales) o la sofrología (combinación de mecanismos anteriores). También se utiliza el yoga o la meditación.

8. MUSCULATURA PERIFÉRICA EN EL EPOC: DESACONDICIONAMIENTO, ATROFIA O MIOPATÍA.

La EPOC es un proceso patológico con importantes implicaciones sistémicas, que agravan el pronóstico independientemente de la función pulmonar. En el 40-50% de los pacientes con EPOC se observa que el síntoma limitante de la tolerancia al esfuerzo es la debilidad de los miembros inferiores. Y en 20-35% de los pacientes con EPOC, sobre todo severos, se observa una pérdida de peso, con mal pronóstico.

En la EPOC existe una disfunción muscular esquelética debida a varios factores:

- 1 Existencia de una miopatía propia de esta afección: alteraciones estructurales con atrofia de la fibra muscular y predominio de fibras tipo IIb/x (menos resistentes a la fatiga), disminución del número de capilares por área y fibra muscular, disminución de la actividad de enzimas oxidativas y de la capacidad oxidativa del músculo, menor síntesis proteica y apoptosis muscular excesiva.
- 2 Epifenómeno de factores potencialmente concurrentes: *desentrenamiento*, principal factor, debido a la intolerancia al ejercicio que ocasiona mayor inactividad física, sedentarismo, que lleva a un importante desacondicionamiento físico con atrofia de la musculatura periférica y debilidad; *hipoxia tisular* con disminución del transporte de O₂ a los músculos con alteración en la actividad mitocondrial y disminución de la síntesis proteica, con la consiguiente atrofia y debilidad; *inflamación sistémica* comprobada por el aumento de citocinas proinflamatorias (factor de necrosis tumoral alfa, interleuquina 6 y 8) y células inflamatorias (neutrófilos y linfocitos) circulantes activadas, que actúan aumentando la proteólisis muscular con atrofia muscular; *otros* como desnutrición, estrés oxidativo, fármacos, alteraciones electrolíticas y susceptibilidad genética también influyen en esa disfunción muscular.

Probablemente el principal factor desencadenante sea el desacondicionamiento que da lugar a atrofia de la musculatura con alteraciones intrínsecas específicas en esta enfermedad (miopatía).

9. VALORACIÓN DE LOS MÚSCULOS PERIFÉRICOS:

La fuerza muscular o máxima capacidad contráctil generada por un músculo en un momento determinado puede ser medida de varias formas:

- 1 Escala de fuerza muscular del Medical Research Council (valora del 0 al 5 según la contracción del músculo y la posibilidad de aplicar resistencia): es una escala subjetiva, pero fácil y rápida de aplicar, aunque poco sensible por encima del grado 3. Su aplicación clínica se basa, sobre todo, en apreciar la

diferencia entre los músculos afectados y sus simétricos. Es la más utilizada en la práctica clínica.

- 2 El uso de cargas (1-RM o resistencia máxima capaz de producir contracción por un músculo en un momento determinado): permite valorar la fuerza isotónica. Es más objetivo y más útil para evaluar los resultados de un paciente a lo largo del tiempo.
- 3 Dinamómetro isométrico: aparato que mide la fuerza isométrica de un músculo determinado. Puede ser mecánico o eléctrico.
- 4 Dinamómetro isocinético: mide la fuerza isotónica máxima en un amplio rango de posiciones articulares a una velocidad constante. Son aparatos complejos y muy caros.

La resistencia es la capacidad del músculo para contraerse durante un cierto tiempo sin perder rendimiento mecánico, es decir, sin fatigarse. Consiste en hacer que el músculo se contraiga teniendo que vencer una carga. Se puede medir:

- 1 el tiempo que es capaz de mantener el músculo contráctil a una misma carga: en el caso de ejercicio isométrico
- 2 el número de repeticiones que realiza un músculo con una carga determinada en un tiempo determinado: contracciones isotónicas de la extremidad superior o inferior con o sin carga, durante 30 segundos. Es fácil de aplicar y se ha demostrado mejoría tras un programa de entrenamiento de resistencia específico.

