

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y EDUCACIÓN  
INSTITUTO DE LITERATURA Y CIENCIAS DEL LENGUAJE  
CARRERA DE TRADUCCIÓN INGLÉS-ESPAÑOL



**DOCUMENTOS DE LA SOCIEDAD AMERICANA DEL TÓRAX  
DECLARACIÓN DE LA SOCIEDAD AMERICANA DEL TÓRAX (ATS, POR SUS  
SIGLAS EN INGLÉS) Y LA SOCIEDAD RESPIRATORIA EUROPEA (ERS, POR SUS  
SIGLAS EN INGLÉS) SOBRE LA REHABILITACIÓN PULMONAR**

Traducción del Documento “American Thoracic Society Documents  
American Thoracic Society/European Respiratory  
Society Statement on Pulmonary Rehabilitation.” (2005)

Proyecto de titulación para optar al Grado Académico de Licenciado en Lengua Inglesa y al título de Traductor  
Inglés-Español

Alumnos: Michael Bishop Narbona  
Francisca Riquelme Ponce

Profesores Guía: Daniela Ávila  
Jorge Fernández

Julio 2015



## Agradecimientos

---

Agradezco a mi familia, en especial a mi madre Mónica y a mi esposo Francisco, quienes durante todos estos años de estudio me han brindado su amor y su apoyo constante e incondicional, sobre todo en momentos de decline y cansancio, cuando dude de mis capacidades, ellos no lo hicieron ni por un solo momento, sin ellos hoy no estaría en estas circunstancias, terminando un ciclo e iniciando una hermosa familia con la pronta llegada de nuestra hija Sofia. A todos mis profesores, quienes a lo largo de este camino nos han guiado para convertirnos en buenos profesionales, también darle las gracias a mi compañero de tesis, por su comprensión y apoyo.

Francisca Riquelme Ponce

---

---

Quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible, ya sea gracias a su apoyo económico o emocional, que pudiera ingresar a esta carrera y terminarla. Fueron siete años en los que, a pesar de caer muchas veces y perder la inspiración, logré levantarme una y otra vez con las fuerzas suficientes para continuar y llevar este proceso a un buen puerto. He aprendido lecciones y adquirido mucho conocimiento, pero por sobre todo he crecido como persona durante todo este trayecto. Por supuesto, agradezco a mi padre y madre por su apoyo incondicional y ayuda económica. Lo mismo puedo decir de mis abuelos que siempre estuvieron de mi lado. Al cuerpo docente de la carrera por ser tan paciente y tener tan buena disposición para enseñar. A mis amigos por los ánimos dados tantas veces que los necesité y, especialmente en estos últimos tres años, a Benjamín, mi pareja, quien fue esencial en esta última fase de la carrera y me instó fuertemente a terminar lo comenzado. Gracias a todos por su cariño, comprensión y consideración.

Michael Bishop Narbona

---

## Tabla de Contenido

I. Introducción.....	5
II. Encargo de Traducción.....	7
III. Traducción .....	8
Sección 1: Introducción y Definición.....	8
Sección 2: Desempeño del Ejercicio: Introducción a las Limitaciones e Intervenciones .....	9
Introducción .....	9
Factores que Contribuyen a la Intolerancia al Ejercicio en la Enfermedad Respiratoria Crónica .....	10
Ejercicio de Entrenamiento para Mejorar el Desempeño del Ejercicio .....	12
Consideraciones Especiales para el Ejercicio de Entrenamiento en Pacientes sin EPOC .....	13
Estrategias Adicionales para Mejorar el Desempeño del Ejercicio .....	14
Sección 3: Composición Corporal: Anomalías e Intervenciones.....	15
El Alcance de las Anomalías en la Composición Corporal del Paciente con Enfermedad Pulmonar Crónica..	15
Intervenciones para Tratar las Anomalías en la Composición Corporal.....	16
Consideraciones Especiales sobre la Obesidad.....	17
Sección 4: Educación de Autocuidado.....	17
Introducción .....	17
Desarrollo del Curriculum .....	18
Beneficios de la Educación de Autocuidado.....	19
Adherencia a las Intervenciones Terapéuticas y Traspaso de Educación y Ejercicio al Hogar .....	19
Sección 5: Consideraciones Sociales y Psicológicas .....	20
Introducción .....	20
Evaluación e Intervención.....	20
Sección 6: Evaluación de Resultados Centrados en el Paciente .....	21
Introducción .....	21
Evaluación de Síntomas .....	22
Evaluación de Desempeño .....	22
Capacidad para hacer Ejercicios .....	23
Mediciones de la Calidad de Vida .....	23
Resultados en Insuficiencia Respiratoria Crónica.....	23
Sección 7: Organización del Programa .....	24
Introducción .....	24
Evaluación y Selección del Paciente.....	24
Marco del Programa.....	25
Estructura del Programa y Personal .....	25
Auditoría del Programa y Control de Calidad.....	25
Estrategias a Largo Plazo .....	25
Sección 8: Uso de Asistencia Médica .....	26
Sección 9: Conclusiones y Orientación para el Futuro .....	26
IV. Notas de Traducción .....	37
V. Glosario.....	38
VI. Análisis de Problemas de Traducción.....	41
VII. Conclusión.....	62
VIII. Anexos / Texto Fuente .....	63
IX. Bibliografía.....	88

## I. Introducción

“Cada una de las soluciones por las que opta el traductor en el momento de traducir un texto responde a una opción global que recorre todo el texto (el método traductor) y que se rige por la finalidad de la traducción.”

Hurtado A. (2013) Traducción y traductología: Introducción a la Traductología (pp. 266). Madrid: Cátedra.

El presente proyecto de título cuenta, primeramente, con una sección práctica en la que se expone una traducción del texto “*American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation*” proveniente de los Documentos de la Sociedad Americana del Tórax. Luego de la traducción y todos sus anexos (encargo de traducción y glosario entre otros) comienza una sección teórica, la que también presenta un componente práctico, en donde se deben buscar y analizar problemas de traducción a la vez que se utilizan técnicas para traducirlos apropiadamente.

Hemos optado por basarnos en la teoría de Nord con respecto a la revisión de los problemas de traducción y a la traducción en general del texto y en la propuesta de Hurtado sobre la utilización de técnicas para resolver tales problemas. Nord aclara en su planteamiento que los problemas de traducción son objetivos y que son distintos a las dificultades en la traducción, ya que estas son subjetivas. Por su parte Hurtado propone una serie de 18 técnicas que podemos usar como herramientas para solucionar dichos problemas. Hemos utilizado ambos enfoques en diferentes ámbitos de este trabajo puesto que creemos que la apreciación de Nord funciona más en la sección teórica y la de Hurtado en la resolución práctica de los problemas.

Debido a que se trata de un texto de divulgación científica, la persona que realiza el encargo de traducción espera obtener un texto meta que mantenga el mismo propósito que en inglés, es decir que preserve su noción científica y terminología adecuada para el área y que la traducción sea un equivalente correcto y de alto grado de especialidad. El proceso de traducción ha sido basado en la teoría del Escopo (Skopostheory), la cual tiene un enfoque principalmente funcional de la traducción, poniendo en primer lugar el propósito a alcanzar del texto meta. En este caso, los receptores son especialistas (profesionales del área de salud, científicos), la traducción se debe realizar de acuerdo a la norma de español latino (el texto será usado en Chile) y la función es la que ya ha sido mencionada previamente y es la entregada por quien hace el encargo.

A modo de ejemplo de lo que analizaremos en este proyecto, se puede observar el siguiente extracto obtenido del texto en cuestión y el cual tradujimos utilizando la teoría del Escopo y luego resolvimos mediante las técnicas de traducción que presenta Hurtado.

## Texto Fuente

Obstructive sleep apnea and nocturnal alveolar hypoventilation are also extremely common in obese persons, and can result in pulmonary hypertension and cor pulmonale (197, 202). Obesity is also associated with an increased risk of thromboembolic disease, aspiration, and complications from mechanical ventilation (197). Many morbidly obese individuals eventually develop overt respiratory and/or cardiac failure.

## Texto Meta

La apnea obstructiva del sueño y la hipoventilación alveolar nocturna son también muy comunes en personas obesas y pueden producir hipertensión pulmonar y cor pulmonale (197, 202). La obesidad se asocia además con un riesgo más alto de enfermedad tromboembólica, aspiraciones y complicaciones debido a la ventilación mecánica (197). Muchos individuos con obesidad mórbida con el tiempo desarrollan una evidente insuficiencia respiratoria o cardíaca.

En esta comparación entre un extracto del texto fuente y el texto meta se logra apreciar que el lenguaje y la terminología empleada en inglés quedan plasmados también en el español. Por ejemplo, el término thromboembolic disease se traduce como enfermedad tromboembólica, término de alto nivel especializado. Lo mismo sucede con aspiration (aspiración) y cor pulmonale. De aquella forma, lo importante es la funcionalidad de la traducción de la que habla Nord ya que esta será utilizada solo por especialistas legos o estudiantes semi-legos y en un ámbito formal. Por otro lado, para solucionar el problema que presenta el término cor pulmonale usamos la propuesta de clasificación de técnicas de Hurtado y decidimos mantener el mismo término en español ya que este proviene del latín y se utiliza también en nuestra lengua.

Finalmente, para llevar a cabo este proyecto nos basamos a grandes rasgos en todo lo que se nos ha enseñado durante estos años en la carrera de Traducción Inglés-Español. Es de esta manera que ponemos en práctica nuestras habilidades como traductores y además seguimos indagando en el campo de la traductología, situación que nos hace continuar un aprendizaje constante en aras de convertirnos en profesionales y también nos insta a proseguir en un escrutinio de técnicas y teorías para mejorar nuestra calidad de traducción.

## II. Encargo de Traducción

### 1. Información del Cliente

Nombre	Juana Pavié Gallegos
Dirección	San Martin #502, Quillota
Teléfono	+56332316393
Correo electrónico	cenresin@gmail.com

### 2. Detalles del Trabajo

Título documento fuente	American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation
Autor	Linda Nici, Claudio Donner, Emiel Wouters, Richard Zuwallack, <i>et all</i>
Tipo de Texto	Texto Informativo. Va dirigido a profesionales y estudiantes del área de la salud.
Escopo	Misma función del original
Clase de texto	Texto de Divulgación Científica
Destinatario	Profesionales y estudiantes del área de la salud, específicamente a kinesiólogos y médicos broncopulmonares
Numero de Palabras	15.000
Formato Archivo	.pdf
Mantener Formato	Si
Fecha Entrega	7 de julio de 2015
Formato Entrega	Documento en archivo word

### III. Traducción

# Documentos de la Sociedad Americana del Tórax

## Declaración de la Sociedad Americana del Tórax (ATS, por sus siglas en inglés) y la Sociedad Respiratoria Europea (ERS, por sus siglas en inglés) sobre la Rehabilitación Pulmonar

Linda Nici, Claudio Donner, Emiel Wouters, Richard Zuwallack, Nicolino Ambrosino, Jean Bourbeau, Mauro Carone, Bartolome Celli, Marielle Engelen, Bonnie Fahy, Chris Garvey, Roger Goldstein, Rik Gosselink, Suzanne Lareau, Neil MacIntyre, Francois Maltais, Mike Morgan, Denis O'Donnell, Christian Prefault, Jane Reardon, Carolyn Rochester, Annemie Schols, Sally Singh, and Thierry Troosters en representación del Comité de redacción de la Rehabilitación Pulmonar de la ATS<sup>a</sup> y la ERS<sup>b</sup>

Esta Declaración en Conjunto de la Sociedad Americana del Tórax (ATS) y la Sociedad Respiratoria Europea (ERS) fue adoptada por la Mesa Directiva de la ATS en diciembre de 2005 y por el Comité Ejecutivo de la ERS en noviembre de 2005

#### Sección 1: Introducción y Definición

#### Sección 2: Desempeño del Ejercicio: Introducción a las Limitaciones e Intervenciones

##### Introducción

Factores que Contribuyen a la Intolerancia al Ejercicio en la Enfermedad Respiratoria Crónica  
Ejercicio de entrenamiento para Mejorar el Desempeño del Ejercicio

Consideraciones Especiales para el Ejercicio de Entrenamiento en Pacientes sin EPOC

##### Estrategias Adicionales para Mejorar El Desempeño del Ejercicio

#### Sección 3: Composición Corporal: Anomalías e Intervenciones

El Alcance de las Anomalías en la Composición Corporal de Pacientes con Enfermedad Pulmonar Crónica

Intervenciones para Tratar las Anomalías en la Composición Corporal

Consideraciones Especiales sobre la Obesidad

#### Sección 4: Educación de Autocuidado

##### Introducción

##### Desarrollo de Currículum

##### Beneficios de la Educación de Autocuidado

##### Adherencia a las Intervenciones Terapéuticas y

##### Traspaso de Educación y Ejercicio al Hogar

Esta declaración fue respaldada por la Asociación Americana de Rehabilitación Pulmonar y Cardiovascular, mayo de 2006.

Am J Respir Crit Care Med Vol 173. pp 1390–1413, 2006

DOI: 10.1164/rccm.200508-1211ST

Sitio en Internet : [www.atsjournals.org](http://www.atsjournals.org)

#### Sección 5: Consideraciones Sociales y Psicológicas

##### Introducción

##### Evaluación e Intervención

#### Sección 6: Evaluación de Resultados Centrados en el Paciente

##### Introducción

##### Evaluación de Síntomas

##### Evaluación de Desempeño

##### Capacidad para Hacer Ejercicios

##### Mediciones de la Calidad de Vida

##### Resultados en Insuficiencia Respiratoria Crónica

#### Sección 7: Organización del Programa

##### Introducción

##### Evaluación y Selección del Paciente

##### Marco del Programa

##### Estructura del Programa y Personal

##### Programa de Auditoría y Control de Calidad

##### Estrategias a Largo Plazo

#### Sección 8: Uso de Asistencia Médica

#### Sección 9: Conclusiones y Orientación para el Futuro

### SECCIÓN 1: INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN

Desde las últimas declaraciones sobre la rehabilitación pulmonar entregadas por la Sociedad Americana del Tórax (ATS; 1999) y la Sociedad Respiratoria Europea (ERS; 1997), ha habido numerosos avances científicos en tanto nuestro entendimiento de los efectos sistémicos de la enfermedad respiratoria crónica como en los cambios inducidos por el proceso de rehabilitación pulmonar. La evidencia respalda que la rehabilitación pulmonar en el tratamiento de pacientes con enfermedad respiratoria crónica ha crecido enormemente y esta intervención integral ha demostrado claramente que reduce la disnea, incrementa el desempeño del ejercicio y mejora la calidad de vida relacionada con la salud (HRQL).



por sus siglas en inglés). Asimismo, existe literatura incipiente que está comenzando a revelar la efectividad de esta intervención en cuanto a reducir los costos de la asistencia médica. El sorprendente aumento del interés en el número de pacientes derivados al igual que sus bases científicas derivadas de estudios clínicos bien diseñados que utilizan mediciones de resultados válidas, reproducibles e interpretables. Los avances en nuestro entendimiento de la fisiopatología de las condiciones respiratorias crónicas están ampliando el alcance y la aplicabilidad de la rehabilitación pulmonar.

Los individuos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) aún comprenden la mayor parte de los pacientes derivados por rehabilitación pulmonar. Sin embargo, ha quedado claro que sin importar el tipo de enfermedad respiratoria crónica, los pacientes experimentan una morbilidad substancial debido a discapacidades secundarias tales como disfunción cardíaca, nutricional, psicosocial y del músculo periférico, así como a estrategias de autocuidado que distan de ser las óptimas. Por lo tanto, la rehabilitación pulmonar puede ser valiosa para todos aquellos pacientes en quienes los síntomas respiratorios se asocian con una capacidad funcional disminuida o con una HRQL<sup>c</sup> reducida.

El ritmo de la rehabilitación pulmonar depende del estado clínico de cada paciente y no se debería ver más como un último recurso para pacientes con discapacidad respiratoria grave. En cambio, debería ser una parte integral del manejo clínico de todos los pacientes con enfermedad respiratoria crónica y abordar sus déficits funcionales y/o psicológicos. Educar al paciente es más que simplemente entregarle información didáctica. Involucra una combinación de enseñanza, orientación y técnicas para modificar las conductas, las cuales promuevan las habilidades del autocuidado y la autoeficacia. La educación del paciente debería integrar también orientación sobre el final de la vida como parte de la estrategia global del tratamiento.

Teniendo en cuenta los avances recientes en nuestro entendimiento de la ciencia y del proceso de la rehabilitación pulmonar, la ATS y la ERS han adoptado la siguiente definición: “La rehabilitación pulmonar es una intervención basada en evidencias, multidisciplinaria e integral para pacientes con enfermedades respiratorias crónicas que son sintomáticos y que a menudo han disminuido sus actividades del diario vivir. Al estar integrada al tratamiento individual del paciente, la rehabilitación pulmonar está diseñada para reducir los síntomas, optimizar el estado funcional, aumentar la participación y reducir los costos de asistencia médica mediante la estabilización o la reversión de manifestaciones sistémicas de la enfermedad”. Los programas de rehabilitación pulmonar incluyen evaluación del paciente, rutina de ejercicios, educación, intervención nutricional y apoyo psicosocial. En un sentido más amplio, la rehabilitación pulmonar incluye un espectro de estrategias de intervención integradas en el cuidado de por vida de los pacientes con enfermedad respiratoria crónica e involucra una colaboración dinámica y activa entre el paciente, su familia y los proveedores de asistencia médica. Estas estrategias abordan tanto las discapacidades primarias como las secundarias asociadas con la enfermedad respiratoria.

Este documento ha sido desarrollado por un comité internacional y ha sido respaldado por ambas, la ATS y la ERS. Sitúa a la rehabilitación pulmonar dentro del concepto de atención integrada. La Organización Mundial de la Salud define atención integrada como “un concepto que conlleva aportes, entrega, manejo

y organización de servicios relacionados con el diagnóstico, el tratamiento, el cuidado, la rehabilitación y la promoción de la salud” (1). La integración de servicios mejora el acceso, la calidad, la satisfacción del usuario y la eficiencia de la atención médica. La rehabilitación pulmonar, como tal, brinda una oportunidad para coordinar el cuidado y enfocarse en el curso clínico completo de la enfermedad de un individuo.

A partir de las declaraciones previas (2, 3), este documento presenta avances científicos recientes en nuestro entendimiento de los efectos multisistémicos de la enfermedad pulmonar crónica y en cómo la rehabilitación pulmonar aborda las limitaciones funcionales consiguientes. Se creó como una declaración integral, usando tanto un enfoque basado en datos sólidos como también los conocimientos clínicos del comité editor. Como tal, se complementa con dos documentos recientes sobre la rehabilitación pulmonar: las directrices basadas en la evidencia del Colegio Americano de Médicos del Tórax y de la Asociación Americana de Rehabilitación Cardiovascular y Pulmonar (AACVPR, por sus siglas en inglés) (4), las cuales clasifican el nivel de la evidencia científica y las Directrices de la AACVPR para los Programas de Rehabilitación Pulmonar (5), las cuales entregan recomendaciones prácticas.

## **SECCIÓN 2: DESEMPEÑO DEL EJERCICIO: LIMITACIONES E INTERVENCIONES**

### **Introducción**

La intolerancia al ejercicio es uno de los principales factores que limitan la participación en actividades del diario vivir en individuos con enfermedad respiratoria crónica. Aunque hay un número cada vez mayor de evidencias que definen los mecanismos de la limitación del ejercicio en todas las enfermedades respiratorias, la mayor parte de la literatura hasta la fecha se ha basado en individuos con EPOC (6). Además, prácticamente todos los ensayos controlados aleatorios de entrenamiento se han hecho en este grupo. La mayoría de la evidencia que se presenta aquí se concentra en pacientes que padecen EPOC, con un debate sobre la limitación del ejercicio y del entrenamiento en otras enfermedades respiratorias crónicas que se incluyen, si es que están disponibles.

Los síntomas cardinales de la enfermedad respiratoria crónica que limitan el ejercicio en la mayoría de los pacientes son la disnea y/o la fatiga, la cual se puede deber a limitaciones ventilatorias, anomalías en el intercambio de gases pulmonares, disfunción del músculo periférico, disfunción cardíaca o cualquier combinación de las anteriores. La ansiedad y la poca motivación se asocian también con la intolerancia al ejercicio. Aunque se acepta comúnmente que la ansiedad y la depresión tienen impacto en la percepción de los síntomas (7, 8) y por consiguiente pueden contribuir a la intolerancia al ejercicio, no se ha podido establecer una asociación directa entre el estado emocional y la tolerancia al ejercicio (9). Se necesita una investigación más profunda para desentrañar la potencial interacción entre los trastornos del estado de ánimo y la limitación para realizar ejercicios.

En la siguiente sección, se analizan los factores fisiológicos que limitan la tolerancia al ejercicio y se habla sobre la intervención más potente para mejorar la tolerancia a este ejercicio de entrenamiento. El hecho de identificar una variable que limite el ejercicio en pacientes con EPOC generalmente es difícil. Muchos

factores pueden contribuir directamente o indirectamente en la tolerancia al ejercicio. Debido a esto, el separar los varios mecanismos que contribuyen a la intolerancia al ejercicio es muchas veces un ejercicio académico de gran magnitud. Por ejemplo, el mal estado físico y la hipoxia contribuyen a que haya un exceso de ventilación, que tiene por resultado una limitación ventilatoria más temprana. Por consecuencia, el ejercicio de entrenamiento y oxigenoterapia podrían retrasar la limitación ventilatoria durante el ejercicio sin alterar la función pulmonar o la capacidad ventilatoria máxima. El analizar los factores limitantes pudiera sacar a la luz problemas antes ocultos relacionados con el ejercicio tales como la hipoxemia, el broncoespasmo, los problemas músculoesqueléticos, las disritmias o la isquemia cardíaca (10).