10. TIPOS DE ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA PERIFÉRICA

Para el fortalecimiento de las extremidades, existen diferentes tipos de programa de entrenamiento:

- 1 Entrenamiento de resistencia: cuando se entrena grandes grupos musculares a baja carga durante tiempos prolongados o numerosas repeticiones. Se engloba dentro de este grupo el *ejercicio aeróbico* (caminar, bicicleta....) o ejercicio con amplios movimientos de las extremidades y respiración libre, que se detallará en otro tema y *ejercicios con pesas* comenzando con pequeñas intensidades aumentando progresivamente, con numerosas repeticiones. Son ejercicios isotónicos de grandes grupos musculares de los miembros superiores (cintura escápulo-humeral y braquial) y de cuádriceps, en los miembros inferiores. Se comienza con medio Kg y hasta 1-2 kg en los miembros superiores y 2-4 kg. en miembros inferiores, según el nivel de tolerancia. Se ha demostrado que este

tipo de ejercicios, sobre todo en los miembros superiores, ayuda a mejorar la resistencia de dichas extremidades y la calidad de vida, posibilitando la realización de las AVD con menor disnea. Es importante coordinar el ejercicio con la respiración. Se debe hacer una evaluación previa del aparato locomotor, sobre todo de la cintura escapulo-humeral.

- 2 Entrenamiento de fuerza: cuando se realiza contracción de un músculo a grandes cargas y por tiempos cortos. Suelen ser anaeróbicos. Se consigue mayor aumento de masa muscular pero los beneficios en cuanto a capacidad de ejercicio, disnea y calidad de vida no difieren de los obtenidos con el de resistencia. Se realizan ejercicios isométricos de músculos concretos tanto de miembros superiores como inferiores, comenzado con cargas altas (60-80% de 1-RM) manteniendo la contracción durante unos segundos y con pocas repeticiones. Generalmente se utilizan aparatos con pesas adaptados para los miembros superiores o inferiores. Este entrenamiento se ha usado poco por miedo a la tolerancia o complicaciones en estos pacientes, pero últimamente se ha comprobado que es una alternativa válida y con buena tolerancia, siempre que exista una supervisión adecuada.
- 3 Entrenamiento mixto: incluye ejercicios de resistencia y fuerza anteriormente descritos. Son igualmente válidos, con buena tolerancia y cumplimiento. Está más indicado en pacientes con mayor pérdida de masa muscular y debilidad.
- 4 Entrenamiento pasivo: mediante la estimulación neuromuscular, sobre todo del músculo cuádriceps. Se aplica en pacientes muy afectados y en situación de gran limitación funcional. Se consigue una mejora de la función muscular, de la capacidad de ejercicio y del componente disnea en el cuestionario de calidad de vida (CRQ).

11. EVIDENCIA CIENTÍFICA.

En general, todos los pacientes con EPOC se benefician de programas de entrenamiento físico, mejorando la tolerancia al ejercicio y los síntomas de disnea y fatiga (evidencia A). Esto hace referencia a un programa de entrenamiento de miembros inferiores, generalmente de resistencia, aeróbico, con una duración de 4 semanas.

Cuando se especifica dentro de los contenidos del programa, encontramos que:

Tanto los ejercicios de reeducación respiratoria como las técnicas de relajación y terapia ocupacional carecen de efectos adversos, pero no se dispone de suficiente evidencia

científica, por falta de estudios controlados. Para la Iniciativa GOLD, tienen un nivel de evidencia C, es decir, evidencia leve obtenida de estudios observacionales, ya que mejora el intercambio gaseoso y ayudan al control de la disnea con mejoría en la calidad de vida, pero no ha sido analizado en ensayos clínicos aleatorizados.

El entrenamiento muscular periférico, sobre todo de los brazos, tiene un nivel de evidencia B, ya que no en todos los ensayos clínicos publicados incluían esta terapia, pero sólo demuestra que mejora la fuerza en los brazos, no evidencian mejoría en la calidad de vida o en la tolerancia al ejercicio.