### Factores que Contribuyen a la Intolerancia al Ejercicio en Pacientes con Enfermedad Respiratoria Crónica

**Limitación ventilatoria.** En los pacientes con EPOC, la ventilación durante el ejercicio es generalmente mayor que la esperada debido a un aumento en la ventilación del espacio muerto, a un impedimento en el intercambio de gases y a un aumento en las demandas ventilatorias relacionadas con el mal estado físico y la disfunción del músculo periférico. Asimismo, la ventilación máxima durante el ejercicio se ve limitada generalmente por restricciones mecánicas impuestas por la fisiopatología pulmonar. Entre estas restricciones destaca el retraso en el vaciado normal de los pulmones durante la espiración provocado por una limitación en el flujo (11, 12), la cual se

**TABLA 1. ANOMALIAS FISIOPATOLÓGICAS DE LA ENFERMEDAD RESPIRATORIA CRÓNICA Y POSIBLES MECANISMOS PARA SU MEJORA LUEGO DEL ENTRENAMIENTO FÍSICO**

	Anormalidad fisiopatológica	Referencia	Cambios con el Ejercicio de Entrenamiento	Referencia
Composición corporal	↓ Área transversal de los músculos de las extremidades inferiores ↓ masa libre de grasa ↓ masa grasa ↓ % grasa - masa libre y =/↑ masa grasa	35	↑ Con entrenamiento de fuerza ↑ masa libre de grasa y masa grasa con rehabilitación y suplementos nutricionales ↑ Masa libre de grasa y ↓ masa grasa con rehabilitación (fuerza + resistencia combinadas Aumenta ↑ masa libre de grasa con testosterona (1) y esteroides anabólicos = Proporción de tipo fibrosas ↑ Áreas de secciones transversales fibrosas	360, 194, 361
Fibra de los músculos de las extremidades inferiores, tamaño	↓ % Fibra tipo I y cadena pesada de miosina (enfermedad avanzada) ↑ % Fibra del tipo IIX ↓ Fibra del área transversal asociada a la atrofia muscular	40, 158, 362-367		362
Capilarización	↓ Contactos capilares en la fibra del área transversal, especialmente en pacientes que desarrollan fatiga durante el ejercicio	45, 362	↑ Contactos capilares proporcionales al incremento en la fibra del área transversal	362
Capacidad muscular metabólica	↓ Capacidad de enzimas oxidativas: citrato sintasa, 3-hidroxiacil-CoA deshidrogenasa, succinato deshidrogenasa, citocromo c oxidasa ↑ Actividad de la citocromo c oxidasa en pacientes hipoxémicos	41, 368, 369	↑ Capacidad de las enzimas oxidativas luego del entrenamiento de resistencia	
Metabolismo en reposo/luego del ejercicio	En reposo: ↓ pH intracelular, ↓ [PCr] y [ATP], ↑ Monofosfato de inosina y lactato; ↓ reservas de glucógeno en pacientes hipoxémicos; ↓ reservas de glucógeno relacionado con los niveles de actividad física; ↓ contenido de proteína de desacoplamiento -3 Ejercicio: rápida disminución del pH intracelular, fosfocreatina/fosfato inorgánico [PCr/Pi] incluso en pacientes con entrega relativamente conservada de oxígeno submáximo	42, 61, 68, 370-373	↓ Acidemia láctica a un ritmo de trabajo determinado. Se normaliza la disminución del pH intracelular y del [PCr/Pi]. Recuperación más rápida del PCr-	63
Estado inflamatorio	↑ Marcadores inflamatorios/apoptóticos pueden darse en el músculo esquelético en subpoblaciones de pacientes desnutridos que padezcan EPOC	374, 375	Sin efectos demostrados o no estudiados	31, 61
Estado redox	Niveles de glutatión normales o moderados se reducen ↑ Estrés oxidativo en el músculo esquelético de pacientes con EPOC luego del ejercicio de cuádriceps	363, 376-378	↑ Glutatión oxidado en contraste a las observaciones en sujetos sanos. Se revierte de forma parcial con terapia antioxidante (N-Acetilcisteína)	379

agrava durante el ejercicio (13), y esta generalmente se observa en pacientes enfisematosos. Esto lleva a una hiperinflación dinámica (14) con el consiguiente aumento en el trabajo respiratorio, el aumento en la carga de los músculos respiratorios (15, 16) y la percepción intensificada de malestar respiratorio.

**Limitaciones en el intercambio de gases.** La hipoxia podría afectar la tolerancia al ejercicio directa o indirectamente. La hipoxia aumenta directamente la ventilación pulmonar mediante el incremento en la producción del quimiorreceptor periférico e indirectamente mediante la estimulación de la producción de ácido láctico. La acidemia láctica contribuye a la falla en el trabajo muscular y aumenta la ventilación pulmonar, ya que el ácido láctico almacenado da por resultado un incremento en la producción de dióxido de carbono (17). La oxigenoterapia suplementaria durante el ejercicio en pacientes con hipoxia e incluso en pacientes sin hipoxia con EPOC permite un entrenamiento de intensidad más elevada, probablemente a través de varios mecanismos, los que incluyen una disminución dependiente de la dosis en hiperinflación dinámica mediante un descenso en la frecuencia respiratoria, una disminución en la presión de la arteria pulmonar y una baja en la producción de ácido láctico (14, 18-22).

**Disfunción cardíaca.** El sistema cardiovascular se ve afectado por la enfermedad pulmonar crónica de diversas maneras, siendo la más importante el incremento en la poscarga ventricular derecha impuesta por un aumento en la resistencia vascular pulmonar derivada de una lesión vascular directa (23, 24), vasoconstricción hipóxica (25), y/o aumento de la resistencia vascular pulmonar efectiva por eritrocitosis (26). A su vez, una sobrecarga del ventrículo derecho lleva a una hipertrofia ventricular derecha, la cual, si es grave o no es tratada, puede derivar en una insuficiencia ventricular derecha (27). Esto también puede comprometer el llenado ventricular izquierdo a través de una desviación del tabique ventricular, lo que reduciría la habilidad del corazón para cumplir con la demanda durante el ejercicio (28). Además, puede traer otras complicaciones como las taquiarritmias derivadas de un miocardio hipertrófico o dilatado. El atrapamiento aéreo y el consecuente incremento en la presión auricular derecha pueden comprometer la función cardíaca durante el ejercicio (29). Bajo estas condiciones, se puede observar una disfunción ventricular izquierda relacionada con el ejercicio, la cual no se detecta en reposo (30). Varios estudios han demostrado beneficios fisiológicos significativos luego de altos niveles de ejercicio de entrenamiento (31-34), pero es difícil determinar la contribución adicional del aumento de la función cardiovascular a la mejora documentada en la función periférica de los músculos. Aun no se determina el rol del ejercicio de entrenamiento en la mejora de la función cardiovascular en pacientes con enfermedad respiratoria crónica.

Por último, la inactividad puede conducir a la pérdida del acondicionamiento cardiovascular, el cual limita la tolerancia al ejercicio. Es importante tener en cuenta que una gran cantidad del incremento visto en la tolerancia al ejercicio luego del ejercicio de entrenamiento, probablemente refleja la mejora de la función cardiovascular.

**Disfunción muscular esquelética.** En la Tabla 1 se describen las posibles anomalías del músculo esquelético en la enfermedad respiratoria crónica. La pérdida de peso y la consiguiente pérdida de la masa muscular periférica se observa en alrededor de un 30% de los

pacientes ambulatorios con EPOC (35).

La disfunción de los músculos periféricos se podría atribuir a la pérdida del acondicionamiento físico inducido por la inactividad, la inflamación sistémica, el estrés oxidativo, las alteraciones de los gases en la sangre, el uso de corticoides y la reducción de la masa muscular (36). Los músculos de los cuádriceps se han estudiado con frecuencia en pacientes con EPOC debido a su accesibilidad y a que es un músculo principal en la deambulación. Sin embargo, la generalización de estos hallazgos en pacientes con una enfermedad menos grave o en otros músculos esqueléticos es poco clara. La fuerza y eficiencia mecánica de los músculos esqueléticos de las extremidades superiores podrían estar mejor preservadas, pero esto es controversial (37-39). Por ejemplo, a diferencia de la situación con los cuádriceps, la actividad de la citrato sintasa (una enzima del ciclo del ácido cítrico) del músculo deltoides es relativamente conservadas en pacientes con EPOC grave (40). Hoy en día, no existen estudios en donde se comparen biopsias musculares de las extremidades superiores e inferiores obtenidas del mismo sujeto con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

La capacidad aeróbica muscular disminuida podría afectar la tolerancia al ejercicio de diferentes maneras. El aumento de acidosis láctica frente a un ritmo de ejercicio determinado es un hallazgo frecuente en pacientes con EPOC (31, 41), lo cual aumenta la demanda ventilatoria (31). Lo anterior impone una carga adicional a los músculos respiratorios que ya están enfrentando un aumento considerable en la impedancia de la respiración. La acidosis muscular prematura, un factor que contribuye al fracaso del trabajo muscular y a la finalización anticipada del ejercicio en sujetos sanos, podría ser un mecanismo importante en la contribución de la intolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC (42). Esto se agrava por la tendencia de retención de CO<sub>2</sub> durante el ejercicio, lo cual aumenta la acidosis. Por lo tanto, mejorar la función de los músculos esqueléticos periféricos es un objetivo principal de los programas de entrenamiento físico.

La fatiga de las piernas también contribuye a la poca tolerancia al ejercicio en la enfermedad respiratoria crónica y en algunos pacientes es el principal síntoma limitante (43, 41). Esto puede estar relacionado con el hecho que las alteraciones de los músculos periféricos descritas en la tabla 1 hacen a estos músculos susceptibles a la fatiga (44). Recientemente, se ha evaluado el impacto de la fatiga de piernas en la respuesta al ejercicio con relación a la broncodilatación aguda en pacientes con EPOC (45). En pacientes que desarrollaron fatiga de piernas durante el ejercicio, el ipratropio no logró incrementar el tiempo de resistencia a pesar del 11% de mejora en el VEF<sub>1</sub>. Este estudio proporciona evidencia indirecta del rol de la disfunción de los músculos periféricos en la intolerancia al ejercicio en algunos pacientes con EPOC.

**Disfunción muscular respiratoria.** El diafragma de los pacientes con EPOC se adapta a la sobrecarga crónica y muestran una mayor resistencia a la fatiga (46, 47). Como resultado, a un idéntico volumen pulmonar absoluto, sus músculos inspiratorios son capaces de generar más fuerza que aquellos en sujetos de control sanos (48, 49). Esto sucede de manera temprana en el curso de la enfermedad, incluso antes de que se vean adaptaciones en el músculo esquelético (50). Sin embargo, a menudo estos pacientes sufren de hiperinflación, colocando a sus músculos respiratorios en una desventaja mecánica. A pesar de estas adaptaciones en el diafragma, la fuerza muscular

inspiratoria (52) y la resistencia muscular inspiratoria (53) se ven comprometidas en la EPOC. Como consecuencia, a menudo se encuentra presente la debilidad respiratoria muscular (51-54), evaluada al medir la presión respiratoria máxima. Esto contribuye a la hipercapnia (55), disnea (56, 57), desaturación de oxígeno durante la noche (58) y la reducción del desempeño del ejercicio. Se ha demostrado que durante el ejercicio los pacientes con EPOC usan una mayor proporción de su presión inspiratoria máxima que los sujetos sanos, probablemente debido, en su mayoría, a un incremento en la carga muscular respiratoria debido a la hiperinflación dinámica (59). Un último factor que pudiera relacionar los músculos respiratorios con la limitación del ejercicio es el incremento de la resistencia vascular sistémica a medida que se incrementa la carga en el diafragma (60). Esto puede derivar en un efecto de “robo sanguíneo” desde los músculos periféricos hacia el diafragma, aunque no existen datos convincentes que confirmen lo anterior.

### **El Ejercicio de Entrenamiento para Mejorar el Desempeño del Ejercicio**

*Introducción:* el ejercicio de entrenamiento, ampliamente considerado como la piedra angular de la rehabilitación pulmonar (73), es el mejor recurso para mejorar la función pulmonar en pacientes que padecen EPOC (61-63) y (probablemente) con otras enfermedades respiratorias crónicas. Se recomienda para aquellos individuos con una enfermedad respiratoria crónica que cuya tolerancia al ejercicio haya disminuido, que sufran disnea inducida por esfuerzo o fatiga y/o que la enfermedad afecte sus actividades diarias. Luego de una exacerbación aguda, los pacientes que sufren EPOC son excelentes candidatos para el ejercicio de entrenamiento (64). Los programas de ejercicio de entrenamiento deben de tener por objetivo las limitaciones individuales del paciente para realizar ejercicio, las que pueden incluir limitaciones ventilatorias, anomalías en el intercambio de gases y disfunción del músculo esquelético o respiratorio. El ejercicio de entrenamiento también puede mejorar la motivación para ejercitarse, reducir el trastorno del estado anímico (65, 66), disminuir los síntomas (67) y mejorar la función cardiovascular. Los pacientes con enfermedad respiratoria crónica grave pueden mantener la intensidad y duración de entrenamiento necesaria para que ocurra la adaptación de los músculos esqueléticos (63, 68). Antes del ejercicio de entrenamiento y durante una evaluación exhaustiva del paciente, los médicos deben establecer un tratamiento médico óptimo, incluyendo una terapia con broncodilatador, oxigenoterapia a largo plazo y un tratamiento para las comorbilidades. Además, esta evaluación puede incluir una prueba de ejercicio cardiopulmonar para evaluar la seguridad del ejercicio, los factores que contribuyen a las limitaciones del ejercicio y la prescripción de ejercicio (69). La tabla 1 resume los efectos del ejercicio de entrenamiento en los diferentes aspectos de la disfunción del músculo esquelético.

Las mejoras en la función del músculo esquelético luego del ejercicio de entrenamiento resultan en progresos en la capacidad para hacer ejercicio a pesar de la ausencia de cambios en la función pulmonar. Además, la mejorada capacidad oxidativa y eficacia de los músculos esqueléticos llevan a una menor ventilación alveolar para un determinado ritmo de trabajo. Esto puede reducir la hiperinsuflación dinámica y así reducir la disnea por esfuerzo.

### **Programas de Ejercicios en Pacientes con EPOC**

**DURACIÓN Y FRECUENCIA DEL PROGRAMA.** La duración mínima del ejercicio de entrenamiento en la rehabilitación pulmonar no se ha investigado exhaustivamente. El entrenamiento de los pacientes ambulatorios con sesiones de dos o tres semanas durante 4 semanas mostró menos beneficios que un entrenamiento similar por 7 semanas (70, 71). Es más, se ha demostrado que en 20 sesiones de rehabilitación pulmonar completas se obtuvieron mayores beneficios en múltiples resultados que en 10 sesiones (72). También se ha demostrado que los programas intensivos de corta duración (20 sesiones condensadas en 3 a 4 semanas) son efectivos (73). Por lo general se cree que los programas más largos tienen efectos de entrenamiento mayores y más durables (74, 76).

Los pacientes deben realizar ejercicios al menos tres veces a la semana y se necesita una adecuada supervisión de estas sesiones para lograr beneficios fisiológicos óptimos (77, 78). Debido a las restricciones de los programas, el ejercicio de entrenamiento supervisado dos veces a la semana y unas o más sesiones no supervisadas en casa puede ser una alternativa aceptable (79), aunque no está claro aún si esto es efectivo. Sesiones supervisadas una vez a la semana al parecer serían insuficientes (80).

**INTENSIDAD DEL EJERCICIO.** A pesar de que los entrenamientos de baja intensidad derivan en una mejora en los síntomas, en la HRQL y en algunos aspectos del desempeño de las actividades del diario vivir (81, 82), a una mayor intensidad (31) ocurren mayores efectos de entrenamiento fisiológico. Por lo general, los programas de entrenamiento deben intentar lograr el máximo efecto fisiológico de entrenamiento (83), pero este enfoque tal vez deba ser modificado debido a la gravedad de la enfermedad, la limitación debido a los síntomas, las comorbilidades y el nivel de motivación. Además, aunque fijar objetivos de alta intensidad sea beneficioso para inducir cambios fisiológicos en pacientes que pueden alcanzar estos niveles, los objetivos de baja intensidad pueden ser más importantes para la adherencia a largo plazo y traer mayores beneficios de salud para una población más amplia.

En sujetos normales, el entrenamiento de alta intensidad se puede definir como aquella intensidad que produce un aumento en los niveles de ácido láctico en la sangre (31). Sin embargo, en la población de pacientes en rehabilitación pulmonar, no existe una definición generalmente aceptada de alta intensidad debido a que existen muchos pacientes limitados por una deficiencia respiratoria antes de lograr este cambio fisiológico. Una intensidad de entrenamiento que exceda el 60% de la capacidad de ejercicio máxima se considera suficiente para obtener algún efecto fisiológico de entrenamiento (84), aunque mayores porcentajes probablemente sean más beneficiosos y a menudo son bien tolerados. En la práctica clínica, la puntuación de los síntomas se puede utilizar para ajustar la carga de entrenamiento (85, 86); estos puntajes se basan en una carga relativa fija y se pueden utilizar durante todo el programa de entrenamiento (87). Un puntaje en la escala de Borg de 4 a 6 para la disnea o fatiga normalmente es un objetivo razonable. Por otro lado, también se ha utilizado la frecuencia cardíaca en el umbral del intercambio de gases o la potencia de salida para fijar la intensidad del entrenamiento (83).

**ESPECIFICIDAD DEL EJERCICIO DE ENTRENAMIENTO.** Los programas de ejercicio de rehabilitación pulmonar por lo general se

enfocaban en el entrenamiento de las extremidades inferiores, utilizando a menudo una trotadora o una bicicleta estática ergométrica. Sin embargo, varias actividades del día a día involucran a las extremidades superiores. Debido a que la mejoría es específica en aquellos músculos que han sido entrenados, también se debería incorporar al programa de entrenamiento el ejercicio de las extremidades superiores (88). Algunos ejemplos de ejercicio de las extremidades superiores incluyen bicicleta para brazos, pesas libres y bandas elásticas. El ejercicio de entrenamiento de las extremidades superiores reduce la disnea durante las actividades de las extremidades superiores y reduce los requerimientos ventilatorios para la elevación de brazos (89, 90).

**ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA.** En la rehabilitación pulmonar, el entrenamiento de resistencia, ya sea este un ejercicio de ciclismo o de caminata, es la modalidad de ejercicio de entrenamiento más utilizada (33, 34, 91, 92). Para que sea óptimo, el enfoque consiste en sesiones de ejercicio relativamente largas a un nivel de intensidad elevada (>60% de la capacidad máxima de trabajo). El tiempo total de ejercicio efectivo debería, idealmente, exceder los 30 minutos (93). Sin embargo, para algunos pacientes puede resultar difícil lograr este tiempo de entrenamiento fijado o la intensidad, incluso bajo supervisión (34). En esta situación, una alternativa razonable sería el entrenamiento a intervalos.

El entrenamiento a intervalos es una modificación del entrenamiento de resistencia en donde la sesión de ejercicios más larga se reemplaza por varias sesiones más cortas separadas por períodos de descanso o de ejercicio de intensidad más baja. El entrenamiento a intervalos da como resultado puntuaciones de los síntomas significativamente más bajas (79) a pesar de que haya altas cargas de entrenamiento absoluto, de este modo se mantienen los efectos del entrenamiento (79, 94, 95).

El entrenamiento de fuerza (o resistencia) también parece ser útil en pacientes con enfermedad respiratoria crónica (96). Este tipo de entrenamiento tiene un mayor potencial de mejorar la masa muscular y la fuerza que el entrenamiento de resistencia (96-100), dos aspectos de la función muscular que mejoran ligeramente con el entrenamiento de resistencia. Las sesiones de entrenamiento por lo general incluyen de dos a cuatro grupos de 6 a 12 repeticiones con una intensidad que va desde 50% a 80% de una repetición como máximo (101). El entrenamiento de fuerza también puede dar como resultado menos disnea durante el período de ejercicio, de este modo hace que esta estrategia sea más fácil de tolerar que el entrenamiento aeróbico (96).

La combinación del entrenamiento de resistencia y de fuerza probablemente sea la mejor estrategia para tratar la disfunción muscular periférica en la enfermedad respiratoria crónica, ya que resulta en una mejora combinada de fuerza muscular y resistencia de todo el cuerpo (62) sin un tiempo de entrenamiento exagerado (99).

#### *Directrices prácticas:*

1. Un mínimo de 20 sesiones por semana para lograr beneficios fisiológicos; también pueden ser aceptable sesiones supervisadas dos veces a la semana más una sesión no supervisada, en el domicilio.
2. El ejercicio de alta intensidad produce beneficios fisiológicos mayores y se debe fomentar; sin embargo, el entrenamiento de baja intensidad también es efectivo en aquellos pacientes que no pueden lograr este nivel de intensidad.

3. El entrenamiento a intervalos puede ser útil en promover altos niveles de ejercicio de entrenamiento en aquellos pacientes más sintomáticos.
4. Se debe utilizar tanto el entrenamiento de las extremidades inferiores como superiores.
5. La combinación del entrenamiento de resistencia y de fuerza por lo general tiene múltiples beneficios y es bien tolerado; el entrenamiento de fuerza se indicaría particularmente para pacientes con una atrofia de músculo significativa

#### **Consideraciones Especiales para el Ejercicio de Entrenamiento en Pacientes sin EPOC**

A la fecha, no existe una directriz basada en evidencia con respecto a la prescripción de ejercicio o una respuesta al ejercicio de entrenamiento para pacientes con trastornos respiratorios distintos a la EPOC. Es por esto que las recomendaciones de rehabilitación pulmonar de estas enfermedades deben recaer en opiniones de expertos basadas en su conocimiento de las fisiopatologías subyacentes y su experiencia clínica. La prescripción del ejercicio y la implementación del programa de entrenamiento se deben basar en la seguridad del paciente al igual que en las necesidades y objetivos de la rehabilitación. Para cada paciente son esenciales las consideraciones de cuidado de los múltiples factores que contribuyen a la limitación para realizar ejercicio. A continuación hay algunas características únicas para la rehabilitación entre pacientes que no padecen de EPOC.

Cuando los pacientes con asma son tratados apropiadamente, a menudo su función ventilatoria no se ve limitada y por lo tanto generalmente pueden lograr beneficios fisiológicos sustanciales de entrenamiento de alta intensidad. Para minimizar los broncoespasmos inducidos por el ejercicio durante el ejercicio de entrenamiento, se indica el uso de broncodilatadores previo al ejercicio y un período adecuado de ejercicios de calentamiento gradual. Las pruebas de ejercicio cardiopulmonar se pueden utilizar para evaluar la broncoconstricción inducida por el ejercicio (102). Los pacientes con fibrosis quística deben ejercitarse en lugares apartados de otros participantes para evitar la contaminación cruzada con patógenos bacterianos que puedan ser resistentes a los antibióticos (103, 104). Además, pacientes y personal deben prestar atención a las técnicas de higiene. Los pacientes deben mantener la ingesta de proteínas y calorías necesarias para cumplir con las demandas metabólicas impuestas por el ejercicio de entrenamiento (105) y deben tomar precauciones para mantener la ingesta necesaria de líquidos y electrolitos (102, 106-108). Se ha demostrado que la rehabilitación pulmonar mejora la capacidad de ejercicio en pacientes con bronquiectasia (109). Para aquellos pacientes con enfermedad pulmonar intersticial avanzada, se debe profundizar en el ritmo y la conservación de energía, porque la disnea puede ser grave y la saturación de oxígeno durante el ejercicio puede ser difícil de corregir con suplementación de oxígeno. La caminata y un ejercicio de bajo impacto realizado en el agua, pueden resultar ideales para aquellos pacientes obesos. Personas con trastornos respiratorios relacionados con enfermedades neuromusculares pueden requerir de un equipo de asistencia adaptable para optimizar el estado funcional. El ejercicio debe ser realizado de una manera en que mantenga la condición muscular mientras evita el exceso de fatiga muscular (110).