Para Lacasse, en la última revisión Cochrane (2005) hay argumentos sólidos de que la rehabilitación respiratoria es beneficiosa para mejorar la calidad de vida. Se piensa que no hay necesidad de realizar algún ensayo controlado aleatorio adicional que compare la rehabilitación respiratoria y la atención comunitaria habitual en la EPOC. Sin embargo, *aún está poco claro qué componentes de la rehabilitación pulmonar son esenciales, su duración ideal, el grado necesario de supervisión y la intensidad del entrenamiento y por cuánto tiempo persiste el efecto del tratamiento.* Estos temas requieren ser aclarados mediante ensayos controlados aleatorios.

EPOC. Entrenamiento de los músculos respiratorios.

Dr. Eulogio Pleguezuelos Cobos.

FEA Medicina Física y Rehabilitación. Universitat Pompeu Fabra. Barcelona. Hospital de Mataró. Mataró (Barcelona)

1. En la EPOC se producen unas alteraciones de la musculatura periférica y respiratoria
2. Existe una pérdida de fuerza de la musculatura inspiratoria. La etiología de la pérdida de fuerza es multifactorial.
3. En el diafragma del paciente EPOC existe un proceso de adaptación con un incremento de las fibras tipo I.

4. Existe una pérdida de proteínas contráctiles en el diafragma de los pacientes con EPOC.
5. El esternocleidomastoideo es un músculo que trabaja en situación basal en pacientes con EPOC. En cambio, en pacientes sanos tan sólo trabaja cuando existe una alta demanda ventilatoria.
6. Existe mucha controversia con la eficacia del tratamiento de la musculatura inspiratoria en los pacientes EPOC.
7. Antes de iniciar un programa de rehabilitación debemos valorar y explorar la musculatura inspiratoria y la accesoria.
8. Debemos obtener un PIM (presión inspiratoria máxima) antes de iniciar cualquier tipo de entrenamiento de la musculatura inspiratoria.
9. En la última revisión (noviembre 2005), se aconseja la realización de entrenamiento de la musculatura inspiratoria.
10. Existe evidencia científica que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria se relaciona con un descenso de la sensación subjetiva de disnea en pacientes con EPOC

EPOC. Entrenamiento aeróbico.

Dr. Guillermo Miranda Calderín.

Médico Rehabilitador.

Hospital Universitario Insular de Gran Canaria

Unidad de Rehabilitación Cardio Respiratorio

1.-El entrenamiento de la musculatura respiratoria y de la periférica, tanto de los miembros superiores como inferiores son parte esencial del tratamiento del paciente EPOC.

¿Por qué hay que entrenar a un paciente con EPOC? Básicamente porque tienen una capacidad de esfuerzo limitada, que se traduce en la disnea (sensación subjetiva de falta de aire) y en el malestar en las extremidades, que siente el paciente.

2.- Factores limitantes en la capacidad de esfuerzo:

- Reducción de la capacidad ventilatoria.
- Limitación cardiovascular y de transporte e intercambio de gases.
- Limitación muscular periférica: la sensación de malestar en las extremidades inferiores representa un importante factor limitante para la realización de esfuerzo, mayor que la propia sensación de disnea.

3.- ¿Existe debilidad de la musculatura periférica de los EPOC?

Hamilton et alⁱ analizaron en una prueba de esfuerzo incremental a 4617 sujetos (785 con enfermedad pulmonar) y observaron que los pacientes con problemas respiratorios presentaban una disminución de la fuerza muscular respiratoria y periférica en comparación con los controles.

Para Gosselink et alⁱⁱ la fuerza del cuádriceps y la Presión inspiratoria máxima (PIM) eran los principales determinantes del resultado del test de marcha de los 6 minutos.(TM6).

Los pacientes tras un ingreso por reagudización sufren una atrofia muscular por inactividad y aquellos tratados con Corticoides una Miopatía esteroidea. La pérdida de fuerza del cuádriceps es proporcionalmente mayor que la del pectoral mayor y la del dorsal ancho.

La desnutrición también se ha invocado como otro factor que influye en la debilidad.

Desde el punto de vista bioquímico se ha encontrado una alteración en la capacidad oxidativa celular, una activación temprana de la glucólisis anaerobia, con producción exagerada de ácido láctico y una disminución de la actividad mitocondrial en los pacientes con EPOC. Existe una mayor proporción de fibras musculares tipo II en estos pacientes.

4.- Distintas estrategias de entrenamiento: ¿fuerza o resistencia?

Como es bien conocido en el mundo del deporte existen distintas estrategias de entrenamiento, dependiendo del objetivo del mismo:

- Potenciar la resistencia (**endurance**) mediante entrenamiento con cargas relativamente bajas y trabajando con esquemas de tiempos largos o con muchas repeticiones. El ejemplo sería un atleta de fondo. Se suele trabajar con diferentes grupos musculares.
- Potenciar la fuerza eligiendo masas musculares concretas, trabajando con cargas altas (80% de la carga máxima o superiores) y durante periodos de tiempo cortos o con pocas repeticiones.

En los pacientes con EPOC clásicamente se han realizado entrenamientos de resistencia, con cargas bajas de trabajo, asumiendo que queremos mejorar las actividades de la vida diaria, que generalmente requieren esfuerzos poco intensos o moderados. Sin embargo, en los últimos años se han introducido programas mixtos (fuerza y resistencia) o solo de fuerza con buenos resultados en cuanto a tolerancia.

5.- Entrenamiento de los miembros superiores.

La mayoría de nuestros conocimientos se basan en el estudio de los músculos de las extremidades inferiores. Los músculos de los brazos y de la parte superior del tórax tienen una función respiratoria y postural. El ejercicio de los brazos disminuye su capacidad para participar en la ventilación. Los datos no son concluyentes en cuanto si el entrenamiento de los brazos mejora los músculos respiratorios. Parece que los ejercicios contra la gravedad sin la utilización de otros dispositivos (pesas, manivelas) son más útiles y fáciles de realizar, produciendo un menor consumo de oxígeno.

6.- Entrenamiento de los miembros inferiores.

El entrenamiento aeróbico de los miembros inferiores en pacientes con EPOC mejora la resistencia al ejercicio, mejora la sensación de disnea y la calidad de vida. Por lo tanto debe formar parte de todos los programas de rehabilitación respiratoria.

El mecanismo por el cual el ejercicio mejora la resistencia, permanece incierto. Dos hipótesis parecen factibles:

a.- Desensibilización de la disnea.

b.- Verdadero efecto entrenamiento, con una mejor adaptación de la musculatura esquelética al esfuerzo. Se producen un aumento de la actividad de las enzimas oxidativas, una reducción en la producción de ácido láctico. Estos hallazgos son proporcionales a la intensidad del ejercicio, a mayor ejercicio aumenta la mejoría. Incluso pacientes con EPOC severo y mala adaptación al esfuerzo pueden participar en programa de ejercicios.

Quedan por definir bien la duración de los programas, frecuencia de las sesiones de ejercicio e intensidad de los mismos. Los últimos trabajos avalan la idea que a mayor intensidad de los ejercicios mayores cambios fisiológicos.ⁱⁱⁱ

7.- Entrenamiento de resistencia.

Este tipo de entrenamiento ha sido y es el más ampliamente utilizado. Varios metaanálisis han avalado su utilidad, mejorando aspectos de la calidad de vida, de la capacidad funcional (TM6) y de la capacidad máxima de esfuerzo.^{iv v}

- Según criterios de la Medicina basada en la evidencia (MBE)^{vi}:

- Evidencia A: Mejoría de la disnea y de la tolerancia al ejercicio tras el entrenamiento de los miembros inferiores.
- Evidencia B: Mejoría en la calidad de vida. El entrenamiento de los miembros superiores también tiene esta categoría.
- También se han obtenido mejoría en:
 - La fuerza del cuádriceps.
 - Estado psicológico.
 - Disnea, mediante un mecanismo de desensibilización.
 - Disminución de la ventilación para un esfuerzo determinado.
 - Cambios en la proporción de fibras IIa a IIb.
 - Mejoría en la función de la musculatura inspiratoria.