Hasta hace poco, la hipertensión pulmonar grave se consideraba como una contraindicación para el ejercicio de entrenamiento. Sin embargo, un programa supervisado de cerca en el que se preste atención a la naturaleza e intensidad del ejercicio puede resultar útil antes que un trasplante o para el tratamiento de las limitaciones funcionales. Por lo general, para esta población no se recomienda el ejercicio de alta intensidad sino que un ejercicio aeróbico de baja intensidad, a un ritmo constante y con técnicas de conservación de la energía. El monitoreo por telemetría se puede indicar para aquellos pacientes con arritmias conocidas. Es importante el cese del ejercicio si el paciente presenta dolor de pecho, mareos o palpitaciones. Las actividades como el levantamiento de pesas, la cual deriva en una presión intratorácica elevada, se deben evitar debido al riesgo de síncope y colapso circulatorio. La presión sanguínea y el pulso se deben monitorear durante el ejercicio y se debe tener cuidado para evitar caídas en aquellos pacientes que toman medicamentos anticoagulantes. Se debe tomar especial precaución para evitar la interrupción de la terapia vasodilatadora endovenosa continua y asegurar la oxigenación adecuada.

### **Estrategias Adicionales para Mejorar el Desempeño del Ejercicio**

#### **Maximizar la función pulmonar antes de comenzar el ejercicio de entrenamiento.**

En pacientes con limitación de flujo de aire, los broncodilatadores pueden reducir la disnea y mejorar la tolerancia al ejercicio (111). Estos beneficios se pueden mediar no solo con la reducción de la resistencia de las vías respiratorias, sino que también mediante la reducción del descanso y la hiperinsuflación dinámica (112-115).

La terapia con broncodilatador puede ser eficaz especialmente en mejorar el desempeño del ejercicio en aquellos pacientes menos limitados por la fatiga muscular (45, 116). Con una broncodilatación óptima, la principal causa de la limitación para hacer ejercicio puede cambiar de disnea a fatiga de piernas, por lo tanto les permite a los pacientes ejercitar sus músculos periféricos en un grado mayor (115). Esto ilustra la sinergia potencial entre los tratamientos farmacológicos y no farmacológicos. Optimizar la broncodilatación dentro del contexto de los programas de rehabilitación pulmonar para la EPOC da como resultado una mejora mayor en el desempeño del ejercicio, probablemente al permitir que los pacientes se ejerciten a intensidades más elevadas (117).

*Directrices prácticas:* a individuos con limitación del flujo de aire, se les debe administrar una terapia de broncodilatación óptima antes del ejercicio de entrenamiento para mejorar el desempeño.

*Oxígeno.* Los pacientes que reciben oxigenoterapia a largo plazo deben continuar con ella durante el ejercicio de entrenamiento, pero puede que necesiten un mayor flujo. Se ha evaluado la suplementación de oxígeno como un adjunto al ejercicio de entrenamiento en dos poblaciones diferentes: aquellos con hipoxemia inducida por el ejercicio y aquellos sin esta condición. En pacientes hipoxémicos, se realizó un ensayo aleatorizado controlado comparando el ejercicio de entrenamiento con suplementación de oxígeno para entrenar con aire ambiente. En un estudio, la suplementación de oxígeno derivó en una mejora significativa en la tolerancia al ejercicio y en la disnea (18). En otros tres, no hubo diferencia significativa entre los grupos en cuanto a la tolerancia del

ejercicio, la disnea o la HRQL (118-120).

En pacientes no hipoxémicos, la suplementación de oxígeno también permitió mayores intensidades de ejercicio y mejoró el desempeño de este en el laboratorio, incluso sin saturación, probablemente mediado a través de una respuesta ventilatoria reducida (19). Hubo una tendencia de una mejora mayor en algunos aspectos de la calidad de vida en pacientes entrenados con oxígeno, aunque el estudio probablemente haya tenido un bajo poder estadístico por este resultado. En otro estudio, la prescripción de suplementación de oxígeno para la hipoxemia leve fuera de la rehabilitación pulmonar no mostró incremento en la tolerancia al ejercicio o en la HRQL (121). Estos estudios brindan información importante, pero no permiten que los médicos pronostiquen la respuesta individual a la oxigenoterapia basados en la desaturación inducida por el ejercicio (122).

*Directrices prácticas:* la suplementación de oxígeno durante la rehabilitación pulmonar, independiente de si ocurre desaturación de oxígeno o no durante el ejercicio, a menudo permite una mayor intensidad de entrenamiento y/o reduce los síntomas en el ámbito de la investigación. Sin embargo, hoy en día, aún no está claro si esto se traduce en una mejoría de los resultados clínicos.

*Ventilación mecánica no invasiva.* La ventilación no invasiva con presión positiva (VNIPP) reduce la falta de aire y aumenta la tolerancia al ejercicio en algunos pacientes que padecen enfermedad respiratoria crónica, lo que sucede probablemente al reducir el nivel de carga sobre los músculos respiratorios (123-129). En pacientes que padecen EPOC y que sufren de falla respiratoria crónica, la ventilación asistida proporcional, una forma innovadora de asistencia ventilatoria no invasiva, hizo posible que la intensidad de entrenamiento sea más elevada, hecho que condujo a una mayor capacidad máxima de ejercicio y demostró una evidente adaptación fisiológica (130-132). En un estudio, la incorporación de VNIPP nocturna domiciliaria en combinación con la rehabilitación pulmonar de pacientes que padecen EPOC grave dio como resultado una tolerancia al ejercicio y una calidad de vida mejoradas, presumiblemente al hacer reposar a los músculos respiratorios durante la noche (133).

*Directrices prácticas:* En determinados pacientes que sufren de enfermedad respiratoria crónica grave y de una respuesta al ejercicio por debajo de la óptima, la VNIPP se puede considerar como una terapia complementaria ya que podría permitir una intensidad mayor de entrenamiento al descargar los músculos respiratorios. Debido a que la VNIPP es una intervención muy difícil y con un trabajo muy intenso, debería ser usada solo en aquellos pacientes que demuestren beneficios a partir de esta terapia. Se necesitan nuevos estudios para definir más a fondo su papel en la rehabilitación pulmonar.

*Entrenamiento muscular respiratorio.* Se ha constatado en algunos estudios que la incorporación del entrenamiento muscular inspiratorio en un entrenamiento con ejercicio estándar en pacientes que tienen una fuerza inicial del músculo respiratorio insuficiente, mejora la capacidad para realizar ejercicio más que el ejercicio de entrenamiento por sí solo (134-138). En pacientes que presentan una menor debilidad del músculo respiratorio, hacen falta pruebas sobre la incorporación del entrenamiento muscular inspiratorio en el ejercicio de entrenamiento regular. Se han informado tres tipos de

entrenamiento muscular inspiratorio: el entrenamiento resistivo inspiratorio (139), la carga umbral (140, 141) y la hiperpnea normocápnica (142-144). En la actualidad, no existe información para respaldar un método por sobre otro.

*Directrices prácticas:* Aunque los datos se encuentran inconclusos, el entrenamiento muscular inspiratorio se podría considerar una terapia complementaria en la rehabilitación pulmonar, especialmente en pacientes de los que se sospecha o se sabe que tienen debilidad muscular.

**Estimulación eléctrica neuromuscular.** La estimulación eléctrica neuromuscular (EENM) supone una estimulación pasiva de contracción de los músculos periféricos para obtener efectos de entrenamiento beneficiosos. Ha sido utilizada en pacientes que sufren de debilidad muscular periférica grave. Aquellos pacientes postrados que han presentado una disfunción muscular periférica reciben ventilación mecánica (145-146). La aplicación de la EENM combinada con la movilización activa de extremidades mejoró considerablemente la fuerza muscular y la capacidad para ejercitar y redujo los días que los pacientes necesitan para ser traspasados de la cama a la silla de ruedas (147). En un estudio, los pacientes que no fueron considerados por los investigadores como buenos candidatos a la rehabilitación pulmonar estándar pudieron participar en la rehabilitación regular después de 6 semanas de EENM (145). Una de las ventajas potenciales de la EENM es que puede aplicarse en el hogar. Se necesitan estudios más amplios para definir más a fondo sus indicaciones y aplicaciones.

*Directrices prácticas:* La EENM puede ser una terapia complementaria para pacientes con enfermedad respiratoria crónica grave que estén postrados o que sufran de alguna debilidad músculo-esquelética extrema.

### **SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN CORPORAL: ANOMALÍAS E INTERVENCIONES**

#### **El Alcance de las Anomalías en la Composición Corporal en Pacientes con Enfermedad Pulmonar Crónica**

Las anomalías en la composición corporal predominan probablemente en toda enfermedad respiratoria avanzada. Sin embargo, gran parte de la literatura a la fecha, se ha enfocado en los individuos que padecen EPOC. Por lo tanto, la mayoría de la información entregada más adelante se relaciona con esta enfermedad. Los individuos que sufren de EPOC moderada a grave se encuentran a menudo con bajo peso, esto incluye hasta un tercio de los pacientes ambulatorios (148,149) y entre 32 a 63% de los que son derivados para rehabilitación pulmonar o de aquellos que participan en ensayos clínicos (150-154). El desgaste muscular relacionado con la EPOC es más común en pacientes con bajo peso, pero no se limita bajo ningún motivo a estos. Como mínimo, una prueba sencilla debería ser un componente de la rehabilitación pulmonar completa. Esto se puede lograr de la manera más simple si se calcula el índice de masa corporal (IMC), el cual se define como el peso en kilogramos dividido por la altura en metros cuadrados. En base al IMC, los pacientes se pueden clasificar como bajo peso (< 21 kg/m<sup>2</sup>), peso normal (21-25 kg/m<sup>2</sup>), sobrepeso (25-30 kg/m<sup>2</sup>) y obeso (> 30 kg/m<sup>2</sup>).

La pérdida de peso reciente (> 10% en los últimos 6 meses o > 5% en el último mes) es también un indicador independiente importante de morbilidad y mortalidad en la enfermedad pulmonar crónica. Aun así, la medición del peso corporal o IMC no refleja con exactitud cambios en la composición corporal en estos pacientes. El peso corporal se puede dividir en masa grasa y masa libre de grasa (MLG). La MLG consta de masa celular corporal (órganos, músculo, hueso) y de agua. Bajo condiciones clínicas estables, la medición de la MLG se puede utilizar para estimar la masa celular corporal. La falta de MLG, la cual es característica de la caquexia relacionada con enfermedades pulmonares crónicas, tales como la EPOC, se puede estimar utilizando antropometría en los pliegues cutáneos, análisis de bioimpedancia (el cual determina la MLG) (155) o absorciometría dual de rayos x (ADX; la cual determina la masa sin hueso, magra) (156). Aunque las reducciones en la MLG están relacionadas generalmente con la pérdida de peso, estas podrían incluso ocurrir en pacientes con peso estable. La pérdida de MLG se relaciona de manera significativa con la atrofia selectiva de las fibras musculares, especialmente las fibras del tipo II (68, 157, 158).

En las últimas dos décadas, varios estudios han definido y cuantificado la reducción de la MLG. Se puede considerar que los pacientes han presentado una reducción al basarse en el índice de MLG (MLG/altura<sup>2</sup>), usando los valores que se muestran abajo de 16 kg/m<sup>2</sup> en hombres y de 15 kg/m<sup>2</sup> en mujeres (159). En estudios europeos, al usar estos criterios, el 35% de los pacientes que sufre de EPOC ingresó a rehabilitación pulmonar y al 15% de los pacientes ambulatorios que padece EPOC se le describió una reducción de masa (160-162), enfatizando su alta prevalencia en la enfermedad pulmonar crónica.

Los pacientes que padecen EPOC y que presentan reducción en su MLG tienen menor tolerancia al ejercicio que aquellos con una MLG conservada cuando esta se mide utilizando ya sea una prueba de caminata que dure 12 minutos (163,160) o la fórmula Vo<sub>2</sub>máx (164, 165). Además, la fuerza del músculo periférico disminuye en pacientes que sufren de EPOC (38, 166-168, 163), aunque esto se observa en algunos grupos musculares más que en otros (169). Debido a que la fuerza muscular es directamente proporcional a su área de sección transversal, se esperaría que la pérdida de masa muscular afecte la fuerza muscular. De hecho, el hallazgo de que la fuerza por kilogramo de MLG de las extremidades es similar en pacientes que padecen EPOC y en sujetos de control respalda el concepto de que la pérdida de masa muscular es un determinante de la importancia de la debilidad de las extremidades (166). Una MLG reducida en pacientes con EPOC se relaciona también con la deficiencia en la fuerza del músculo respiratorio (167, 168), aunque una proporción de la aparente debilidad de estos músculos sucede sin duda debido a un impedimento mecánico provocado por cambios en la forma de la pared torácica y por la hiperinsuflación (170).

Los pacientes bajo peso que sufren de EPOC poseen un impedimento significativamente mayor con la HQRL que aquellos con peso normal (171). Además, quienes presentan una reducción en masa corporal magra poseen una discapacidad mayor en esta área de resultado que aquellos sin reducción (171). Ya que los pacientes con peso normal que padecen EPOC y una MLG baja tienen mayor dificultad con la HQRL que los pacientes bajo peso con una MLG normal, esta anomalía en la composición corporal parece ser un

indicador de la HQRL, independiente de la pérdida de peso (163).

En los pacientes con EPOC, existe una relación entre el estado de bajo peso y un aumento en la mortalidad (172-174), independiente del grado de la obstrucción del flujo de aire (172). Quizás es aún más importante que el aumento de peso en los pacientes con IMC por debajo de 25 kg/m<sup>2</sup> se relacionó con una baja en la mortalidad (172, 175). Debido a que se demostró (usando un escáner de tomografía computarizada) que el área de sección transversal del muslo medio en pacientes que padecen EPOC grave es un mejor indicador de prognosis que el IMC (176), la pérdida de masa muscular podría ser un indicador más claro de mortalidad que la pérdida de peso corporal. Los pacientes con peso normal que sufren de EPOC y que presentan MLG reducida pudieran tener un riesgo de mortalidad comparable al de los pacientes con bajo peso con reducción en su MLG.

La pérdida de peso puede ser causada por un aumento en el metabolismo de los sustratos y la energía o por una disminución en la ingesta alimentaria; por su parte, el desgaste muscular es consecuencia de un desbalance entre la síntesis proteica y la reducción de proteínas. La deficiencia en el equilibrio total de energía y en el metabolismo proteico se puede presentar simultáneamente, pero estos procesos pueden también disociarse debido a una regulación alterada del metabolismo de sustratos. En pacientes con EPOC, el hipermetabolismo pudiera ser consecuencia de una inflamación sistémica de grado bajo (177, 178). EL gasto total de energía, el cual refleja el estado metabólico del individuo, incluye al gasto de energía en reposo y al gasto de energía en actividad. En individuos sedentarios, el gasto de energía en reposo es el componente principal del gasto total de energía y este se encontró elevado en el 25% de los pacientes que padecen EPOC (179). El gasto de energía relacionado con la actividad también es elevado en pacientes con EPOC, pero podría haber diferentes mecanismos que son la base de estas alteraciones metabólicas en subgrupos de pacientes (154). La Tabla 1 resume los efectos de la composición corporal sobre los diferentes aspectos de la disfunción musculo esquelética.

### **Intervenciones para Tratar las Anomalías en la Composición Corporal**

*Introducción.* La razón para abordar y tratar las anomalías en la composición corporal en pacientes que padecen de enfermedad pulmonar crónica se basa en lo siguiente: (1) la alta prevalencia y la asociación con la morbilidad y la mortalidad; (2) los altos requerimientos calóricos que conlleva el ejercicio de entrenamiento en la rehabilitación pulmonar, el cual podría agravar más estas anomalías (si no se entregan suplementos); y (3) los mayores beneficios derivados de un ejercicio de entrenamiento estructurado.

Aunque la etiología de la pérdida de peso y del desgaste muscular en pacientes con enfermedad respiratoria crónica es compleja y aún no es comprendida del todo, se han utilizado diferentes estrategias de intervención fisiológica y farmacológica para revertir la pérdida de masa grasa y de MLG. La duración de la mayoría de estas intervenciones ha sido de 2 a 3 meses; hay muy poca información con respecto a una terapia de mayor plazo. La valoración de la composición corporal se indica en la evaluación y diagnóstico de cada paciente para enfocar la intervención terapéutica al patrón de la

pérdida de tejido.

**Suplementos calóricos.** El respaldo calórico se indica para igualar las necesidades energéticas elevadas y así mantener o restaurar el peso corporal y la masa grasa. Esto es especialmente importante en pacientes con enfermedad respiratoria crónica debido a que algunos pudieran sufrir de pérdida de peso involuntaria y/o presentar una eficiencia mecánica reducida durante el ejercicio. Una ingesta adecuada de proteínas es crucial para estimular la síntesis de proteínas y así mantener o restaurar la MLG no solo en pacientes con bajo peso sino también en pacientes con peso normal. Se debe cumplir también con el aumento en las necesidades energéticas según actividad física durante la rehabilitación pulmonar, incluso en individuos con peso normal (180).

La intervención con suplementos calóricos se debería considerar para las siguientes condiciones: un IMC inferior a 21 kg/m<sup>2</sup>, una pérdida de peso involuntaria de más del 10% en los últimos 6 meses o de más del 5% el último mes o una reducción en la MLG o en la masa corporal magra. Los suplementos nutricionales deberían consistir inicialmente en una adaptación en los hábitos dietéticos del paciente y en la administración de suplementos con alto valor energético.

En los primeros ensayos clínicos controlados, los suplementos dietéticos de suspensión oral (sin ejercicio) lograron restaurar el equilibrio energético y aumentar el peso corporal en pacientes bajo peso que padecen EPOC (181-183). Estos estudios de intervención temprana no evaluaron la proporción de masa grasa por MLG. En la mayoría de los pacientes ambulatorios, sin embargo, los suplementos nutricionales por sí solos no han tenido éxito en inducir un aumento de peso significativo (184). Eso se puede deber a varios factores, los que incluyen una reducción en la ingesta espontánea de alimentos (180, 185, 186), implementación poco óptima de suplementos nutricionales en las comidas diarias y en el patrón de actividad (185), tamaño de las porciones y composición macronutriente de los suplementos nutricionales (187) y la presencia de una inflamación sistémica (186). El abordar estos factores mediante la integración de la intervención nutricional en el programa de rehabilitación integral debiera mejorar los resultados. Por ejemplo, dos estudios controlados han demostrado que los suplementos nutricionales combinados con un ejercicio de entrenamiento supervisado aumentaron el peso corporal y la MLG en pacientes bajo peso que sufren de EPOC (168, 188). A partir de estos estudios, se puede prever que esta intervención combinada puede resultar en una proporción de 2:1 de aumento en la MLG por aumento en la masa grasa.

**Intervenciones fisiológicas.** El entrenamiento de fuerza pudiera aumentar selectivamente la MLG producto de la estimulación de la síntesis de proteína a través del factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1 por sus siglas en inglés) o de los blancos de la señalización IGF-1. En pacientes que padecen EPOC y que presentan una composición corporal normal, 8 semanas de ejercicio de entrenamiento para todo el cuerpo aumentaron el peso corporal debido a los discretos aumentos en la MLG, mientras que la grasa corporal tendió a disminuir (189). Se observó un aumento en el área de sección transversal del musculo bilateral del muslo medio, evaluado mediante tomografía computarizada, después de 12 semanas de entrenamiento aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza en pacientes con peso normal que sufren de



EPOC (190). Sin embargo, el IMC no cambió. Esta respuesta distinta en el IMC podría estar relacionada con diferencias en la ingesta alimenticia entre grupos de estudio (191).

**Intervenciones farmacológicas.** Se han utilizado varias estrategias farmacológicas que intentan inducir la subida de peso y, específicamente, aumentar la MLG en pacientes con EPOC. Los esteroides anabólicos se han investigado más ampliamente, ya sea como una terapia única (192) o combinados con la rehabilitación pulmonar (184,168). En general, la duración del tratamiento oscila entre 2 a 6 meses. Los esteroides anabólicos podrían mejorar los resultados de la rehabilitación pulmonar a través de varios mecanismos: (1) estimulación de la síntesis de proteínas ya sea directa o indirectamente mediante la interacción con el sistema IGF-1, (2) regulación del gen de miostatina (3) acción de los antiglicocorticoides y (4) acción eritropoyética. Dosis bajas de esteroides anabólicos, ya sean administradas mediante una inyección intramuscular u oralmente, aumentan la MLG, pero no la masa grasa, generalmente sin efectos dañinos (193). En pacientes del sexo masculino con niveles bajos de testosterona, la administración de testosterona tuvo como resultado un aumento en la masa muscular. Este efecto se vio incrementado por un entrenamiento de resistencia simultáneo y dio como resultado un aumento en la fuerza (194). No está claro si la terapia anabólica conducirá a mejorías en la capacidad para realizar ejercicio o en el estado de salud. Todavía no se definen indicaciones específicas para este tratamiento.

Se ha demostrado que la hormona del crecimiento, la cual es un estimulador potente de los niveles sistémicos del IGF-1, incrementa la masa corporal magra en un pequeño número de pacientes con bajo peso que padecen EPOC que participan en un programa de rehabilitación pulmonar (195). La ligera mejora en la composición corporal se asoció a los aumentos en el desempeño de los ejercicios. Sin embargo, esta terapia es cara y se ha relacionado con un número de efectos secundarios no deseados, como retención de sal y líquido y deterioro en el metabolismo de la glucosa. Actualmente, existen estudios en curso para investigar la eficacia y seguridad del factor liberador de la hormona del crecimiento en la mejora de la composición corporal y de la capacidad funcional en pacientes con EPOC.

Se ha demostrado que el agente progestacional denominado acetato de megestrol aumenta el apetito y el peso corporal y estimula la ventilación en pacientes con condiciones crónicas debilitantes tales como el SIDA y el cáncer. En pacientes con bajo peso que sufren de EPOC, la administración de esta droga por 8 semanas tuvo como resultado una diferencia del tratamiento con placebo de 2.5 kg de peso. No obstante, este cambio favorable en el peso fue principalmente en masa grasa (196).

En base a los estudios actuales, aparentemente varias intervenciones fisiológicas y farmacológicas son capaces de modular tanto la masa grasa como la MLG en pacientes con EPOC. Aunque estas intervenciones parecen ser seguras en el corto plazo, se necesitan estudios más a fondo para evaluar los efectos a largo plazo. También se requieren estudios más a fondo para desarrollar estrategias óptimas con respecto a las intervenciones farmacológicas para el desgaste muscular en pacientes con enfermedad pulmonar crónica. Estos incluirán la combinación de ejercicio de entrenamiento con terapia farmacológica, el enfoque en subpoblaciones específicas (gravidad de la enfermedad y patrón de reducción de tejido) y la determinación de si la mejora en la composición corporal se traduce en beneficios funcionales y supervivencia prolongada.

## Consideraciones Especiales Sobre la Obesidad

Los trastornos respiratorios asociados con la obesidad causan que resulte más trabajoso y se necesite un mayor esfuerzo para obtener oxígeno mediante la respiración (197), esto acompañado de un deterioro en la tolerancia al ejercicio, de discapacidad y de una calidad de vida deteriorada (198-200). La obesidad por sí sola puede producir importantes anomalías de la función respiratoria, incluso ante la ausencia de la enfermedad pulmonar parenquimatosa difusa o de la enfermedad restrictiva de la pared torácica. Los trastornos respiratorios asociados a la obesidad incluyen una mecánica respiratoria deteriorada acompañada de un volumen pulmonar bajo y de una disminución de la elasticidad del sistema respiratorio, un aumento en la resistencia de las vías aéreas menores y alteraciones tanto en el patrón como en el ritmo respiratorio (197, 201). Los pacientes que tienen “síndrome de hipoventilación por obesidad” presentan hipoxemia e hipercapnia de reposo durante el día, deterioro en el control respiratorio central acompañado de una disminución de la respuesta ventilatoria al CO<sub>2</sub> e hipoventilación alveolar nocturna (197, 201). Las personas con “obesidad simple” podrían también presentar una hipoxemia mayor a la esperada para su edad debido a una expansión insuficiente de las bases pulmonares, pero a la vez mantener un Pco<sub>2</sub> diario normal. La apnea obstructiva del sueño y la hipoventilación alveolar nocturna son también muy comunes en personas obesas y pueden producir hipertensión pulmonar y cor pulmonale<sup>d</sup> (197, 202). La obesidad se asocia además con un riesgo más alto de enfermedad tromboembólica, aspiraciones y complicaciones debido a la ventilación mecánica (197). Muchos individuos con obesidad mórbida con el tiempo desarrollan una evidente insuficiencia respiratoria o cardíaca.

La rehabilitación pulmonar es un marco ideal en el cual abordar las necesidades de la gente que vive con trastornos respiratorios relacionados con la obesidad y de individuos con enfermedad pulmonar cuya obesidad sea también responsable de una limitación funcional. Intervenciones más específicas podrían incluir educación nutricional, un plan de alimentación restringido en calorías, estímulo para bajar de peso y apoyo psicológico. Aunque no existe una meta en cuanto a la cantidad de peso que se debe perder después de la rehabilitación pulmonar, una rehabilitación integral de las personas obesas puede conducir a la pérdida de peso y a un estado funcional y calidad de vida mejorados (203-205).

*Directriz práctica.* Los programas de rehabilitación pulmonar deberían abordar las anomalías en la composición corporal, las cuales están generalmente presentes y sin reconocer en pacientes que sufren de enfermedad pulmonar crónica. La intervención debiese ser en forma de terapia calórica, fisiológica, farmacológica o una combinación de estas.

## SECCIÓN 4: EDUCACIÓN DE AUTOCUIDADO

### Introducción

La educación del paciente continúa siendo un componente medular de la rehabilitación pulmonar integral, a pesar de las dificultades para medir su contribución directa en los resultados en general (5, 206, 207). La educación impregna todos los aspectos de la rehabilitación pulmonar, comenzando al momento del diagnóstico y continuando a



Figura 1. Cadena causal de modificación de comportamiento. Reimpresa bajo el permiso de Reference 210.

través del cuidado en la etapa final de la vida. Es una responsabilidad compartida entre el paciente, la familia, el médico de atención primaria, el especialista y otros proveedores de salud no médicos. El estilo de enseñanza que se usa en la rehabilitación pulmonar está cambiando de uno con charlas tradicionales didácticas a otro con educación de autocuidado (208). Aunque el primero brinda información relacionada con la condición del paciente y su terapia, el segundo enseña habilidades de autocuidado que hacen hincapié en el control de la enfermedad a través de la modificación del comportamiento en torno a la salud, de esta forma se aumenta la autoeficacia, con la meta de mejorar los resultados clínicos incluso la adherencia (Figura 1) (209, 210). La autoeficacia hace referencia a la creencia de que uno puede poner en práctica exitosamente comportamientos particulares para producir algunos resultados (211). Las estrategias para mejorar la autoeficacia se enumeran en la Tabla 2.

### Desarrollo del Currículum

El currículum de un programa educacional personalizado se basa en abordar los déficits de conocimiento de los pacientes y de sus seres queridos. Estos requisitos educacionales específicos y las metas de los pacientes se determinan al momento de su evaluación inicial y se reevalúan durante el programa. Las intervenciones de autocuidado recalcan cómo integrar las demandas de la enfermedad en la rutina diaria. Los temas educativos se enumeran en la Tabla 3. En el caso de los pacientes con otras enfermedades que no sean la EPOC, es importante que el personal de la rehabilitación pulmonar comprenda la fisiopatología y las intervenciones terapéuticas apropiadas que se requieren para cada grupo de diagnóstico.

La prevención y el tratamiento temprano de exacerbaciones respiratorias, toma de decisiones sobre las fases terminales de la vida, estrategias de respiración y técnicas de higiene bronquial son problemas educacionales que hay que incluir en la rehabilitación pulmonar. Los profesionales del área de la salud deberían estar siempre al tanto de aquellos pacientes que aún necesitan intervenciones para dejar de fumar.

### Prevención y tratamiento temprano de las exacerbaciones.

La educación de autocuidado debiese incluir un entrenamiento en la prevención y el tratamiento precoz de las exacerbaciones respiratorias. Una exacerbación se puede definir como un deterioro sostenido de los síntomas del paciente si se comparan con la variación normal diaria (212). Las exacerbaciones pueden tener como resultado un descenso más rápido de la función pulmonar (213), una mayor debilidad del músculo periférico (214), una disminución en la calidad de vida (215), un aumento en los costos de la atención médica (216, 217) y un aumento en la mortalidad (218). Se ha demostrado que la terapia temprana acelera la recuperación de la exacerbación (219) y reduce el uso de la atención médica (220). Se le debería enseñar a los pacientes a responder oportunamente ante una exacerbación mediante la puesta en marcha de su plan de acción. El plan de acción puede oscilar entre comenzar con un régimen de medicamentos predeterminado y dar aviso al proveedor de atención médica. Un ejemplo de un plan de acción se puede encontrar en [www.livingwellwithcopd.com](http://www.livingwellwithcopd.com). Dar inicio a la rehabilitación pulmonar inmediatamente después de la exacerbación de la EPOC pudiera reducir el uso posterior de la atención médica (64).

TABLA 2. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL AUTOCUIDADO

Estrategia	Ejemplo
Experiencia personal y práctica	La práctica de las habilidades de autocuidado durante las sesiones de rehabilitación; cuando sea posible, practicar en el domicilio y volver a evaluar las habilidades a medida que la enfermedad del paciente cambie.
Retroalimentación y refuerzo	Recibir críticas en cada visita o contacto telefónico sobre la habilidad del paciente para utilizar efectivamente las habilidades de autocuidado; el paciente necesita seguridad y refuerzo.
Análisis de causas de fracaso	Evaluar experiencias previas negativas; reforzar habilidades que deriven en resultados positivos
Experiencias indirectas	Compartir experiencias; aprender de un igual que tuvo éxito en cambiar el comportamiento para mejorar las expectativas del autocuidado

°Adaptado de la Reference 210.

TABLA 3. EJEMPLOS DE TEMAS DE EDUCACIÓN

Estrategias de respiración  
 Función Pulmonar Normal y Fisiopatología de la Enfermedad Pulmonar  
 Uso Adecuado de los Medicamentos, incluyendo el uso de Oxígeno  
 Técnicas de Higiene Bronquial  
 Beneficios del Ejercicio y de Mantener Actividades Físicas  
 Conservación de la Energía y Técnicas de Simplificación del Trabajo  
 Comer Alimentos Sanos  
 Evitar Factores Irritantes, incluyendo la Cesación Tabáquica  
 Prevención y Tratamiento Temprano de Exacerbaciones Respiratorias  
 Indicaciones para Comunicarse con el Profesional de la Salud  
 Tiempo Libre, Viajes y Sexualidad  
 Sobreponerse a la Enfermedad Pulmonar Crónica y a la toma de decisiones sobre las fases terminales de la vida.  
 Ansiedad y Control del Pánico, incluyendo Técnicas de Relajación y Manejo del Estrés

**Toma de decisiones sobre las fases terminales de la vida.** La incertidumbre del pronóstico así como la reticencia del médico tratante forman barreras que obstaculizan la discusión sobre la toma de decisiones sobre las fases terminales de la vida. La rehabilitación pulmonar se ha identificado como un marco apropiado para la discusión de la planificación anticipada de la atención médica y de los cuidados paliativos (221, 222).

**Estrategias de respiración.** Las estrategias de respiración se tratan de una gama de técnicas, las que incluyen la respiración con los labios fruncidos, la espiración activa, la respiración diafragmática, la adaptación a posiciones corporales específicas y la coordinación de la respiración controlada con actividades. Estas técnicas apuntan a mejorar la ventilación local, el intercambio de gases, la función del músculo respiratorio, la disnea, la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida (223).

La respiración con los labios fruncidos intenta prolongar la espiración activa manteniendo los labios entreabiertos, así ayuda a evitar el colapso de las vías aéreas. Si se compara con la respiración espontánea, la respiración con los labios fruncidos disminuye el ritmo respiratorio, la disnea y el  $\text{PaCO}_2$ , al mismo tiempo que mejora el volumen corriente y la saturación de oxígeno en condiciones de reposo (224). Aunque no se ha demostrado convincentemente que estas técnicas den como resultado una mejora en el desempeño del ejercicio, muchos pacientes con enfermedad pulmonar crónica utilizan esta técnica instintivamente e informan que la disnea se ha reducido con su uso.

La espiración activa y las técnicas de posicionamiento corporal tratan de disminuir la disnea, probablemente al mejorar las relaciones de longitud-tensión o la geometría del diafragma. Las técnicas de respiración diafragmáticas necesitan que el paciente mueva las paredes abdominales durante la inspiración y que reduzca el movimiento de la caja torácica superior. La meta es mejorar el movimiento de la pared torácica y la distribución de la ventilación y de esta manera reducir el costo energético de la respiración. A la fecha, la evidencia desprendida de estudios controlados no respalda el uso de la respiración diafragmática en pacientes que padecen de EPOC

(225, 226). Se ha observado clínicamente en pacientes con EPOC que el inclinarse hacia adelante es eficaz y es probablemente la posición corporal mayormente adoptada (227). El uso de un andador al deambular permite inclinarse hacia adelante apoyando los brazos, reduce la disnea y aumenta la capacidad para realizar ejercicio (228, 229).

Se deben individualizar las estrategias de respiración en conjunto con el desarrollo de todos los aspectos del currículum educacional de autocuidado del paciente. Los pacientes generalmente adoptarán las técnicas más eficaces para reducir los síntomas (230).

**Técnicas de higiene bronquial.** Para algunos pacientes, la hipersecreción de mucus<sup>f</sup> y la disminución del transporte mucociliar son características distintivas de su enfermedad pulmonar; es por esto que es primordial que se les instruya en la importancia de la higiene bronquial y sobre el entrenamiento en técnicas de drenaje. Un análisis reciente concluyó que la combinación de las técnicas de drenaje postural, las percusiones torácicas y la espiración forzada mejoran el despeje de las vías respiratorias, pero no mejoran la función pulmonar en pacientes que padecen EPOC y bronquiectasia (231). Durante una exacerbación (232), el uso de una máscara de presión espiratoria positiva y la tos asistida fueron más eficaces que el uso de la técnica de tos asistida por sí sola en pacientes que sufren EPOC. Ensayos cruzados de corto plazo sugieren que los regímenes de despeje de las vías respiratorias tienen efectos benéficos en pacientes que padecen de fibrosis quística. Sin embargo, en base a una revisión Cochrane, actualmente no existe evidencia científica sólida que respalde la hipótesis de que la fisioterapia respiratoria para despejar las vías respiratorias de secreciones tenga un efecto beneficioso en pacientes con fibrosis quística (233).

#### Beneficios de la Educación de Autocuidado.

El autocuidado mejora el estado de salud y disminuye el uso de servicios de salud en varias enfermedades crónicas. Recientemente, un estudio multicéntrico, aleatorizado (220) proporcionó evidencia de que un programa multicomponente de autocuidado, orientado al desarrollo de habilidades, el cual incorporó un plan de acción frente a una exacerbación y ejercicios domiciliarios, redujo hospitalizaciones, visitas de emergencia y visitas médicas no programadas y mejoró la HRQL. Sin embargo, los efectos benéficos del autocuidado integral no se replicaron en otros ensayos aleatorizados (234). El autocuidado puede ser especialmente beneficioso para aquellos pacientes con un estado de salud deteriorado y/o una alta frecuencia de exacerbaciones. Esta es un área productiva de investigación.

#### Adherencia a las Intervenciones Terapéuticas y Transferencia de Educación y Ejercicio al Domicilio.

La Organización Mundial de la Salud define adherencia como el grado en el que la conducta de un paciente se corresponde con las recomendaciones indicadas por el profesional de la salud. La adherencia a las intervenciones terapéuticas es una conducta de salud esencial en el manejo de la enfermedad respiratoria crónica. Las intervenciones más efectivas que mejoran la adherencia están diseñadas para mejorar las capacidades de autocuidado del paciente (235). El grado de adherencia se mejora cuando la relación entre el paciente y el profesional de la salud es de cooperación.

Aunque los beneficios a corto plazo de la rehabilitación

pulmonar con un programa de ejercicio de entrenamiento supervisado están bien establecidos, el desafío sigue siendo la comprensión y la promoción del autocuidado a largo plazo y la adherencia al ejercicio en el domicilio. La mayor parte de nuestro conocimiento sobre el comportamiento respecto al ejercicio proviene de nuevas investigaciones en poblaciones con enfermedades crónicas, no específicamente en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas. En estudios longitudinales en ancianos (236, 237), el uso de la autoeficacia y la estimación de los beneficios esperados del ejercicio regular fueron indicadores de la adherencia al ejercicio. La confusión y la depresión fueron indicadores de la poca adherencia a un programa de entrenamiento de fuerza domiciliario (238). En una revisión de 27 estudios transversales y 14 estudios longitudinales con individuos de 65 años de edad o mayores, se observó que el nivel educacional y la conducta con respecto al ejercicio en el pasado se correlacionan de forma positiva con el desempeño del ejercicio regular (239). En cambio, la fragilidad y un mal estado de salud fueron las grandes barreras para adoptar un programa de ejercicio y de mantenimiento. Esto concuerda con un estudio cualitativo realizado específicamente en pacientes que padecen EPOC (240). Este estudio cualitativo demostró que las barreras para un cambio del estilo de vida por lo general eran reportadas por pacientes con una progresión de la EPOC y con condiciones de comorbilidad asociadas.

Un estudio reciente, comparó estrategias de seguimiento convencionales y mejoradas al término del programa de rehabilitación pulmonar integral (241). La adherencia con el ejercicio fue alta poco después del término del programa de rehabilitación, pero se redujo en ambos grupos durante los 6 meses siguientes. Las razones más reportadas de no adherencia fueron las infecciones al pulmón y las exacerbaciones de la enfermedad. A pesar de no ser el enfoque principal del estudio, la descripción de adherencia al ejercicio domiciliario y los motivos para la no adherencia proporcionan una visión importante de los patrones e indicadores de la modificación al comportamiento relacionado con la actividad física luego de la rehabilitación. Programas más duraderos mejorarían los efectos a largo plazo (76, 242).

La adherencia a intervenciones terapéuticas, incluyendo programas de ejercicio, es una conducta de salud esencial en el manejo de la enfermedad respiratoria crónica. Las instrucciones para las habilidades de autocuidado individuales son el pilar para promover la adherencia a largo plazo.

#### *Directrices prácticas:*

1. El componente educativo de la rehabilitación pulmonar debe enfatizar las habilidades de autocuidado.
2. El autocuidado debe incluir un plan de acción para el reconocimiento y tratamiento temprano de una exacerbación y conversaciones con respecto a la toma de decisiones sobre las fases terminales de la vida
3. En determinados pacientes, se deben considerar instrucciones sobre estrategias de respiración y técnicas de higiene bronquial.
4. Se debe enfatizar la transferencia al domicilio del entrenamiento educativo y la adherencia al ejercicio.

## SECCIÓN 5: CONSIDERACIONES SOCIALES Y PSICOLÓGICAS

### Introducción

La enfermedad respiratoria crónica se asocia con el alto riesgo de sufrir ansiedad, depresión y otros trastornos de salud mental (243, 244). El apoyo social y psicológico proporcionado dentro del ámbito de la rehabilitación pulmonar puede facilitar el proceso de adaptación al fomentar pensamientos y comportamientos de adaptación, ayudando a los pacientes a disminuir las emociones negativas y proporcionando un ambiente socialmente comprensivo.

A menudo, los pacientes experimentan miedo y ansiedad al prever un episodio de disnea (245). Este estímulo fisiológico intensificado puede derivar en una disnea o exacerbarla y contribuir a una discapacidad general. La frustración con un estado de salud deficiente y la inhabilidad de participar en actividades se puede presentar en forma de irritabilidad, pesimismo y una actitud hostil hacia otros. En las últimas etapas de la enfermedad respiratoria, a menudo se dan sentimientos progresivos de desesperanza e inhabilidad para salir adelante. Los pacientes que padecen de enfermedad respiratoria crónica y que cuentan con apoyo social positivo tienen menos depresión y ansiedad que aquellos pacientes que no cuentan con este apoyo (246). Aquellos pacientes con un historial de un trastorno de salud mental preexistente a menudo son los que tienen las mayores dificultades para adaptarse a la enfermedad respiratoria crónica. Aquellos con mayor riesgo son quienes sufren trastorno depresivo mayor o trastorno de ansiedad mayor, trastorno de ajuste previo o trastorno de personalidad, abuso de alcohol o de drogas o cuentan con un historial de psicosis.

Los síntomas depresivos son comunes en pacientes que padecen de EPOC de moderada a grave, con una tasa de prevalencia aproximada del 45% (247). La tendencia de los pacientes con depresión de retraerse de las interacciones sociales incrementa el sentimiento de aislamiento y depresión tanto para sus seres queridos como para ellos mismos. La actividad sexual también se ve limitada por la depresión y las restricciones físicas. La depresión subumbral (depresión clínicamente relevante que no encaja en el criterio operativo) se ve en el 25% de los pacientes adultos mayores que padecen de EPOC (248). Tanto la depresión como la ansiedad en el adulto mayor no se tratan de manera adecuada. (247, 249). Incluso cuando se recomienda el tratamiento adecuado, muchos pacientes rechazan los ansiolíticos o antidepresivos debido al miedo de los efectos secundarios, por vergüenza, negación de la enfermedad, preocupaciones sobre adicción, preocupaciones con respecto a los costos o una frustración con respecto a tomar muchos medicamentos (250).

Como resultado de la depresión, pueden existir discapacidades neuropsicológicas de medias a moderadas al igual que trastornos en el intercambio de gases. Estos déficits contribuyen a dificultades en la concentración, perturbación de la memoria y disfunción cognitiva (251) y puede derivar en dificultades para resolver problemas comunes del diario vivir, no asistir a citas clínicas o de oficina, o el fracaso en la adherencia a los planes de autocuidado y de medicación (252). La suplementación de oxígeno se debe considerar en aquellos pacientes con hipoxemia documentada.

### Evaluación e Intervención

La evaluación inicial del paciente debería incluir una evaluación psicosocial. La entrevista debiese permitir que los pacientes tengan el tiempo adecuado para expresar abiertamente sus preocupaciones sobre la adaptación psicosocial a su enfermedad. Las preguntas deberían cubrir la percepción de calidad de vida, la habilidad para amoldarse a la enfermedad, la autoeficacia, la motivación, la adherencia y la discapacidad neuropsicológica (por ejemplo, la

memoria, la atención/concentración, las habilidades para resolver problemas). Los sentimientos comunes y las preocupaciones que se expresan en este componente de la evaluación incluyen los siguientes: culpa, ira, resentimiento, abandono, miedo, ansiedad, impotencia, aislamiento, dolor, pena, tristeza, estrés, mala calidad de sueño, malas relaciones maritales y problemas de salud del cónyuge cuidador (253). Si es posible, una entrevista al cuidador o cuidadora (con el consentimiento del paciente) podría ayudar a explorar los problemas relacionados con la dependencia, los conflictos interpersonales y la intimidad. Cuestionarios de evaluación tales como el Cuestionario de Ansiedad y Depresión de Beck pudieran ayudar a reconocer una ansiedad y depresión importantes (254, 255). Cuando un paciente parece estar deprimido, se debería considerar la orientación psicológica.

El componente más importante de la rehabilitación pulmonar es el desarrollo de un apoyo adecuado (256). Los pacientes con enfermedad respiratoria crónica se beneficiarán de una asesoría de apoyo para abordar sus preocupaciones, ya sea individualmente o en formato de grupo. El tratamiento de la depresión pudiera marcar una diferencia sustantiva en la calidad de vida del paciente (257). Sin embargo, aunque se aborden niveles moderados de ansiedad o depresión en el programa de rehabilitación pulmonar, los pacientes que se identifique que tienen trastornos psicosociales importantes se deben remitir a un médico apropiado especialista en salud mental antes de que comience el programa.

Se le debería enseñar a los pacientes a reconocer los síntomas del estrés y a ser capaces de utilizar técnicas de manejo del estrés. El entrenamiento de relajación se puede lograr mediante técnicas tales como la relajación muscular, la visualización o el yoga. Se pueden entregar para usar en casa cintas de relajación, complementadas a través de retroalimentación. El ejercicio de relajación se debiera integrar a la rutina diaria del paciente para enfrentar la disnea y controlar el pánico. Entre las habilidades útiles para manejar una crisis se encuentran la escucha activa, los ejercicios calmantes, la orientación preventiva de próximas crisis de estrés, la solución de problemas y la identificación de sistemas de recurso y de apoyo.

El sensible tema de la sexualidad es a menudo de importancia crucial para la calidad de vida (258). Un número de factores pudiera determinar como el funcionamiento sexual se ve afectado por una enfermedad crónica: la relación paciente-cónyuge, el grado de cariño, la comunicación y el nivel de satisfacción con el compañero. Aunque se puede entregar información general durante la el período de educación al paciente en formato de grupo pequeño, las preguntas específicas y preocupaciones se abordan generalmente de mejor manera en un formato individual o de parejas. Para quienes tienen conflictos interpersonales o familiares importantes se recomienda la remisión a un trabajador social clínico, sicólogo u otro consejero familiar o de relaciones amorosas.

#### *Directrices prácticas:*

1. Una prueba para detectar ansiedad y depresión debería formar parte de la evaluación inicial.
2. Aunque niveles leves o moderados de ansiedad o depresión relacionados con el proceso de la enfermedad pudieran mejorar con la rehabilitación pulmonar, los

pacientes con una enfermedad psiquiátrica importante deberían ser remitidos a un cuidado profesional apropiado.

3. Se anima a la promoción de un sistema de apoyo adecuado para el paciente.

## **SECCIÓN 6: EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **Introducción**

La evaluación e los resultados en la rehabilitación pulmonar se puede evaluar a partir de tres perspectivas diferentes: la del paciente, la del programa y la de la sociedad. Esta sección discutirá los resultados centrados en el paciente. La auditoría del programa y los resultados sociales (uso de asistencia médica) se cubren más adelante en este documento.

La evaluación de resultado centrada en el paciente puede variar desde evaluaciones clínicas sin estructurar hasta el uso de instrumentos y pruebas específicas validadas, tales como una prueba de campo de desempeño del ejercicio o un cuestionario sobre HQRL. Estos son útiles para evaluar el cambio entre un grupo de individuos inscritos en un programa de rehabilitación. Aunque la utilidad de estas evaluaciones estructuradas en el análisis del paciente específico no ha recibido mucho estudio clínico, la experiencia clínica parece sugerir que estas pudiesen ser también útiles en este marco. Además, algunas de las mediciones utilizadas para el análisis de resultados pudieran también ser útiles en la evaluación inicial del paciente. Por ejemplo, la prueba de ejercicio cardiopulmonar sirve para determinar el mecanismo de intolerancia al ejercicio, para generar una prescripción de ejercicio, para determinar la necesidad de suplemento de oxígeno y para detectar contraindicaciones de un programa de entrenamiento.