8.-Entrenamiento de fuerza.

Clásicamente poco utilizados en el EPOC. Los pacientes con EPOC tienen una debilidad de la musculatura periférica que contribuye a sus síntomas (disnea) y a su limitación al esfuerzo. Parece lógico pensar que se precisan entrenamientos de fuerza dirigidos a aumentar la masa muscular y la fuerza.

Walter Frontera^{vii} obtuvo buenos resultados en sujetos sanos con el siguiente esquema:

- 3 días por semana.
- 12 semanas.
- Pesas al 80% de la fuerza máxima, 3 series de 8 repeticiones cada una.
- Obtuvo mejoría en el consumo de oxígeno (VO_{2max}), capacidad funcional con excelente tolerancia.

Simpson et al^{viii} realizaron un entrenamiento de fuerza con el siguiente esquema:

- 3 días por semana.
- 8 semanas.

- Estación de gimnasia: flexión de brazos, extensión bilateral de rodillas, “presión de piernas “. 3 series de 10 repeticiones, variando su resistencia máxima progresivamente de 50-85% .
- En este programa se obtuvo una buena tolerancia, los pacientes presentaban menos disnea, se obtuvieron mejoría en la resistencia y en la calidad de vida. No varió la prueba de marcha.

En conclusión parece que estos programas son bien tolerados por el paciente y producen menos disnea..

9.- Entrenamientos combinados.

Consisten en mezclar los dos tipos de entrenamiento arriba diseñados. Los pacientes caminarán o pedalearán en una bicicleta durante menos tiempo (20-30 minutos) y además completarán los 45 mtos.-1 hora de la sesión de fisioterapia con ejercicios con pesas o en una estación de multigimnasia.

Bernard^{ix} comparó dos grupos de pacientes con EPOC. Uno entrenaba con bicicleta y el otro con bicicleta más ejercicios de resistencia: Extensión bilateral de rodillas. Presa de piernas (Glúteos). Flexión bilateral de brazos con aducción de hombros (dorsal ancho). Presa sentada para el pectoral mayor. En el grupo combinado obtuvo un aumento de la fuerza y de la masa muscular mayor que en el grupo de resistencia. Ambos grupos mejoraron la calidad de vida y el test de marcha

Berry M^x aconseja este entrenamiento para cualquier estadio del EPOC, haciendo especial énfasis en entrenar a los pacientes EPOC leves , que generalmente nadie entrena. Obtuvo mejoría en el test de marcha, en la calidad de vida (disnea y fatiga) en todos los grupos de EPOC estratificados según la gravedad del mismo. Utilizó el siguiente programa de ejercicios:

- 3 veces/semana durante una hora.
- 30 minutos de marcha, a una intensidad de 3-4 de la Escala de Borg (moderado-algo fuerte), que es una escala de percepción subjetiva de disnea y de dolor en las extremidades.
- Ejercicios resistidos de miembros superiores con pesas, con dos series de 8 repeticiones, con flexión de antebrazos (bíceps) extensión (tríceps), y flexión, extensión y abducción del hombro.

9.- Entrenamiento interválico (EI) versus continuo.^{xi}

Los pacientes pueden realizar un entrenamiento en bicicleta de manera continua, sin modificar la resistencia ni la velocidad de pedaleo, como en la mayoría de programas de rehabilitación cardíaca, o bien realizar un entrenamiento interválico en donde la intensidad del ejercicio va variando, con periodos muy intensos de breve duración, seguidos de periodos de descanso. Se dibuja una gráfica en forma de almenas o de sierra. Muchos autores creen que el EI induce mayores efectos de entrenamiento.