Los pacientes son remitidos a una rehabilitación pulmonar por varias razones: no sienten que sus síntomas (disnea o fatiga) han mejorado lo suficiente con los medicamentos por sí solos, no están satisfechos con sus habilidades para realizar actividades del diario vivir y/o no están satisfechos con su calidad de vida. Así, para la rehabilitación pulmonar, los resultados importantes centrados en el paciente deberían reflejar lo siguiente: (1) el control de los síntomas, (2) la habilidad para realizar actividades diarias, (3) el desempeño del ejercicio y (4) la calidad de vida. El efecto de la rehabilitación pulmonar en estos resultados ha sido estudiado con numerosos instrumentos, muchos de los cuales se describen en el sitio web de la ATS: <http://www.atsqol.org/qinst.asp>. Además, las Guías de la AACVPR para Programas de Rehabilitación Pulmonar entregan recomendaciones prácticas para usar la medición de resultados (5).

Los miembros de la familia se ven afectados por la condición del paciente debido a los cambios de rol, el impacto en actividades sociales, el estrés emocional y la carga financiera. Se sabe muy poco sobre el impacto específico de la rehabilitación pulmonar en las dinámicas familiares.

Al igual que muchas modalidades de tratamiento, la rehabilitación pulmonar ha tenido un progreso significativo en la evaluación de los resultados de los pacientes; sin embargo, el comprender las evaluaciones de los resultados sigue necesitando escrutinio. Por ejemplo, los programas no solo deberían determinar cuántos pacientes individualmente se benefician de la rehabilitación

sino que también debería identificar qué componente(s) del proceso llevar a estos beneficios. Las conclusiones más significativas relativas a los beneficios del programa necesitan instrumentos evaluadores sólidos. Se recomienda generalmente que los resultados tales como la disnea, la actividad y la capacidad para realizar ejercicios debiesen evaluarse, ya que estas áreas debieran mejorar con la rehabilitación pulmonar.

Aunque un cuerpo emergente de literatura sugiere que la rehabilitación pulmonar es beneficiosa en pacientes con enfermedades que no sean la EPOC (102, 103, 110, 259-268), este nivel de evidencia no ha alcanzado la magnitud de aquella que haya para la EPOC. Muchas de las herramientas de resultado usadas en la rehabilitación pulmonar han sido probadas solamente en pacientes que sufren de EPOC y necesitan estudios de validación para establecer su efectividad. Cuestionarios genéricos tales como el Medical Outcomes Study Short Form 36 (SF-36) pudieran ser apropiados en estos pacientes (269).

Los pacientes con enfermedad pulmonar intersticial pueden lograr avances sustanciales en el estado funcional en virtud de mejorar el conocimiento y las habilidades para hacer frente a los síntomas, usar energía de conservación y técnicas para ajustar el ritmo o usar un equipo de asistencia para actividades del diario vivir. Las personas con discapacidad respiratoria relacionada con la enfermedad neuromuscular degenerativa avanzada pudieran presentar una tolerancia limitada al entrenamiento con ejercicio tradicional, pero pudieran lograr mejorar el estado funcional a través de la educación, las técnicas de aspiración de secreciones, las técnicas de ajuste de ritmo y conservación de energía, el uso de un equipo de asistencia adaptado y la ventilación no invasiva de presión positiva. Así, los proveedores de asistencia médica deben pensar claramente sobre maneras en las cuales la rehabilitación pulmonar pudiese beneficiar a pacientes sin diagnóstico de EPOC. Se deben considerar las herramientas de evaluación de resultados apropiadas a la enfermedad y a la edad (270).

Las mediciones de resultado descritas en esta sección son más comúnmente usadas en la rehabilitación pulmonar y muchas han sido diseñadas primeramente para pacientes con EPOC. Se necesita mayor investigación para desarrollar herramientas de evaluación de resultados que sean específicas para enfermedades respiratorias que no sean la EPOC. Ante la ausencia de herramientas de resultado específicas para una enfermedad, la evaluación debería enfocarse en los síntomas y las limitaciones funcionales de tal población.

### **Evaluación de Síntomas**

Los dos mayores síntomas en pacientes remitidos a rehabilitación pulmonar son la disnea y la fatiga (271-274). Estos síntomas son complejos, con mecanismos de acción múltiples (275-276) y exámenes integrales que se encuentran disponibles en todas partes (76, 275, 277). Por naturaleza, los síntomas están sujetos y necesitan un auto-reporte. En el marco de la rehabilitación pulmonar, la disnea o la fatiga se pueden evaluar de dos maneras: (1) en “tiempo real” o (2) a través del recuerdo (278). Cada enfoque puede producir resultados diferentes.

La evaluación en tiempo real de los síntomas responderá solo la pregunta de cuán corto de aire o cuán fatigado se encuentra el paciente al momento de la prueba. La escala de Borg (279) y la Escala

Análoga Visual (280) se usan más comúnmente para este propósito, siendo útiles en evaluar la disnea o la fatiga durante la prueba o el entrenamiento con ejercicios.

El recuerdo de los síntomas, tales como la disnea o la fatiga, se logra generalmente a través del uso de cuestionarios. Algunos cuestionarios necesitan pacientes que evalúen su experiencia en general con la disnea, mientras que otros preguntan sobre la disnea en relación a las actividades. Aunque la mayoría tiene propiedades psicométricas adecuadas, algunos fueron desarrollados inicialmente para propósitos de investigación y debido a esto no son “amigables con el usuario” en el marco de la rehabilitación pulmonar. Los problemas técnicos que se deberían tomar en cuenta cuando se selecciona un cuestionario en el marco de la rehabilitación son los siguientes: tiempo de duración para completar/administrar el cuestionario, necesidades de administración (necesita ser completado por el paciente o debe ser administrado por alguien más), complejidad del puntaje, costo de compra y si se necesita permiso escrito para utilizar el cuestionario. Otras consideraciones debieran ser el contexto en el cual los síntomas se miden, como se desarrollan las preguntas sobre los síntomas y el período en el cual se realiza la medición de los síntomas.

La producción de tos y esputo son otros síntomas importantes en pacientes remitidos para rehabilitación pulmonar. Generalmente se incluye información sobre la tos y el esputo en sub escalas de cuestionarios seleccionados y abordados en sesiones educacionales apropiados a la población que recibe la rehabilitación. Ahora hay disponibles cuestionarios que miden en detalle el impacto de la tos en el estado de salud (281, 282), pero su utilidad en la evaluación de resultados de la rehabilitación pulmonar no es clara.

### **Evaluación de Desempeño**

Una meta importante de la rehabilitación es mejorar la habilidad del paciente para realizar actividades del diario vivir. Debido a que las mejoras en la capacidad para realizar ejercicio no se traducen necesariamente en un aumento en las actividades del diario vivir, la evaluación del desempeño funcional es importante. La evaluación del desempeño se puede lograr por observación directa o vía reporte del paciente. Es posible, por ejemplo, observar pacientes que desempeñan actividades y anotan el índice, la velocidad o la eficiencia con la que una actividad se realiza. Sin embargo, esto consume mucho tiempo, es difícil de estandarizar y es a menudo poco práctico. La mayoría de los programas de rehabilitación confían en los reportes personales del paciente para evaluar los niveles de actividad usando tanto los reportes del paciente sobre la intensidad de la disnea con actividades como el grado hasta el cual el paciente puede desempeñar actividades en la vida real (283).

Un método emergente para evaluar las actividades en el marco fuera del laboratorio es el uso de monitores de actividad o detectores de movimiento (284). Los monitores de actividad se pueden usar en el marco de la rehabilitación para entregar una medición objetiva de las actividades diarias del paciente (285). Los monitores varían desde los simples, como un podómetro, el cual evalúa el número de pasos que un paciente da, hasta los dispositivos más complejos que miden el movimiento en tres planos, como un acelerómetro triaxial. Estos dispositivos son casi siempre menos sensibles a las actividades de los brazos a las que requieren movimiento de las extremidades inferiores. Algunos pacientes

podrían sobreestimar sus niveles de actividad cuando son evaluados con cuestionarios y estos se comparan directamente con videos o acelerómetros triaxiales (286). El papel de los monitores de actividad en la evaluación de la rehabilitación pulmonar clínica necesita estudios más avanzados.

### **Capacidad para Realizar Ejercicio**

La medición de la capacidad para realizar ejercicio se puede lograr de diversas maneras, las que incluyen pruebas de campo, monitores de actividad y pruebas de ejercicio cardiopulmonar. Las pruebas de campo tiene varias ventajas: son fáciles de llevar a cabo con poco equipamiento adicional, son conducidas en un marco fuera de laboratorio y responden a la intervención de rehabilitación pulmonar. Pueden ser de ritmo propio, como la prueba de caminata de 6 minutos (6MWD) (278-290) o pruebas de ritmo externo, como las pruebas de caminata de incremento y resistencia (291, 292). Ambas pruebas miden la distancia caminada. Se ha demostrado que la prueba 6MWD presenta la mayor variabilidad en su administración (293-296), la cual se puede minimizar usando directrices publicadas que estandarizan el desempeño de esta prueba (290). Aunque estas pruebas son mediciones de buen objetivo para los programas, no está claro cómo estas se traducen en una mejora en las actividades del día a día.

Aunque la prueba de ejercicio cardiopulmonar puede ser de considerable ayuda en la evaluación inicial de la limitación al ejercicio y en la formulación de la prescripción de ejercicio, puede ser también útil en la evaluación de resultados. Las mediciones fisiológicas entregan una valiosa percepción sobre los mecanismos de la tolerancia al ejercicio. La prueba de ejercicio cardiopulmonar se puede incrementar al síntoma máximo de limitación a un ritmo de trabajo constante. Debido a su complejidad y costos, el uso de esta metodología en la evaluación de resultados se restringe a menudo a centros especializados.

### **Mediciones de Calidad de Vida**

La calidad de vida se puede definir como “la brecha entre lo que se desea en la vida y lo que realmente se logra” (297). La HQRL se enfoca en aquellas áreas de la vida que se ven afectadas por el estado de salud y refleja el impacto que la enfermedad respiratoria (incluyendo comorbilidades y tratamiento) provoca en la habilidad para desempeñar o disfrutar actividades del diario vivir (298). Un factor particularmente importante que afecta negativamente la HQRL en pacientes con EPOC es la alta frecuencia de exacerbaciones de la enfermedad (215, 299).

Componentes individuales de la calidad de vida incluyen síntomas, estado funcional, estado de ánimo y factores sociales. Los cuestionarios pueden medir estos componentes individualmente o con un puntaje compuesto. El valor de medir cada componente de forma separada es que cada uno se puede evaluar en más detalle y se puede identificar su contribución única. Tanto el cuestionario genérico (300, 301) como el específico respiratorio se encuentran disponibles para su uso en el marco de la rehabilitación pulmonar. Existen herramientas genéricas y específicas de la calidad de vida que están debidamente validadas; estas herramientas se encuentran disponibles en el website de la ATS <http://www.atsqol.org/>. Los cuestionarios sobre la HQRL respiratorios específicos usados más ampliamente son el Cuestionario de la Enfermedad Respiratoria Crónica (CRQ) (302) y el Cuestionario Respiratorio de Saint George

(SGRQ) (303). Aunque los cuestionarios sobre la HQRL genéricos son generalmente menos discriminadores y muestran una menor habilidad para detectar cambios que ocurren espontáneamente o con terapia, el SF-36 ha demostrado una mejora después de la rehabilitación pulmonar (304). Tanto el CRQ como el SGRQ han demostrado un cambio beneficioso luego de la rehabilitación pulmonar (76, 305-307) y ambos han establecido umbrales de importancia clínica (308, 309). Sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, el valor de estos cuestionarios en el paciente no se ha abordado adecuadamente. El CRQ ha sido administrado históricamente a los pacientes y los resultados de la investigación se han basado en cuestionarios administrados por el operador. No obstante, recientemente se han desarrollado versiones auto administradas de este cuestionario (310, 311).

### **Resultados Sobre la Insuficiencia Respiratoria Crónica**

Las enfermedades respiratorias crónicas, ya sean obstructivas o restrictivas, pueden complicarse debido a la insuficiencia respiratoria crónica. Cuando ocurre tal insuficiencia, hay un aumento en el impacto de la enfermedad en la vida diaria y bienestar del paciente. Una disminución importante en la habilidad para desempeñar actividades diarias es una de las consecuencias principales (312, 313). Por consiguiente, las mediciones de calidad de vida que reflejan este efecto en las actividades del diario vivir son resultados importantes en esta población de pacientes.

Estudios no controlados anteriores evaluaron la eficacia de la rehabilitación pulmonar para mejorar los resultados en pacientes con problemas respiratorios muy graves (314, 315). Un estudio prospectivo, controlado y aleatorizado más reciente comparó los efectos de una rehabilitación integral temprana agregada a una terapia estándar en pacientes admitidos en una unidad de cuidado intensivo respiratorio (316). La rehabilitación pulmonar mejoró drásticamente la tolerancia al ejercicio y la disnea en este subconjunto de pacientes; sin embargo, no se midió la calidad de vida. A la fecha, no existe información disponible sobre el efecto de la rehabilitación pulmonar en la calidad de vida de pacientes con insuficiencia respiratoria crónica. No obstante, es importante describir la aplicabilidad de los diferentes cuestionarios a este subgrupo de pacientes con problemas respiratorios muy graves.

Los cuestionarios genéricos exploran muchos ámbitos del estado de salud, tales como la función emocional (cambios en el estado de ánimo por ejemplo), las actividades del diario vivir, la habilidad para mantener relaciones sociales y el desempeño de actividades de ocio (pasatiempos por ejemplo) (317). Debido a que no están diseñados específicamente para la enfermedad respiratoria o para la insuficiencia respiratoria crónica, contienen pocos temas de relevancia para los pacientes con insuficiencia respiratoria crónica. Como consecuencia, los instrumentos genéricos podrían no ser lo suficientemente sensibles para detectar cambios clínicos significativos después del tratamiento. Solo el SF-36 ha sido usado en pacientes en ventilación de largo plazo (318-320). No obstante, estos estudios demuestran que, aunque el SF-36 se use y se aplique ampliamente en pacientes con ventilación mecánica, en muchos aspectos no es lo suficientemente sensible para diferenciar entre pacientes con ventilación mecánica o con otras condiciones.

El CRQ (302) y el SGRQ (303) han sido utilizados en pacientes con EPOC gravemente deteriorados: el CRQ en aquellos pacientes con EPOC grave sin insuficiencia respiratoria crónica (321)

y el SGQR en los pacientes con ventiladores o con una enfermedad muy grave (322-324). Ya que los cuestionarios antes mencionados no se desarrollaron específicamente para pacientes con insuficiencia respiratoria crónica, pudieran no ser lo suficientemente sensibles para detectar cambios entre estos pacientes. Recientemente, el Cuestionario de la Fundación de Insuficiencia Respiratoria (MRF28) se desarrolló específicamente para pacientes con insuficiencia respiratoria crónica (325). Hay información limitada sobre el MRF28 (326, 327) y no se ha usado en pacientes que estén cursando un programa de rehabilitación.

*Directriz práctica:* La evaluación de los resultados centrados en el paciente, tales como los síntomas, el desempeño en actividades diarias, la capacidad para realizar ejercicio y la HQRL, debería ser un componente integral de la rehabilitación pulmonar.

## SECCIÓN 7: ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

### Introducción

La rehabilitación pulmonar es un servicio que cumple con la definición general de rehabilitación y que logra su ayuda terapéutica a través de una alteración permanente del estilo de vida. En la práctica, los detalles de la construcción y el marco del programa van a variar con las diferentes culturas y sistemas de atención médica. No existe una fórmula internacional reconocida para el diseño de un programa porque su estructura pudiese reflejar la política de puesta en marcha o las necesidades de asistencia médica de su país. Podrían existir por lo tanto diferencias importantes en el enfoque dependiendo de cómo se tome un enfoque individual o de población. En algunos países, el proceso se enfoca en el individuo y el programa se configura para entregar beneficios óptimos para aquel paciente. En otros países, especialmente en donde los recursos son limitados, los programas se pudieran configurar para entregar el máximo beneficio a la población mediante el uso de un mínimo de rehabilitación necesaria para obtener un resultado satisfactorio. Sea cual sea la estrategia que se adopte, el programa debiera ser estructurado para entregar un contenido individualizado de forma que incluya paciente y familia y resulte en un cambio de estilo de vida que pueda sostener las mejoras por el mayor tiempo posible. Al igual que con cualquier proceso de atención médica, los proveedores deberían ser capaces de demostrar su eficacia a través de la auditoría del proceso y los resultados del programa. Además, necesitarán tomar en cuenta las necesidades del personal y los problemas de seguridad y salud. Esta sección habla sobre estos problemas implicados en la organización del programa aparte del contenido y de la evaluación de resultados individual.

### Selección y Evaluación del Paciente

Se debería considerar la rehabilitación pulmonar para todos los pacientes con enfermedad respiratoria crónica quienes presenten síntomas persistentes, actividad limitada y/o sean incapaces de ajustarse a la enfermedad a pesar de un manejo médico óptimo. La evidencia en la selección de pacientes que se pudieran beneficiar se deriva principalmente de pacientes que sufren de EPOC, habiendo estudios limitados que describan la rehabilitación en otras enfermedades pulmonares crónicas (5). Es probable que los beneficios sean similares en pacientes con una discapacidad comparable dentro de un espectro de enfermedades respiratorias. Se

pueden lograr mejoras gracias a la rehabilitación pulmonar sin importar la edad, el sexo, la función pulmonar o el hábito de fumar. La rehabilitación pulmonar se considera generalmente como un componente necesario antes y después de la cirugía de reducción del volumen del pulmón y del trasplante pulmonar (328). La debilidad del músculo periférico es un indicador positivo de un resultado exitoso (329).

El estado nutricional y la debilidad del músculo periférico pudieran también influenciar en el resultado de la rehabilitación (186, 330, 331) y una reducción nutricional grave y una baja MLG pueden asociarse con una respuesta insatisfactoria a la rehabilitación. Ya que no existe información clara que defina un umbral de discapacidad por selección, un índice de disnea simple, de acuerdo con la escala para la disnea del Consejo de Investigación Médica, pudiera ser un indicador general sobre cuándo es beneficiosa la rehabilitación (grados 3-5) (332). Podría haber también indicaciones específicas para la rehabilitación antes de un trasplante o de una cirugía de reducción de volumen pulmonar (333).

**Exclusiones.** El criterio de exclusión incluye problemas ortopédicos o neurológicos importantes que reduzcan la movilidad o la cooperación con el entrenamiento físico. Además, las condiciones coexistentes mal controladas, especialmente enfermedad psiquiátrica o cardíaca inestable, pudieran limitar la participación y de ese modo convertir al paciente en un candidato inadecuado. Algunos centros descalifican a los fumadores habituales; sin embargo, no existe evidencia de que los resultados al corto plazo sean diferentes en fumadores que en no fumadores.

**Adherencia.** Se necesita la motivación del paciente para lograr todos los beneficios de la rehabilitación pulmonar. Hay información limitada sobre los indicadores de no adherencia. Los indicadores de adherencia reducida a largo plazo incluyen aislamiento social y tabaquismo continuado (334). Muchos programas reportan índices de abandono en orden al 20%, a menudo debido a enfermedad intercurrente o dificultad logística. La adherencia con cambios en el estilo de vida a largo plazo, sobre todo haciendo ejercicio regularmente, es muy importante en la rehabilitación pulmonar y probablemente contribuye al declive en los beneficios luego de los 18 a los 24 meses. La mantención de la adherencia a largo plazo se discute más adelante en esta sección.

**Hipoxemia.** Los pacientes que se encuentran hipoxémicos en descanso o con ejercicios no deberían ser excluidos de la rehabilitación pero sí se les debería entregar oxígeno ambulatorio durante las sesiones de ejercicio. La suplementación de oxígeno en este marco no debería solamente promover la seguridad del paciente: también debería permitir que hayan niveles más elevados de entrenamiento con ejercicio. En un marco investigativo, la entrega de oxígeno como suplemento a pacientes no hipoxémicos que padecen de EPOC durante el entrenamiento con ejercicio realzó la mejora en el desempeño del ejercicio (19, 20). Sigue sin determinarse si esto será beneficioso en la práctica clínica.

**Tiempo.** La rehabilitación se completa generalmente durante un período de estabilidad clínica más que durante una exacerbación respiratoria. Sin embargo, la institución de la rehabilitación pulmonar durante o inmediatamente después de una exacerbación tiene una justificación y se demuestra que posee beneficios (64, 335-337). El tiempo precioso de la intervención luego de una exacerbación aún tiene que ser establecido. Esta es un área de



interés de investigación actual.

### **Marco del Programa**

Los principios de la rehabilitación pulmonar aplican independiente del lugar; por consiguiente, se ha demostrado que es eficaz en varios marcos. Una rehabilitación pulmonar llevada a cabo apropiadamente ofrece beneficios clínicos en todos los marcos que se han estudiado hasta el momento; no obstante, pocas pruebas clínicas ofrecen una comparación directa entre varios marcos.

La rehabilitación pulmonar intrahospitalaria puede consistir en un programa planificado en el cual el paciente es admitido directamente o en el cuidado intrahospitalario entregado durante la entrada por una exacerbación aguda. Este marco clínico es más adecuado para pacientes con descondicionamiento grave y falta de apoyo en el manejo del hogar o transporte limitado a marcos ambulatorios (305). Las desventajas potenciales de una rehabilitación pulmonar intrahospitalaria incluyen el costo proporcionalmente alto y la falta de cobertura del seguro en algunos países.

La rehabilitación pulmonar ambulatoria es el marco disponible más amplio y puede estar basado en el hospital o la comunidad. Las ventajas potenciales incluyen la eficiencia de costo, un ambiente clínico seguro y la disponibilidad de personal entrenado. La mayoría de los estudios que describen los beneficios de la rehabilitación pulmonar se derivan de programas ambulatorios basados en el hospital.

La rehabilitación basada en el hogar pudiera ofrecer la mayor comodidad para el paciente y pudiera prolongar sus beneficios (337-339). En pacientes con discapacidad grave, la rehabilitación en el hogar pudiere no ser tan eficaz (306). Las desventajas potenciales de una rehabilitación basada en el hogar incluyen la posible falta de oportunidad para tener apoyo de grupo, la presencia limitada de un equipo multidisciplinario, la disponibilidad variable de equipo para realizar ejercicio, la falta de instalaciones seguras y el costo de las visitas de profesionales médicos.

### **Estructura del Programa y Personal**

La rehabilitación pulmonar es brindada por un equipo multidisciplinario cuya estructura cambia de acuerdo a la población de pacientes, al presupuesto del programa, al reembolso del pago así como a la disponibilidad de los miembros del equipo y los recursos. El equipo está encabezado por un director médico junto con un coordinador de programa. En los Estados Unidos, la AACVPR entrega recomendaciones para programas a través de sus Directrices para Programas de Rehabilitación Pulmonar (5). Las necesidades del personal varían por jurisdicción: 1 cuarto para las clases de ejercicio y 1 octavo para educación en los Estados Unidos y 1 octavo para ejercicio y 1/16 en el Reino Unido (332). Aunque la rehabilitación pulmonar es segura, se recomienda que el personal tenga entrenamiento en técnicas de resucitación y que haya equipo apropiado y experiencia disponible en el sitio.

La rehabilitación pulmonar comienza con la evaluación del paciente, seguida por el programa formal de rehabilitación pulmonar y luego por el desarrollo de estrategias para mantener los beneficios mediante cambios en el estilo de vida. Aunque los beneficios a corto plazo pudieran ser obtenidos de inclusive programas intrahospitalarios de 2 cortas semanas, los programas de rehabilitación convencionales duran generalmente entre 8 y 12

semanas, dependiendo de las características de cada paciente y de la respuesta continua a la terapia. Los programas más largos pueden tener efectos más duraderos.

### **Auditoría del Programa y Control de Calidad**

Se pueden obtener buenos resultados a partir de programas simples, pero los servicios más sofisticados pueden entregar una mayor flexibilidad en el entrenamiento físico, la búsqueda de oportunidades y la habilidad para tratar con pacientes más complejos.

La mayoría de los pacientes que ingresan a rehabilitación pulmonar se beneficiaran de ella y el número a tratar para obtener una respuesta clínica significativa es bajo. Los resultados del estado de salud y desempeño físico centrados en el paciente común deberían registrarse para cuantificar el desempeño del programa como un todo. Se necesitan los datos mínimos para que se convenga nacionalmente el permitir algún control de calidad y agrupamiento de información que facilite la comparación de resultados en cuanto a los centros. Ya existen ejemplos de comparaciones locales (340).

Aparte del agrupamiento de los resultados centrados en el paciente, hay también algunas evaluaciones de organización de programa. Estas incluyen un registro de la asistencia al programa, la adherencia a la prescripción de ejercicios en el hogar, los ingresos al hospital, las visitas clínicas y las encuestas de satisfacción del paciente.

### **Estrategias de Largo Plazo**

Los objetivos inmediatos de la rehabilitación pulmonar son: reducir los síntomas, mejorar la función física y mejorar la HQL. Sus objetivos a largo plazo son el mantener estos beneficios y verlos traducidos en una reducción del uso de recursos de asistencia médica, especialmente mediante la prevención de ingreso al hospital, una disminución en el tiempo de permanencia en el hospital y una mejora en el autocuidado, limitando la dependencia de la asistencia médica.

**La duración de los beneficios de la rehabilitación pulmonar (concepto de cambio de estilo de vida).** Estudios limitados sugieren que los beneficios de la rehabilitación pulmonar disminuyen hacia una línea de base luego de 6 a 12 meses, pero permanecen mejor si se comparan con sujetos de control después de 1 año (341-346). Los beneficios de la HQL se presentan mejor preservados que el desempeño para hacer ejercicio, algunas veces incluso se mantiene por 2 años luego de la intervención (242, 347, 348). En algunos estudios, estos beneficios parecen mantenerse ante la ausencia de cualquier terapia de mantención específica, lo que sugiere que un cambio en el estilo de vida altera el comportamiento.

**Estructura del programa y los efectos de la duración del programa.** La rehabilitación pulmonar se puede proporcionar en una variedad de programas estructurados los cuales por sí mismos poseen una influencia en el grado o duración de los beneficios a largo plazo. Los programas intrahospitalarios de corta duración pudieran dar como resultado una mejora en el desempeño físico dentro de 2 semanas (349). Las comparaciones estrictas entre dosis-respuesta o duración de los beneficios y el índice de mejora en el desempeño del ejercicio y la calidad de vida pueden diferir (70). Es posible que las mejoras puedan continuar en desarrollo después de que la finalización de un programa, pero la observación de estos efectos no se ha determinado todavía.

**Mantención de los beneficios de la rehabilitación pulmonar.** Entre las estrategias para mantener los beneficios de la rehabilitación

se encuentran la rehabilitación continua, los programas de mantenimiento y la repetición de los ciclos. Continuar la rehabilitación por un período prolongado parece solo tener algún pequeño beneficio adicional (350), además un estudio identificó logros menores en el desempeño de una caminata de 6 minutos y otras medidas de discapacidad en pacientes que asistieron por 18 meses comparados con los que fueron 3 meses (351). Se necesita más investigación en esta área. Ha habido otros estudios de intervenciones de mantenimiento específica luego de un ciclo convencional de rehabilitación, pero aún no existe un consenso amplio sobre sus beneficios. No está claro qué forma de terapia de mantenimiento se debería tomar o cómo esta se debiese aplicar. Las intervenciones mensuales y el apoyo telefónico parecen mostrar beneficios mientras se aplican, pero sus efectos desaparecen rápidamente con la discontinuación (352). Repetir un ciclo de rehabilitación sí parece tener la habilidad de reproducir los logros a corto plazo, pero no resulta en ventajas a largo plazo (353).

**Otros métodos de apoyo (parientes, grupos de apoyo del paciente, programas comunitarios, etc.).** Hay una variedad de acercamientos para ayudar a los pacientes después de la rehabilitación pulmonar, los que incluyen cambiar la actitud de los cuidadores, asistir a grupos de apoyo de autoayuda o realizar sesiones de ejercicio en centros comunitarios. Todavía no hay datos sustantivos que respalden el uso de estas actividades, pero estas merecen ser consideradas.

## SECCIÓN 8: UTILIZACIÓN DE LA ASISTENCIA MÉDICA

Los pacientes con enfermedad respiratoria crónica son usuarios frecuentes de la asistencia médica y de los recursos del servicio social en todo el mundo. Aunque las metas más grandes de los programas de rehabilitación pulmonar son reducir los niveles de morbilidad y mejorar la actividad al igual que la participación en pacientes con enfermedad respiratoria crónica, su papel en el manejo de estos pacientes debe ser también validado por la eficacia de costos. El papel de la rehabilitación pulmonar en disminuir el uso de los recursos de asistencia médica es un beneficio potencial importante.

La rehabilitación pulmonar es una intervención eficaz en pacientes discapacitados debido a la enfermedad respiratoria crónica; sin embargo, existen relativamente pocos estudios que evalúen su efecto en la utilización de la asistencia médica. Un programa de 18 sesiones de rehabilitación pulmonar ambulatorio de 6 semanas redujo los días dentro del hospital del paciente y redujo el número de visitas al hogar si se compara con un manejo médico estándar (307). Un análisis de costo eficacia integral de la combinación de este programa de rehabilitación pulmonar multidisciplinario con un cuidado estándar para pacientes con enfermedad respiratoria incapacitante crónica concluyó que el programa fue eficaz en costo y produjo índices de costo por la unidad QALY (años ganados ajustados por calidad de vida) entre los límites considerados eficaces en costo y por lo tanto con probabilidad de convertirse en beneficios financieros para el sistema de asistencia médica (354).

Los pacientes con EPOC que reciben una intervención educativa con supervisión y apoyo basados en los principios de automanejo específicos para la enfermedad han disminuido sus

ingresos al hospital, reducido las visitas al departamento de emergencias y disminuido el número de visitas imprevistas al doctor (220). Este enfoque de asistencia a través de las estrategias de automanejo es de interés ya que no necesita recursos especializados y podría implementarse dentro de la práctica normal de la asistencia médica. En un estudio diseñado de antes-después, un programa de rehabilitación pulmonar integral de 18 sesiones basado en la comunidad se asoció con la reducción promedio del uso de asistencia médica, con costos directos reducidos y con la mejora del estado de salud de pacientes que sufren EPOC, sin importar la gravedad de su enfermedad (355).

El Grupo Colaborador de Rehabilitación Pulmonar de California, basado en 10 programas de rehabilitación pulmonar ambulatorios (340) entrega mayor evidencia sobre la eficacia de la rehabilitación si esta se practica en una variedad de marcos con un grupo heterogéneo de pacientes con enfermedad pulmonar crónica. Este estudio, el cual no incluye un grupo de control, demostró el considerable uso de recursos de asistencia médica durante los 3 meses previos a la rehabilitación, lo que se evidencia por una media de 2.6 días en el hospital, 0.4 visitas de asistencia de urgencia, 4.4 visitas médicas y 2.9 llamadas telefónicas. Sobre los 18 meses de la evaluación de seguimiento, los pacientes reportaron menos días en el hospital, menos visitas y menos llamadas telefónicas. Se necesitan mayores comparaciones de los costos de varios acercamientos a la rehabilitación pulmonar en combinación con resultados de corto y largo plazo para permitir evaluaciones precisas de la eficacia de costos, la cual debería contribuir a tomar decisiones informadas para reducir los costos de asistencia médica mientras se hace más ampliamente disponible la rehabilitación pulmonar.

## SECCIÓN 9: CONCLUSIONES E INSTRUCCIONES FUTURAS

En un relativamente corto período de tiempo, la rehabilitación pulmonar se ha vuelto reconocida como un pilar en el manejo integral de pacientes que padecen EPOC. Esto es evidente debido a su posición prominente en declaraciones tales como los Estándares para el Diagnóstico y el Manejo de Pacientes con EPOC de la ATS/ERS (207) y el documento de la Iniciativa Global por la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (GOLD) (206). La evidencia de una mejora en la resistencia para realizar ejercicios, en la disnea, en la capacidad funcional y en la calidad de vida es más sólida en la rehabilitación que en casi cualquiera otra terapia para pacientes con EPOC, además la documentación de sus efectos favorables en la utilización de la asistencia médica está aumentando. El éxito de la rehabilitación pulmonar proviene de su influencia positiva en los efectos sistémicos y en las comorbilidades asociadas con la enfermedad pulmonar crónica. Ya que estas deficiencias se encuentran presentes en algún grado en toda enfermedad pulmonar crónica, la rehabilitación pulmonar debiese ser eficaz en otras enfermedades aparte de la EPOC.

La ciencia y la implementación de la rehabilitación pulmonar se necesitan desarrollar en varias gamas en los próximos años. Primero, la rehabilitación pulmonar debería hacerse disponible para todos los pacientes que la necesiten. Esto requerirá que los profesionales médicos se eduquen en todos los niveles de entrenamiento de la razón, ámbito y beneficios de la rehabilitación

pulmonar, con la meta de incorporar este conocimiento en la práctica médica convencional. Además, se necesitan esfuerzos conjuntos para motivar a los sistemas de entrega de asistencia médica a proveer esta terapia y hacerla asequible. Existen estudios recientes que demuestran que los beneficios a largo plazo (incluyendo las reducciones en los recursos de asistencia médica) son alcanzables con intervenciones de un relativo bajo costo y tales estudios deberían ayudar con estos esfuerzos (220, 307, 340, 354).

Segundo, se necesita una mayor investigación para optimizar la eficacia de la rehabilitación pulmonar, incluyendo maneras más eficientes de dirigirla a las necesidades únicas del paciente individual. Entre estas maneras se incluyen, por ejemplo, definir la intensidad óptima y la duración del entrenamiento con ejercicio y definir los efectos de los componentes sin ejercicio de la rehabilitación pulmonar integral. Se están desarrollando estrategias complementarias, tales como la terapia hormonal, la administración de oxígeno suplementario a pacientes no hipoxémicos y la ventilación no invasiva; se debe establecer su eficacia. La razón científica para la rehabilitación pulmonar en enfermedades respiratorias que no sean la EPOC existe; su eficacia se debe establecer a través de ensayos clínicos.

Tercero, necesitamos desarrollar formas de mantener los beneficios de la rehabilitación pulmonar, especialmente mediante la mejora del autocuidado a largo plazo y la adherencia al régimen de ejercicios en el marco del hogar. Incluso si se ofrece rehabilitación pulmonar, un importante número de pacientes optan por no participar (210, 305); se sabe poco sobre las razones de esta elección. Se necesita más información sobre las razones y los indicadores de la no adherencia y la no participación para desarrollar así estrategias eficaces en este aspecto.

Finalmente, se necesitan más esfuerzos en conjunto para evaluar los efectos de la rehabilitación pulmonar en la supervivencia, porque es totalmente posible que pueda influenciar favorablemente este resultado. La rehabilitación pulmonar mejora la disnea, la capacidad para realizar ejercicios y la calidad de vida, cada una de las cuales es un indicador reconocido de mortalidad (356-359). Se necesitaría una gran prueba futura controlada para examinar estos posibles efectos.

Estas directrices brindan razones para estar optimistas. Un cuerpo considerable de conocimiento teórico y práctico se ha desarrollado desde la última declaración, convirtiéndose en la creación de la rehabilitación pulmonar como una ciencia. Esperamos refinar este proceso, mejorar su eficiencia, optimizar sus beneficios y expandir su alcance.

Esta declaración fue preparada por un subcomité *ad hoc* de la Asamblea de Nursin, Sección de Rehabilitación Pulmonar.

*Los miembros de subcomité son:*

- LINDA NICI, M.D., CLAUDIO DONNER, M.D., EMIEL WOUTERS, M.D., PH.D.,
- RICHARD ZUWALLACK, M.D. (co-chairs)
- NICOLINO AMBROSINO, M.D.
- JEAN BOURBEAU, M.D.
- MAURO CARONE, M.D.
- BARTOLOMÉ CELLI, M.D.
- MARIELLE ENGELEN, PH.D.
- BONNIE FAHY, R.N., M.S.N.
- CHRIS GARVEY, R.N.
- ROGER GOLDSTEIN, M.D.

- RIK GOSSELINK, P.T., PH.D.
- SUZANNE LAREAU, R.N.
- NEIL MACINTYRE, M.D.
- FRANCOIS MALTAIS, M.D.
- MIKE MORGAN, M.D.
- DENIS O'DONNELL, M.D.
- CHRISTIAN PREFALUT, M.D.
- JANE REARDON, R.N., M.S.N.
- CAROLYN ROCHESTER, M.D.
- ANNEMIE SCHOLS, PH.D.
- SALLY SINGH, PH.D.
- THIERRY TROOSTERS, P.T., PH.D.

Revisores consultados : Andrew Ries, M.D., M.P.H.; Richard Casaburi, Ph.D., M.D.; and Barry Make, M.D.

Referencias

1. Grone O, Garcia-Barbero M. Integrated care: a position paper of the WHO European office for integrated health care services. *IntJIntegr Care* 2001;1:1-15.
2. American Thoracic Society. Pulmonary rehabilitation—1999. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1666-1682.
3. Donner CF, Muir JF. Selection criteria and programmes for pulmonary rehabilitation in COPD patients. Rehabilitation and Chronic Care Scientific Group of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1997;10:744-757.
4. American College of Chest Physicians, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guideline. ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. *Chest* 1997;112:1363-1396.
5. ZuWallack RZ, Crouch R, editors. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for pulmonary rehabilitation programs, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
6. Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, Decramer M. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172:19-38.
7. Janson C, Bjornsson E, Hetta J, Boman G. Anxiety and depression in relation to respiratory symptoms and asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:930-934.
8. Parekh PI, Blumenthal JA, Babyak MA, Merrill K, Carney RM, Davis RD, Palmer SM. Psychiatric disorder and quality of life in patients awaiting lung transplantation. *Chest* 2003;124:1682-1688.
9. Borak J, Chodosowska E, Matuszewski A, Zielinski J. Emotional status does not alter exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1998;12:370-373.
10. Weisman IM, Zeballos RJ. An integrative approach to cardiopulmonary exercise testing. In: Weisman IM, Zeballos RJ, editors. Clinical exercise testing. *Prog Respir Res* Basel, Switzerland: Karger; 2002;32:300-322.
11. Hyatt RE. Expiratory flow limitation. *J Appl Physiol* 1983;55:1-7.
12. Pride NB, Macklem PT. Lung mechanics in disease. In: Fishman AP, editor. *Handbook of physiology*. Bethesda, MD: Oxford University Press. American Physiological Society. pp. 659-692.
13. Johnson BD, Weisman IM, Zeballos RJ, Beck KC. Emerging concepts in the evaluation of ventilatory limitation to exercise: the exercise tidal volume loop. *Chest* 1999;116:488-503.
14. O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:770-777.
15. Aliverti A, Stevenson N, Dellaca RL, Lo MA, Pedotti A, Calverley PM. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2004;59:210-216.
16. Diaz O, Villafranca C, Ghezzi H, Borzone G, Leiva A, Milic-Emil J, Lisboa C. Role of inspiratory capacity on exercise tolerance in COPD patients with and without tidal expiratory flow limitation at rest. *Eur Respir J* 2000;16:269-275.
17. Somfay A, Porszasz J, Lee SM, Casaburi R. Effect of hyperoxia on gas exchange and lactate kinetics following exercise onset in nonhypoxemic COPD patients. *Chest* 2002;121:393-400.

41. Maltais F, Simard AA, Simard C, Jobin J, Desgagnes P, LeBlanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid production during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:288-293.
42. Maltais F, Jobin J, Sullivan MJ, Bernard S, Whittom F, Killian KJ, Desmeules M, Belanger M, LeBlanc P. Metabolic and hemodynamic responses of lower limb during exercise in patients with COPD. *J Appl Physiol* 1998;84:1573-1580.
43. Killian KJ, LeBlanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJ. Exercise capacity and ventilatory, circulatory and symptom limitation in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:935-940.
44. Jeffery MM, Kufel TJ, Pineda L. Quadriceps fatigue after cycle exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:447-453.
45. Saey D, Debigare R, LeBlanc P, Mador MJ, Cote CG, Jobin J, Maltais F. Contractile leg fatigue after cycle exercise: a factor limiting exercise in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:425-430.
46. Levine S, Kaiser L, Leferovich J, Tikunov B. Cellular adaptations in the diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1997;337:1799-1806.
47. Levine S, Gregory C, Nguyen T, Shrager J, Kaiser L, Rubinstein N, Dudley G. Bioenergetic adaptation of individual human diaphragmatic myofibers to severe COPD. *J Appl Physiol* 2002;92:1205-1213.
48. Similowski T, Yan S, Gauthier AP, Macklem PT, Bellemare F. Contractile properties of the human diaphragm during chronic hyperinflation. *N Engl J Med* 1991;325:917-923.
49. Orozco-Levi M, Gea J, Lloreta JL, Felez M, Minguella J, Serrano S, Broquetas JM. Subcellular adaptation of the human diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1999;13:371-378.
50. Doucet M, Debigare R, Joannisse DR, Cote C, Leblanc P, Gregoire J, Deslauriers J, Vaillancourt R, Maltais F. Adaptation of the diaphragm and the vastus lateralis in mild-to-moderate COPD. *Eur Respir J* 2004;24:971-979.
51. Decramer M, Demedts M, Rochette F, Billiet L. Maximal transrespiratory pressures in obstructive lung disease. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1980;16:479-490.
52. Rochester DF, Braun NM. Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1985;132:42-47.
53. Perez T, Becquart LA, Stach B, Wallaert B, Tonnel AB. Inspiratory muscle strength and endurance in steroid-dependent asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:610-615.
54. Polkey MI, Kyroussis D, Hamnegard CH, Mills GH, Green M, Moxham J. Diaphragm strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1310-1317.
55. Begin P, Grassino A. Inspiratory muscle dysfunction and chronic hypercapnia in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:905-912.
56. Killian KJ, Jones NL. Respiratory muscles and dyspnea. *Clin Chest Med* 1988;9:237-248.
57. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:2021-2031.
58. Heijdra YF, Dekhuijzen PN, van Herwaarden CL, Folgering HT. Nocturnal saturation improves by target flow inspiratory muscle training in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:260-265.
59. O'Donnell DE, Bertley JC, Chau LK, Webb KA. Qualitative aspects of exertional breathlessness in chronic airflow limitation: pathophysiologic mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:109-115.
60. Sheel AW, Derchak PA, Pegelow DF, Dempsey JA. Threshold effects of inspiratory muscle work on limb vascular resistance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002;282:H1732-H1738.
61. Sala E, Roca J, Marrades RM, Alonso J, Gonzalez De Suso JM, Moreno A, Barbera JA, Nadal J, de Jover L, Rodriguez-Roisin R, et al. Effects of endurance training on skeletal muscle bioenergetics in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1726-1734.
62. Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, Carrier G, Maltais F. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:896-900.
18. O'Donnell DE, D'Arsigny C, Webb KA. Effects of hyperoxia on ventilatory limitation in advanced COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:892-898.
19. Emtner M, Porszasz J, Burns M, Somfay A, Casaburi R. Benefits of supplemental oxygen in exercise training in nonhypoxemic COPD patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:1034-1042.
20. Somfay A, Porszasz J, Lee SM, Casaburi R. Dose-response effect of oxygen on hyperinflation and exercise endurance in nonhypoxaemic COPD patients. *Eur Respir J* 2001;18:77-84.
21. Fujimoto K, Matsuzawa Y, Yamaguchi S, Koizumi T, Kubo K. Benefits of oxygen on exercise performance and pulmonary hemodynamics in patients with COPD with mild hypoxemia. *Chest* 2002;122:457-63.
22. Maltais F, Simon M, Jobin J, Desmeules M, Sullivan MJ, Belanger M, LeBlanc P. Effects of oxygen on lower limb blood flow and O<sub>2</sub> uptake during exercise in COPD. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:916-922.
23. World Health Organization. Definition of chronic cor pulmonale. *Circulation* 1963;27:594-615.
24. Santos S, Peinado VI, Ramirez J, Melgosa T, Roca J, Rodriguez-Roisin R, Barbera JA. Characterization of pulmonary vascular remodeling in smokers and patients with mild COPD. *Eur Respir J* 2002;19:632-638.
25. Voelkel NF, Tuder RM. Hypoxia-induced pulmonary vascular remodeling: a model for what human disease? *J Clin Invest* 2000;106:733-738.
26. Chetty KG, Brown SE, Light RW. Improved exercise tolerance of the polycythemic lung patient following phlebotomy. *Am J Med* 1983;74:415-420.
27. Sietsema K. Cardiovascular limitations in chronic pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:S656-S661.
28. MacNee W. Pathophysiology of cor pulmonale in chronic obstructive pulmonary disease: part one. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:833-852.
29. Butler J, Schrijen F, Henriquez A, Polu JM, Albert RK. Cause of the raised wedge pressure on exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:350-354.
30. Chabot F, Schrijen F, Poincelot F, Polu JM. Interpretation of high wedge pressure on exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Cardiology* 2001;95:139-145.
31. Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:9-18.
32. Puente-Maestu L, Sanz ML, Sanz P, Ruiz de Ona JM, Rodriguez-Hermosa JL, Whipp BJ. Effects of two types of training on pulmonary and cardiac responses to moderate exercise in patients with COPD. *Eur Respir J* 2000;15:1026-1032.
33. Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:1541-1551.
34. Maltais F, LeBlanc P, Jobin J. Intensity of training and physiological adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:555-561.
35. Schols AM, Soeters PB, Dingemans AM, Mostert R, Frantzen PJ, Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1151-1156.
36. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease: a statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:S1-S40.
37. Bernard S, LeBlanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, Maltais F. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:629-634.
38. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:976-980.
39. Franssen FM, Wouters EF, Baarends EM, Akkermans MA, Schols AM. Arm mechanical efficiency and arm exercise capacity are relatively preserved in chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1570-1576.
40. Gea JG, Pasto M, Carmona MA, Orozco-Levi M, Palomeque J, Broquetas J. Metabolic characteristics of the deltoid muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2001;17:939-945.

- exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1991;100:618-623.
63. Horowitz MB, Littenberg B, Mahler DA. Dyspnea ratings for prescribing exercise intensity in patients with COPD. *Chest* 1996;109:1169-1175.
  64. Chida M, Inase N, Ichioka M, Miyazato I, Marumo F. Ratings of perceived exertion in chronic obstructive pulmonary disease: a possible indicator for exercise training in patients with this disease. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991;62:390-393.
  65. Mahler DA, Ward J, Mejia-Alfaro R. Stability of dyspnea ratings after exercise training in patients with COPD. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1083-1087.
  66. Lake FR, Henderson K, Briffa T, Openshaw J, Musk AW. Upper-limb and lower-limb exercise training in patients with chronic airflow obstruction. *Chest* 1990;97:1077-1082.
  67. Couser JI Jr, Martinez FJ, Celli BR. Pulmonary rehabilitation that includes arm exercise reduces metabolic and ventilatory requirements for simple arm elevation. *Chest* 1993;103:37-41.
  68. Epstein SK, Celli BR, Martinez FJ, Couser JI, Roa J, Pollock M, Benditt JO. Arm training reduces the VO<sub>2</sub> and VE cost of unsupported arm exercise and elevation in chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 1997;17:171-177.
  69. Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:1541-1551.
  70. O'Donnell DE, McGuire M, Samis L, Webb KA. General exercise training improves ventilatory and peripheral muscle strength and endurance in chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1489-1497.
  71. American College of Sports Medicine. Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:992-1008.
  72. Coppoolse R, Schols AM, Baarends EM, Mostert R, Akkermans MA, Janssen PP, Wouters EF. Interval versus continuous training in patients with severe COPD: a randomized clinical trial. *Eur Respir J* 1999;14:258-263.
  73. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Effects of exercise training in COPD patients: interval versus endurance training. *Eur Respir J* 1998;12:2S.
  74. Simpson K, Killian K, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992;47:70-77.
  75. Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, Carrier G, Maltais F. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159: 896-901.
  76. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, De Paep C, Decramer M. Resistance versus endurance training in patients with COPD and skeletal muscle weakness. *Eur Respir J* 2002;19:1072-1078.
  77. Ortega F, Toral J, Cejudo P, Villagomez R, Sanchez H, Castillo J, Montemayor T. Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:669-674.
  78. Clark CJ, Cochrane LM, Mackay E, Paton B. Skeletal muscle strength and endurance in patients with mild COPD and the effects of weight training. *Eur Respir J* 2000;15:92-97.
  79. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD: a systematic review. *Chest* 2004;126:903-914.
  80. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, Hawkinson JL, Irvin CG, MacIntyre NR, McKay RT, Wanger JS, Anderson SD, et al. Guidelines for methacholine and exercise challenge. Official Statement of the American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:309-329.
  81. Moorcroft AJ, Dodd ME, Webb KA. Exercise limitations and training for patients with cystic fibrosis. *Disabil Rehabil* 1998;20:247-253.
  82. Gulmans VAM, de Meer K, Brackel HJL, Faber JAJ, Berger R, Helders PJM. Outpatient exercise training in children with cystic fibrosis: physiological effects, perceived competence and acceptability. *Pediatr Pulmonol* 1999;28:39-46.
  83. Heijerman HGM. Chronic obstructive lung disease and respiratory muscle function: the role of nutrition and exercise training in cystic fibrosis. *Respir Med* 1993;87:49-51.
  84. Orenstein DM, Noyes BE. Cystic fibrosis: In: Casaburi R, Petty T, Maltais F, LeBlanc P, Simard C, Jobin J, Berube C, Bruneau J, Carrier L, Belleau R. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:442-447.
  85. Puhan MA, Scharplatz M, Troosters T, Steurer J. Respiratory rehabilitation after acute exacerbation of COPD may reduce risk for readmission and mortality: a systematic review. *Respir Res* 2005;6:54.
  86. Emery CF, Leatherman NE, Burkner EJ, MacIntyre NR. Psychological outcomes of a pulmonary rehabilitation program. *Chest* 1991;100:613-617.
  87. Emery CF, Schein RL, Hauck ER, MacIntyre NR. Psychological and cognitive outcomes of a randomized trial of exercise among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Health Psychol* 1998;17: 232-240.
  88. O'Donnell DE, McGuire M, Samis L, Webb KA. The impact of exercise conditioning on breathlessness in severe chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:2005-2013.
  89. Whittom F, Jobin J, Simard PM, LeBlanc P, Simard C, Bernard S, Belleau R, Maltais F. Histochemical and morphological characteristics of the vastus lateralis muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1467-1474.
  90. American Thoracic Society/American College of Chest Physicians. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:211-277.
  91. Green RH, Singh SJ, Williams J, Morgan MD. A randomised controlled trial of four weeks versus seven weeks of pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2001;56:143-145.
  92. Plankeel JF, McMullen B, MacIntyre NR. Exercise outcomes after pulmonary rehabilitation depend on the initial mechanisms of exercise limitation among non-oxygen-dependent COPD patients. *Chest* 2005;127:110-116.
  93. Rossi G, Florini F, Romagnoli M, Bellatone T, Lucic S, Lugli D, Clini E. Length and clinical effectiveness of pulmonary rehabilitation in outpatients with chronic airway obstruction. *Chest* 2005;127:105-109.
  94. Fuchs-Climent D, Le Gallais D, Varray A, Desplan J, Cadopi M, Prefaut C. Quality of life and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease: effects of a short and intensive inpatient rehabilitation program. *Am J Phys Med Rehabil* 1999;78:330-335.
  95. Salman GF, Mosier MC, Beasley BW, Calkins DR. Rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Gen Intern Med* 2003;18:213-221.
  96. World Health Organization. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2003.
  97. Lacasse Y, Brosseau L, Milne S, Martin S, Wong E, Guyatt GH, Goldstein RS. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;3:CD003793.
  98. Ringbaek TJ, Broendum E, Hemmingsen L, Lybeck K, Nielsen D, Andersen C, Lange P. Rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease: exercise twice a week is not sufficient! *Respir Med* 2000;94:150-154.
  99. Puente-Maestu L, Sanz ML, Sanz P, Cubillo JM, Mayol J, Casaburi R. Comparison of effects of supervised versus self-monitored training programs in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2000;15:517-525.
  100. Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Respir J* 2002;20:12-19.
  101. Engstrom CP, Persson LO, Larsson S, Sullivan M. Long-term effects of a pulmonary rehabilitation programme in outpatients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled study. *Scand J Rehabil Med* 1999;31:207-213.
  102. Clark CJ, Cochrane L, Mackay E. Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *Eur Respir J* 1996;9:2590-2596.
  103. Normandin EA, McCusker C, Connors M, Vale F, Gerardi D, ZuWallack RL. An evaluation of three approaches to exercise conditioning in pulmonary rehabilitation. *Chest* 2002;121:1085-1091.
  104. Vallet G, Ahmaidi S, Serres I, Fabre C, Bourgoignie D, Desplan J, Varray A, Prefaut C. Comparison of two training programmes in chronic airflow limitation patients: standardized versus individualized protocols. *Eur Respir J* 1997;10:114-122.
  105. Punzal PA, Ries AL, Kaplan RW, Prewitt LM. Maximum intensity

- editors. Principles and practice of pulmonary rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders; 1993. pp. 439-458.
107. Mowbray S. Cystic fibrosis in adults: diagnosis and management. *Clin Chest Med* 1987;8:695-710.
  108. Brackley P. Exercise recommendations for individuals with cystic fibrosis. *Sports Med* 1997;1:17-37.
  109. Newall C, Stockley RA, Hill SL. Exercise training and inspiratory muscle training in patients with bronchiectasis. *Thorax* 2005;60:943-948.
  110. Brackley P. Pulmonary rehabilitation in neuromuscular disorders. *Neurology* 1993;14:515-529.
  111. Casaburi R, Kukafka D, Cooper DB, Kesten S. Improvement in exercise endurance with the combination of tiotropium and rehabilitative exercise training in COPD patients [abstract]. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:A756.
  112. Belman MJ, Botnick WC, Shin JW. Inhaled bronchodilators reduce dynamic hyperinflation during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:967-975.
  113. O'Donnell DE, Lam M, Webb KA. Measurement of symptoms, lung hyperinflation, and endurance during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:1557-1565.
  114. O'Donnell DE, Lam M, Webb KA. Spirometric correlates of improvement in exercise performance after anticholinergic therapy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:542-549.
  115. O'Donnell DE, Voduc N, Fitzpatrick M, Webb KA. Effect of salmeterol on the ventilatory response to exercise in COPD. *Eur Respir J* 2004;24:86-94.
  116. Gandevia SC. The perception of motor commands or effort during muscular paralysis. *Brain* 1982;105:151-159.
  117. Casaburi R, Kukafka D, Cooper CB, Witek TJ, Kesten S. Improvement in exercise tolerance with the combination of tiotropium and pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest* 2005;127:809-817.
  118. Garrod R, Paul EA, Wedzicha JA. Supplemental oxygen during pulmonary rehabilitation in patients with COPD with exercise hypoxaemia. *Thorax* 2000;55:539-543.
  119. Rooyackers JM, Dekhuijzen PN, van Herwaarden CL, Folgering HT. Training with supplemental oxygen in patients with COPD and hypoxaemia at peak exercise. *Eur Respir J* 1997;10:1278-1284.
  120. Wadell K, Henriksson-Larsen K, Lundgren R. Physical training with and without oxygen in patients with chronic obstructive pulmonary disease and exercise-induced hypoxaemia. *J Rehabil Med* 2001;33:200-205.
  121. McDonald CF, Blyth CM, Lazarus MD, Marschner I, Barter CE. Exertional oxygen of limited benefit in patients with chronic obstructive pulmonary disease and mild hypoxemia. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1616-1619.
  122. Jolly EC, Di B. V, Aguirre L, Luna CM, Berensztein S, Gene RJ. Effects of supplemental oxygen during activity in patients with advanced COPD without severe resting hypoxemia. *Chest* 2001;120:437-443.
  123. Ambrosino N, Strambi S. New strategies to improve exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2004;24:313-322.
  124. O'Donnell DE, Sani R, Giesbrecht G, Younes M. Effect of continuous positive airway pressure on respiratory sensation in patients with chronic obstructive pulmonary disease during submaximal exercise. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1185-1191.
  125. O'Donnell DE, Sani R, Younes M. Improvement in exercise endurance in patients with chronic airflow limitation using continuous positive airway pressure. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1510-1514.
  126. Petrof BJ, Calderini E, Gottfried SB. Effect of CPAP on respiratory effort and dyspnea during exercise in severe COPD. *J Appl Physiol* 1990;69:179-188.
  127. Keilty SE, Ponte J, Fleming TA, Moxham J. Effect of inspiratory pressure support on exercise tolerance and breathlessness in patients with severe stable chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1994;49:990-994.
  128. Maltais F, Reissmann H, Gottfried SB. Pressure support reduces inspiratory effort and dyspnea during exercise in chronic airflow obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1027-1033.
  129. Polkey MI, Kyroussis D, Mills GH, Hamnegard CH, Keilty SE, Green M, Moxham J. Inspiratory pressure support reduces slowing of inspiratory muscle relaxation rate during exhaustive treadmill walking in severe COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1146-1150.
  130. Hawkins P, Johnson LC, Nikolettou D, Hamnegard CH, Sherwood R, Polkey MI, Moxham J. Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002;57:853-859.
  131. Bianchi L, Foglio K, Porta R, Baiardi R, Vitacca M, Ambrosino N. Lack of additional effect of adjunct of assisted ventilation to pulmonary rehabilitation in mild COPD patients. *Respir Med* 2002;96:359-367.
  132. Johnson JE, Gavin DJ, Adams-Dramiga S. Effect of training with Heliox and noninvasive positive pressure ventilation on exercise ability in patients with severe COPD. *Chest* 2002;122:464-472.
  133. Garrod R, Mikelsons C, Paul EA, Wedzicha JA. Randomized controlled trial of domiciliary noninvasive positive pressure ventilation and physical training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1335-1341.
  134. Larson JL, Kim MJ, Sharp JT, Larson DA. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:689-696.
  135. Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, Cruz E, Pertuze J, Borzone G. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J* 1997;10:537-542.
  136. Dekhuijzen PN, Folgering HT, van Herwaarden CL. Target-flow inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest* 1991;99:128-133.
  137. Wanke T, Formanek D, Lahrmann H, Brath H, Wild M, Wagner C, Zwick H. Effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. *Eur Respir J* 1994;7:2205-2211.
  138. Lotters F, Van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J* 2002;20:570-576.
  139. Belman MJ, Shadmehr R. Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol* 1988;65:2726-2735.
  140. Nickerson BG, Keens TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J Appl Physiol* 1982;52:768-772.
  141. Gosselink R, Wagenaar RC, Decramer M. Reliability of a commercially available threshold loading device in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1996;51:601-605.
  142. Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol* 1976;41:508-516.
  143. Scherer TA, Spengler CM, Owassapian D, Imhof E, Boutellier U. Respiratory muscle endurance training in chronic obstructive pulmonary disease: impact on exercise capacity, dyspnea, and quality of life. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1709-1714.
  144. Boutellier U, Piwko P. The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992;64:145-152.
  145. Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackay E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax* 2002;57:333-337.
  146. Bourjeily-Habr G, Rochester C, Palermo F, Snyder P, Mohsenin V. Randomised controlled trial of transcutaneous electrical muscle stimulation of the lower extremities in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002;57:1045-1049.
  147. Zanotti E, Felicetti G, Maini M, Fracchia C. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. *Chest* 2003;124:292-296.
  148. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Baken WC, Wesseling GJ, Wouters EF. Nutritional depletion in relation to respiratory and peripheral skeletal muscle function in outpatients with COPD. *Eur Respir J* 1994;7:1793-1797.
  149. De Benedetto F, Del Ponte A, Marinari S, Spaccone A. In COPD patients, body weight excess can mask lean tissue depletion: a simple method of estimation. *Monaldi Arch Chest Dis* 2000;55:273-278.
  150. Openbrier DR, Irwin MM, Rogers RM, Gottlieb GP, Dauber JH, Van Thiel DH, Pennock BE. Nutritional status and lung function in patients with emphysema and chronic bronchitis. *Chest* 1983;83:17-22.
  151. Braun SR, Keim NL, Dixon RM, Clagnaz P, Anderegg A, Shrago ES. The prevalence and determinants of nutritional changes in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1984;86:558-563.

152. Fiaccadori E, Del Canale S, Coffrini E, Vitali P, Antonucci C, Cacciani G, Mazzola I, Guariglia A. Hypercapnic-hypoxemic chronic obstructive pulmonary disease (COPD): influence of severity of COPD on nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1988;48:680-685.
153. Schols AMWJ, Soeters PB, Dingemans AMC, Mostert R, Frantzen PJ, Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1151-1156.
154. Baarends EM, Schols AM, Mostert R, Wouters EF. Peak exercise response in relation to tissue depletion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1997;10:2807-2813.
155. Schols AMWJ, Fredrix EW, Soeters PB, Westerterp KR, Wouters EFM. Resting energy expenditure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 1991;5:983-987.
156. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Heidental GAK, Wouters EFM. Dual-energy X-ray absorptiometry in the clinical evaluation of body composition and bone mineral density in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 1998;68:1298-1303.
157. Hughes RL, Katz H, Sahgal V, Campbell JA, Hartz R, Shields TW. Fiber size and energy metabolites in five concrete muscles from patients with chronic obstructive lung diseases. *Respiration (Herrlisheim)* 1983;44:321-328.
158. Gosker HR, Engelen MP, van Mameren H, van Dijk PJ, van der Vusse GJ, Wouters EF, Schols AM. Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat free mass in chronic obstructive pulmonary 180. disease. *Am J Clin Nutr* 2002;76:113-119.
159. VanItallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: 181. potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1990;52:953-959.
160. Schols AM, Soeters PB, Dingemans AMC, Mostert R, Frantzen PJ, 182. Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1151-1156.
161. Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MD. Bedside methods versus 183. dual energy X-ray absorptiometry for body composition measurement in COPD. *Eur Respir J* 2002;19:626-631.
162. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Baken WC, Wesseling GJ, Wouters EF. Nutritional depletion in relation to respiratory and nonrespiratory skeletal 184. muscle function in outpatients with COPD. *Eur Respir J* 1994;7:1793-1797.185.
163. Mostert R, Goris A, Weling-Scheepers C, Wouters EF, Schols AM. Tissue depletion and health related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2000;94:859-867.
164. Baarends EM, Schols AM, Mostert R, Wouters EF. Peak exercise re- 186. sponse in relation to tissue depletion in patients with chronic obstructive lung disease. *Eur Respir J* 1997;10:2807-2813.
165. Kobayashi A, Yoneda T, Yoshikawa M, Ikuno M, Takenaka H, Fukuoka A, et al. The relation of fat-free mass to maximum exercise perfor- 187. mance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lung* 2000;178:119-127.
166. Engelen MP, Deutz NE, Wouters EF, Schols AM. Enhanced levels of whole-body protein turnover in patients with chronic obstructive 188. pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1488-1492.
167. Nishimura Y, Tsutsumi M, Nakata H, Tsunenari T, Maeda H, Yokoyama M. Relationship between respiratory muscle strength and lean body mass in men with COPD. *Chest* 1995;107:1232-1236.189.
168. Schols AM, Soeters PB, Mostert R, Pluyms RJ, Wouters EF. Physiologic effects of nutritional support and anabolic steroids in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a placebo-controlled randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1268-1274.190.
169. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2000;20:353-360.191.
170. Polkey MI, Kyroussis D, Hamnegard CH, Mills GH, Green M, Moxham J. Diaphragm strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1310-1317.192.
171. Shoup R, Dalsky G, Warner S, Davies M, Connors M, Khan M, et al. Body composition and health-related quality of life in patients with 193. obstructive airways disease. *Eur Respir J* 1997;10:1576-1580.
172. Schols AM, Slangen J, Volovics L, Wouters EF. Weight loss is a reversible factor in the aetiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1791-1797.
173. Wilson DO, Rogers RM, Wright EC, Anthonisen NR. Body weight in chronic obstructive pulmonary disease. The National Institutes of Health Intermittent Positive-Pressure Breathing Trial. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:1435-1438.
174. Landbo C, Prescott E, Lange P, Vestbo J, Almdal TP. Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1856-1861.
175. Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, Lange P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur Respir J* 2002;20:539-544.
176. Marmorek K, Debigare R, Lacasse Y, LeBlanc P, Jobin J, Carrier G, et al. Midhigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:809-813.
177. Schols AM, Buurman WA, Staal van den Brekel AJ, Dentener MA, Wouters EF. Evidence for a relation between metabolic derangements and increased levels of inflammatory mediators in a subgroup of 200. patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1996;51:819-824.
179. Nijssen LT, Bedu M, Caillaud D, Beaufriere B, Beaujon G, Vasson M, et al. Increased resting energy expenditure is related to plasma TNF-alpha concentration in stable COPD patients. *Clin Nutr* 1999;18:269-247.
179. Creutzberg EC, Schols AM, Bothmer-Quaedvlieg FC, Wouters EF. Prevalence of an elevated resting energy expenditure in patients with chronic obstructive pulmonary disease in relation to body composition and lung function. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:396-401.
180. Creutzberg EC, Schols AM, Bothmer-Quaedvlieg FC, Wouters EF. Prevalence of an elevated resting energy expenditure in patients with chronic obstructive pulmonary disease in relation to body composition and lung function. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:396-401.
181. Efthimiou J, Fleming J, Gomes C, Spiro SG. The effect of supplementary oral nutrition in poorly nourished patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988;137:1075-1082.
182. Whittaker JS, Ryan CF, Buckley PA, Road JD. The effects of refeeding on peripheral and respiratory muscle function in malnourished chronic obstructive pulmonary disease patients. *Am Rev Respir Dis* 1990;142: 283-288.
183. Rogers RM, Donahoe M, Costantino J. Physiologic effects of oral supplemental feeding in malnourished patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized control study. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:1511-1517.
184. Ferreira IM, Brooks D, Lacasse Y, Goldstein PS. Nutritional support for individuals with COPD: a meta-analysis. *Chest* 2000;117:672-678
185. Goris AH, Vermeeren MA, Wouters EF, Schols AM, Westerterp KR. Energy balance in depleted ambulatory patients with chronic obstructive pulmonary disease: the effect of physical activity and oral nutritional supplementation. *Br J Nutr* 2003;89:725-731
186. Creutzberg EC, Schols AM, Weling Scheepers CA, Buurman WA, Wouters EF. Characterization of nonresponse to high caloric oral nutritional therapy in depleted patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:745-752.
187. Vermeeren MA, Wouters EF, Nelissen LH, van Lier A, Hofman Z, Schols AM. Acute effects of different nutritional supplements on symptoms and functional capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 2001;73:295-301.
188. Creutzberg EC, Wouters EF, Mostert R, Weling-Scheepers CA, Schols AM. Efficacy of nutritional supplementation therapy in depleted patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nutrition* 2003;19: 120-127.
189. Franssen FM, Broekhuizen R, Janssen PP, Wouters EF, Schols AM. Effects of whole-body exercise training on body composition and functional capacity in normal-weight patients with COPD. *Chest* 2004; 125:2021-2028.
190. Bernard S, Whittom F, Leblanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:896-901.
191. Meredith CN, Frontera WR, O'Reilly KP, Evans WJ. Body composition in elderly men: effect of dietary modification during strength training. *J Am Geriatr Soc* 1992;40:155-162.