El entrenamiento de alta intensidad de manera continua (80% peak work) (PW)^{xii} ha demostrado que es difícil que sea realizado por pacientes EPOC moderados o graves, a pesar de obtenerse buenos resultados funcionales y de mejora de la calidad de vida. Una alternativa para continuar con los ejercicios de alta intensidad es la de realizar los mismos, pero de manera interválica, es decir con picos de intensidad (generalmente >80% PW, que previamente se habrá calculado), seguidos de periodos de menor intensidad de pedaleo (denominados bases), que sirven para que el paciente se recupere antes de iniciar el siguiente pico.

Para estos programas interválicos se precisa el cálculo del PW que se define como el más alto nivel de esfuerzo que el paciente es capaz de mantener en la bicicleta durante 30 segundos, con un pedaleo mayor de 50 revoluciones por segundo.

Un tipo de entrenamiento interválico es el denominado SWEET Training^{xiii}:

- Programa de 45 minutos de entrenamiento interválico.
- Las bases son de 4 minutos (total 36 minutos) y es un ejercicio aerobio submáximo.
- Los picos son de 1 minuto (total 9 minutos), en anaerobiosis alcanzando la potencia máxima mantenida.

Los programas de ejercicio deben durar al menos 8-10 semanas en sesiones de entre 3-5 veces a la semana, de entre 45 mts. y una hora.

10.- CONCLUSIONES:

En una revisión reciente (Up To Date 2005) el Dr. Bartolomé Celli concluye:

- El entrenamiento aeróbico de los miembros inferiores en pacientes con EPOC mejora la resistencia al ejercicio, mejora la sensación de disnea y la calidad de vida. Por lo tanto debe formar parte de todos los programas de rehabilitación respiratoria.
- La efectividad y el rol del entrenamiento de los miembros superiores y de los músculos respiratorios requieren más estudios. El entrenamiento de los brazos parece tener utilidad en aquellos pacientes que tengan síntomas en los brazos cuando realizan sus actividades de la vida diaria.

Parece claro pues que nuestros EPOC deben caminar o pedalear, hacer ejercicios con los miembros superiores con pesas o sin ellas y en algunos casos trabajar específicamente la musculatura respiratoria. Los programas pueden ser sencillos con poca supervisión (incluso domiciliarios) hasta programas hospitalarios con ergometrías previas y realización de ejercicio con un nivel de exigencia de entre el 60-85% de la VO₂ o de la frecuencia máxima alcanzada en la ergometría. El ejercicio podrá ser continuo o interválico, dependiendo de nuestra formación y habilidades. Hemos de adaptarnos al medio en el que trabajemos.

ⁱ Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NI. Muscle strength symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardio respiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152:2021-2031

ⁱⁱ Gosselink R, Trooster T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000 Nov-Dec; 20(6):353-60.

ⁱⁱⁱ O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J, Peripheral Muscle Strength Training in COPD: A systematic Review. *Chest* 2004;126:903

^{iv} Lacasse Y, Wong E, Guyatt GH, King D, Cook DJ, Goldstein RS. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* 1996;348:115-119

^v Cambach W, Wagenaar RC, Koelman TW, Van Keimpema AR, Kemper HC. The long-term effects of pulmonary rehabilitation in patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease: a research synthesis. Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 1:103-111

^{vi} American Collage of Chest physicians, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation Guidelines panel. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR evidence based guidelines. *Chest* 1997;112:1363-1393

^{vii} Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG et al. Strength conditioning in older men /skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64:1038-1044

^{viii} Simpson K, Killian KJ, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992;47:70-75

^{ix} Bernard S, Whitton F, LeBlanc P, Job J, Belleau R et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:896-901

^x Berry MJ, JacW, Norman E, Zaccaro D. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;10:1429-1253.

-
- ^{xi} Vogiatzois I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Resopir J* 2002;20:12-19
- ^{xii} Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S et al. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with chronic obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:9-18
- ^{xiii} Gimenez M, Servera E, Salinas W. Square Wave Endurance Exercise Test (SWEET) for training and assessment in trained and untrained subjects. I Descriptions and cardiorespiratory responses. *Eur J Appl Physiol* 1982;49:359-68