192. Yeh SS, DeGuzman B, Kramer T. Reversal of COPD-associated weight loss using the anabolic agent oxandrolone. *Chest* 2002;122:421-428.
193. Schols AM, Soeters PB, Mostert R, Pluymers RJ, Wouters EF. Physiologic effects of nutritional support and anabolic steroids in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a placebo-controlled randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1268-1274.
194. Casaburi R, Bhasin S, Cosentino L, Porszasz J, Somfay A, Lewis MI, et al. Effects of testosterone and resistance training in men with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;170:870-878.
195. Burdet L, de Muralat B, Schutz Y, Pichard C, Fitting JW. Administration of growth hormone to underweight patients with chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, randomized, controlled study. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:1800-1806.
196. Weisberg J, Wanger J, Olson J, Streit B, Fogarty C, Martin T, et al. Megestrol acetate stimulates weight gain and ventilation in underweight COPD patients. *Chest* 2002;121:1070-1078.
197. Koenig SM. Pulmonary complications of obesity. *Am J Med Sci* 2001; 321:249-279.
198. Fontaine KR, Barofsky I. Obesity and health-related quality of life. *ObesRev* 2001;2:173-182.
199. Larsson UE, Mattsson E. Perceived disability and observed functional limitations in obese women. *Int J Obes Rel Metab Disord* 2001;259: 1705-1712.
200. Lean ME, Han TS, Seidell JC. Impairment of health and quality of life using new US federal guidelines for the identification of obesity. *Arch Intern Med* 1999;159:837-843.
201. Mohsenin V, Gee JBL. Effect of obesity on the respiratory system and 227. pathophysiology of sleep apnea. *Curr Pulm* 1992;14:170-197.
202. Struble DJ, Rogers RM. Obstructive sleep apnea. *N Engl J Med* 1996; 334:00104
203. Wittaker JA, Pedlow LE, Rochester CF. Functional outcome of inpatient pulmonary rehabilitation for patients with morbid obesity. *Respir* 2000;161:4405-4429.
204. Guzmán J, Wainman SE, Paek S, Miranda-Lopez E. Morbidly obese patients with pulmonary disease: a retrospective study of four cases. *Am J Phys Med Rehabil* 1999;79:60-65
205. Ramesh S, Saha S, Pedlow LM, Bellinger M. Quality of life after inpatient rehabilitation in children with obesity. *Int J Obes Rel Metab Disord* 2001;25:862-865
206. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease workshop report: updated 2003. Available from: <http://www.goldcopd.com> (accessed July 2003).
207. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Standards for the diagnosis and management of patients with COPD. Available from: <http://www.thoracic.org/standards> (accessed 2004).
208. Larson SC, Feal KC. Patient and family education. In: Hedges JB, Calkins DR, Cannon GI. Pulmonary rehabilitation. 2nd ed. St. Louis: Elsevier; 2000.
209. Boudreau T, Loria K, Halperin H, Campbell K. Patient self-management of chronic disease in primary care. *JAMA* 2002;288:2460-2475.
210. Bourbeau J, Nault D, Dang-Tan T. Self-management and behaviour modification in COPD. *Patient Educ Couns* 2004;53:271-277
211. Bandura A. Self-efficacy toward a unified theory of behavioral change. *Psychol Rev* 1977;84:191-215.
212. National Institute for Health and Clinical Excellence Guideline No 12. Chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2004;59:131.
213. Donaldson GC, Seemungal TA, Bhowmik A, Wedzicha JA. Relationship between exacerbation frequency and lung function decline in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002;57:847-852.
214. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, Kasran A, Gayan-Ramirez G, Bogaerts P, Bouillon R, Decramer M. Muscle force during an acute exacerbation in hospitalized patients with COPD and its relationship with CXCL8 and IGF-I. *Thorax* 2003;59:741-742.
215. Seemungal TA, Donaldson GC, Paul EA, Bestall JC, Jefferies DJ, Wedzicha JA. Effect of exacerbation on quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1418-1422.
216. Anderson F, Borg S, Jansson SA, Jonsson AC, Ericsson A, Prutz C, et al. The costs of exacerbations in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2002;96:700-708.
217. Price MJ, Hurrell C, Efthimiou J. Medical and health care costs of treating exacerbations of COPD. *Eur Respir J* 1999;14:380s.
218. Connors AF Jr, Dawson NV, Thomas C, Harrell FE Jr, Desbiens N, Fulkerson WJ, Kussin P, Bellamy P, Goldman L, Knaus WA. Outcomes following acute exacerbation of severe chronic obstructive lung disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:959-967.
219. Wilkinson T, Donaldson G, Hurst J, Seemungal T, Wedzicha J. Early therapy improves outcomes of exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:1298-1303.
220. Bourbeau J, Julien M, Maltais F, Rouleau M, Boireau A, Begin R, Renzi P, Nault D, Borycki E, Schwartzman K, et al.; Chronic Obstructive Pulmonary Disease axis of the Respiratory Network Fonds de la 246. Recherche en Sante du Quebec. Reduction of hospital utilization in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Intern Med* 2003;163:585-591.
221. Heffner JE, Fahy B, Hilling L, Barbieri C. Attitudes regarding advance directives among patients in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1735-1740.
222. Heffner JE. Role of pulmonary rehabilitation in palliative care. *Respir Care* 2000;45:1371-1375.
223. Gosselink R. Controlled breathing and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev* 2003;40:25-34.
224. Bianchi R, Gigliotti F, Romagnoli I, Lanini B, Castellani C, Grazianni M, Scano G. Chest wall kinematics and breathlessness during pursed-lip breathing in patients with COPD. *Chest* 2004;125:459-465.
225. Gosselink R, Wagenaar H, Rijswijk A, Sargeant J, Decramer ML. Diaphragmatic breathing reduces efficiency of breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1136-1142.
226. Vitacca M, Cline E, Bianchi L, Ambrosino N. Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. *Eur Respir J* 1998;11:408-415.
227. Sharp JT, Druz WS, Moisan T, Foster J, Machnach W. Postural relief of dyspnea in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1980;122:1102-1107.
228. Solway S, Brooks D, Lau L, Goldstein R. The short-term effect of a rollator on functional exercise capacity among individuals with severe COPD. *Chest* 2002;122:56-65
229. Probst VS, Troosters T, Coosemans I, Spruit MA, Pitta FO, Decramer M, Gosselink R. Mechanisms of improvement in exercise capacity using a rollator in patients with COPD. *Chest* 2004;126:1102-1107.
230. Lareau S, Larson H. Ineffective breathing pattern related to airflow limitation. *Nursing Clin North Am* 1987;22:179-191.
231. Jones AP, Rowe BH. Bronchopulmonary hygiene physical therapy for chronic obstructive pulmonary disease and bronchiectasis. *Cochrane Database Syst Rev* 2000;2:CD000045.
232. Bellone A, Spagnolatti L, Massobrio M, Bellei E, Vinciguerra R, Barbieri A. Short-term effects of expiration under positive pressure in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and mild acidosis requiring non-invasive positive pressure ventilation. *Intensive Care Med* 2002;28:581-585.
233. van der Shans C, Prasad A, Main C. Chest physiotherapy compared to no chest physiotherapy in cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2000;2:CD001401.
234. Monnikhof E, van der Valk P, van der Palen J, van Herwaarden C, Zielhuis G. Effects of a comprehensive self-management programme in patients with chronic obstructive lung disease. *Eur Respir J* 2003; 22:815-820
235. World Health Organization. Adherence to long-term therapies: evidence for action. *Annex* 2003;1:143.
236. McAuley E, Lox C, Duncan TE. Long-term maintenance of exercise self-efficacy and physiological change in older adults. *J Gerontol Psych Sci* 1993;48:218-224.
237. Brassington GS, Atienza AA, Perczek RE, DiLorenzo TN, King AC. Intervention-related cognitive versus social mediators of exercise adherence in the elderly. *Am J Prev Med* 2002;23:80-86.
238. Jette AM, Rooks D, Lachman M, Lin TH, Levenson C, Heislen D, Giorgetti MM, Harris BA. Home-based resistance training: predictors of participation and adherence. *Gerontologist* 1998;38:412-421.
239. Rhodes RE, Martin AD, Tawnton JE, Rhodes EC, Donnelly M, Elliot J. Factors associated with exercise adherence among older adults: an individual perspective. *Sports Med* 1999;28:397-411.
240. Nault D, Dagenais J, Perreault V, Pepin J, Labrecque S, Seguin M, et al. Qualitative evaluation of a disease-specific self-management program "Living Well with COPD." *Eur Respir J* 2000;16:317S.



241. Brooks D, Krip B, Mangovski-Alzamora S, Goldstein RS. The effect of postrehabilitation programmes among individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2002;20:20-29.
242. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short- and long-term effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med* 2000;109:207-212.
243. Singer HK, Ruchinskas P, Piley KC. The psychological impact of end-stage lung disease. *Chest* 2001;120:1246-1252.
244. Dowson CA, Cuijter RG, Mulder RT. Anxiety and self management behavior in chronic pulmonary disease: what has been learned? *Chron Respir Dis* 2004;1:213-220.
245. Heim P, Pleger A, Weidlich E. Dyspnea: psychophysiological relationships. *Psychosom Med* 1972;34:405-423.
246. McCathie HC, Spence SH, Tate RL. Adjustment to chronic obstructive pulmonary disease: the importance of psychological factors. *Eur Respir J* 2002;19:47-53.
247. Mills TL. Comorbid depressive symptomatology: isolating the effects of chronic medical conditions on self-reported depressive symptoms among community-dwelling older adults. *Soc Sci Med* 2001;53:569-578.
248. Yohannes AM, Baldwin RC, Connolly MJ. Prevalence of sub-threshold depression in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Geriatr Psychiatry* 2003;18:412-416.
249. Lacasse Y, Rousseau L, Maltais F. Prevalence of depressive symptoms and depression in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2001;21:80-86.
250. Yohannes AM, Baldwin RC, Connolly MJ. Mood disorders in elderly patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Rev Clin Gerontol* 2000;10:193-202.
251. Emery CF, Hauck ER, MacIntyre NR, Leatherman NE. Psychological functioning among middle aged and older adult pulmonary patients in exercise rehabilitation. *Phys Occup Ther Geriatr* 1994;12:13-26.
252. Emery CF, Schein RL, Hauck ER, MacIntyre NR. Psychological and cognitive outcomes of a randomized trial of exercise among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Health Psychol* 1998;17: 232-240.
278. Fechner CW. Impact of chronic illness on the patient's spouse. *Health Soc Work* 1980;5:39-46.
279. Zigmond AS, Snaith RP. The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatr Scand* 1983;67:361-370.
280. Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Meek J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry* 1961;4:561-571.
281. Emery CF. Psychosocial considerations among pulmonary patients. In: Hodgkin JE, Connors GL, Bell CW, editors. *Pulmonary rehabilitation: guidelines to success*, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1993. pp. 279-292.
282. Kim HF, Kunik ME, Molinari VA, Hillman SL, Lalani S, Orengo CA, Petersen NJ, Nahas Z, Goodnight-White S. Functional impairment in COPD patients: the impact of anxiety and depression. *Psychosomatics* 2000;41:465-471.
283. Stockdale-Woolley R. Sex and COPD. East Hartford, CT: American Lung Association of Connecticut; 2002.
284. McKone EF, Bary SC, Fitzgerald MX, Gallagher CG. The role of supplemental oxygen during submaximal exercise in patients with cystic fibrosis. *Eur Respir J* 2002;20:134-142.
285. Emter M, Herala M, Stalenheim G. High-intensity physical training in adults with asthma: a 10-week rehabilitation program. *Chest* 1996;109: 323-330.
286. Cochrane LM, Clark CJ. Benefits and problems of a physical training program for asthmatic patients. *Thorax* 1990;45:345-351.
287. Cambach W, Wagenaar RC, Koelman TW, Ton van Keimpema AR, Kemper HC. The long-term effects of pulmonary rehabilitation in patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease: a research synthesis. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:103-111.
288. Emter M, Finne M, Stalenheim G. High-intensity physical training in adults with asthma. A comparison between training on land and in water. *Scand J Rehabil Med* 1998;30:201-209.
289. Bradley J, Moran F, Greenstone M. Physical training for bronchiectasis. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;3:CD002166.
253. Foster S, Thomas HM. Pulmonary rehabilitation in lung disease other than chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141:601-604.
254. Novitch RS, Thomas HM. Pulmonary rehabilitation in chronic pulmonary interstitial disease. In: Fishman AP, editor. *Pulmonary rehabilitation: lung biology in health and disease*. Vol. 91. New York: Marcel Dekker; 1996. pp. 683-700.
255. Siegler EL, Stineman MG, Meintz G. Development of complications during rehabilitation. *Arch Intern Med* 1994;145:2185-2190.
256. Hill NS, Lynch JP. Pulmonary complications of neuromuscular diseases. *Semin Respir Crit Care Med* 2002;23:189-314.
257. Martinez TY, Pereira CA, dos Santos ML, Ciconelli RM, Guimaraes SM, Martinez JA. Evaluation of the short-form 36-item questionnaire to measure health-related quality of life in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. *Chest* 2000;117:1627-1632.
258. Strauss GD, Osher A, Wang CI, Goodrich E, Gold F, Colman W, Stabile M, Pabrenchuk A, Keens TG. Variable weight training in cystic fibrosis. *Chest* 1987;92:273-276.
259. Kinsman RA, Fernandez E, Schocket M, Dirks JF, Covino NA. Multidimensional analysis of the symptoms of chronic bronchitis and emphysema. *J Behav Med* 1983;6:339-357.
260. Guyatt GH, Townsend M, Berman LB, Pugsley SQ. Quality of life in patients with chronic air-flow limitation. *Br J Dis Chest* 1987;81:45-54.
261. Breslin E, van der Schans C, Breukink S, Meek P, Mercer K, Volz W, Linn S. Perception of fatigue and quality of life in patients with COPD. *Chest* 1998;114:958-964.
262. Meek PM, Lareau SC, Anderson D. Memory for symptoms in COPD patients: how accurate are their reports? *Heart Lung* 2001;18:474-481.
263. Meek PM, Lareau SC. Critical outcomes in pulmonary rehabilitation: assessment and evaluation of dyspnea and fatigue. *J Rehabil Res Dev* 2003;40:13-24.
264. American Thoracic Society. Dyspnea: mechanisms, assessment and management: a consensus statement. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:321-340.
265. Mahler D, editor. *Lung biology in health and disease: dyspnea*. Vol. 111. New York: Marcel Dekker; 1998.
266. ZuWallack R, Lareau S, Meek P. The effect of pulmonary rehabilitation on dyspnea. In: Mahler D, editor. *Lung biology in health and disease: dyspnea*. New York: Marcel Dekker; 2004.
267. Brown CA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-381.
268. Hayes M, Patterson D. Experimental development of the graphic rating method. *Psychol Bull* 1921;18:98-99.
269. Birring SS, Prudon B, Carr AJ, Singh SJ, Morgan MDL, Pavord ID. Development of a symptom specific health status measure for patients with chronic cough: Leicester Cough Questionnaire (LCQ). *Thorax* 2003;58:339-343.
270. French CT, Irwin RS, Fletcher KE, Adams TM. Evaluation of a cough-specific quality of life questionnaire. *Chest* 2002;121:1123-1131.
271. Lareau SC, Meek PM, Roos PJ. Development and testing of a modified version of the Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire (PFSDQ-M). *Heart Lung* 1998;27:159-168.
272. Steele BG, Belza B, Cain K, Warms C, Coppersmith J, Howard J. Bodies in motion: monitoring daily activity and exercise with motion sensors in people with chronic pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev* 2003;40:45-58.
273. Steele BG, Holt L, Belza B, Ferris S, Lakshminaryan S, Bucher DM. Quantitating physical activity in COPD using a triaxial accelerometer. *Chest* 2000;117:1359-1367.
274. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Decramer M, Gosselink R. Validation of a triaxial accelerometer to assess various activities in COPD patients [abstract]. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:A594.
275. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJ. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *BMJ* 1976;1:822-823.
276. Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12 minute walking tests in respiratory disease. *BMJ* 1982;284: 1607-1608.
277. Larson JL, Covey MK, Vitalo CA, Alex CG, Patel M, Kim MJ. Reliability and validity of the 12-minute distance walk in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res* 1996;45:203-210.

314. Make B, Gilmartin M, Brody JS, Snider GL. Rehabilitation of ventilatory dependent subjects with lung disease: the concept and the initial experience. *Chest* 1984;86:358-365.
315. Foster S, Lopez D, Thomas HM III. Pulmonary rehabilitation in COPD patients with elevated PaCO<sub>2</sub>. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1519-1523.
316. Nava S. Rehabilitation of patients admitted to a respiratory intensive care unit. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:849-854.
317. Randal CJ, Martin DP, Martin TR. Patient-assessed health outcomes in chronic lung disease: what are they, how do they help us, and where do we go from here? *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:1032-1039.
318. Crockett AJ, Cranston JM, Moss JR, Alpers JH. The MOS SF-36 health survey questionnaire in severe chronic airflow limitation: comparison with the Nottingham Health Profile. *Qual Life Res* 1996;5:330-338.
319. Simonds AK, Elliot MW. Outcome of domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in restrictive and obstructive disorders. *Thorax* 1995;50:604-609.
320. Smith IE, Shneerson JM. A progressive care programme for prolonged ventilatory failure: analysis of outcome. *Br J Anaesth* 1995;75:399-404.
321. Wegner RE, Jorres RA, Kirsten DK, Magnussen H. Factor analysis of exercise capacity, dyspnea ratings and lung function in patients with severe COPD. *Eur Respir J* 1994;7:725-729.
322. Meecham Jones DJ, Paul EA, Jones PW, Wedzicha JA. Nasal pressure support ventilation plus oxygen compared with oxygen therapy alone in hypercapnic COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:538-544.
323. Okubadejo AA, Jones PW, Wedzicha JA. Quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease and severe hypoxaemia. *Thorax* 1996;51:44-47.
324. Perrin C, El Far Y, Vandenbos F, Tamisier R, Dumon MC, Lemoigne F, Mouroux J, Blaive B. Domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in severe COPD: effects on lung function and quality of life. *Eur Respir J* 1997;10:2835-2839.
325. Carone M, Bertolotti G, Anchisi F, Zotti AM, Donner CF, Jones PW. Analysis of factors that characterize health impairment in patients with chronic respiratory failure. Quality of Life in Chronic Respiratory Failure Group. *Eur Respir J* 1990;12:1293-1300.
326. Carone M, Bertolotti G, Zotti AM, et al. Do oxygen therapy and mechanical ventilation have different effects on perceived health in chronic respiratory failure? *Eur Respir J* 1996;9:111s.
327. Carone M, Jones PW, for the QuESS Group. Quality of Life Evaluation and Survival Study: a 3-year prospective multinational study on patients with chronic respiratory failure. *Monaldi Arch Chest Dis* 2001;56:17-22.
328. National Emphysema Treatment Trial Research Group. A randomized trial comparing lung volume reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003;348:2059-2073.
329. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Exercise training in COPD: how to distinguish responders from nonresponders. *J Cardiopulm Rehabil* 2001;21:10-17.
330. Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MD. Nutritional enhancement of exercise performance in chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. *Thorax* 2003;58:745-751.
331. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2000;20:353-360.
332. British Thoracic Society. Statement on pulmonary rehabilitation. *Thorax* 2001;56:827-834.
333. Fishman A, Martinez F, Naunheim K, Piantadosi S, Wise R, Ries A, Weinmann G, Wood DE; National Emphysema Treatment Trial Research Group. A randomized trial comparing lung-volume reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003;348:2059-2073.
334. Young P, Dewse M, Fergusson W, Kolbe J. Respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: predictors of nonadherence. *Eur Respir J* 1999;13:855-859.
335. Man WD, Polkey MI, Donaldson N, Gray BJ, Moxham J. Community pulmonary rehabilitation after hospitalisation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: randomised controlled study. *BMJ* 2004;329:1209.
336. Behnke M, Jorres RA, Kirsten D, Magnussen H. Clinical benefits of a combined hospital and home-based exercise programme over 18 months in patients with severe COPD. *Monaldi Arch Chest Dis* 2003;59:44-51.
290. American Thoracic Society Statement. Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111-117.
291. Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax* 1992;47:1019-1024.
292. Singh SJ, Morgan MD, Hardman AE, Rowe C, Bardsley PA. Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test chronic airflow obstruction. *Eur Respir J* 1994; 7:2016-2020.
293. Elpern EH, Stevens D, Kesten S. Variability in performance of timed walk tests in pulmonary rehabilitation programs. *Chest* 2000;118:98-105.
294. Steele B. Timed walking tests of exercise capacity in chronic cardiopulmonary illness. *J Cardiopulm Rehabil* 1996;16:25-33.
295. Sciruba F, Criner GJ, Lee SM, Mohsenifar Z, Shade D, Slivka W, Wise RA, for the National Emphysema Treatment Trial Research Group. Six-minute walk distance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:1522-1527.
296. Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, Thompson PJ, Berman L, Jones NL, Fallen EJ, Taylor DW. Effect of encouragement on walking test performance. *Thorax* 1984;39:818-822.
297. Carr AJ, Gibson B, Robinson PG. Measuring quality of life: is quality of life determined by expectations or experience? *BMJ* 2001;322: 1240-1243.
298. Curtis JR, Deyo R, Hudson LD. Health-related quality of life among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1994;49: 162-170.
299. Aaron SD, Vandemheen KL, Clinch JJ, Ahuja J, Brisson RJ, Dickinson G, Hebert PC. Measurement of short-term changes in dyspnea and disease-specific quality of life following an acute COPD exacerbation. *Chest* 2002;121:688-696.
300. Bergner M, Bobbitt RA, Carter WB, Gilson BS. The Sickness Impact Profile: development and final revision of a health status measure. *Med Care* 1981;19:787-805.
301. Ware JE, Snow KK, Kosinski MA. SF-36 health survey manual and interpretation guide. Boston, MA: New England Medical Center; 1993.
302. Guyatt GH, Berman LB, Townsend M, Pugsley SO, Chambers LW. A measure of quality of life for clinical trials in chronic lung disease. *Thorax* 1987;42:773-778.
303. Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM, Littlejohns P. A self-complete measure of health status for chronic airflow limitation: the St. George's Respiratory Questionnaire. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:1321-1327.
304. Guyatt GH, King DR, Feeny DH, Stubbings D, Goldstein RS. Generic and specific measurement of health-related quality of life in a clinical trial of respiratory rehabilitation. *J Clin Epidemiol* 1999;52:187-192.
305. Goldstein RS, Gort EH, Stubbings D, Avendano MA, Guyatt GH. A randomised controlled trial of respiratory rehabilitation. *Lancet* 1994; 344:1394-1397.
306. Wedzicha JA, Bestall JC, Garrod R, Garnham R, Paul EA, Jones PW. Randomized controlled trial of pulmonary rehabilitation in severe chronic obstructive pulmonary disease patients, stratified with the MRC dyspnea scale.
307. Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, Lewis-Jenkins V, Mullins J, Shiels K, Turner-Lawlor PJ, Payne N, Newcombe RG, Lonescu AA, et al. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet* 2000;355:362-368.
309. Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status: assessing the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials* 1989;10:407-415.
310. Jones PW. Interpreting thresholds for a clinically significant change in health status in asthma and COPD. *Eur Respir J* 2002;19:398-404.
311. Williams JEA, Singh SJ, Sewell L, Guyatt GH, Morgan MDL. Development of a self-reported Chronic Respiratory Questionnaire (CRW- SR). *Thorax* 2001;56:954-959.
312. Schunemann HJ, Goldstein R, Mador J, McKim D, Cook E, Griffith L, Puhon M, Grant BJB, Austin P, Collins R, et al. A randomized controlled trial to evaluate the self-administered standardized CRQ. *Eur Respir J* 2005;25:31-40.
313. Jones PW, Baveystock CM, Littlejohns P. Relationships between general health measured with the Sickness Impact Profile and respiratory symptoms, physiological measures and mood in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:1538-1543.

337. Pinto-Plata VM, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli BR. The 6-minute walk distance: changes over time and value as a predictor of survival in severe COPD. *Eur Respir J* 2004;1:28-33.
338. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, Mendez RA, Pinto Plata V, Cabral HJ. The body mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004;350:1005-1012.
339. Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, Carrier G, Maltais F. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159: 896-901.
340. Creutzberg EC, Wouters EF, Mostert R, Pluymers RJ, Schols AM. A role for anabolic steroids in the rehabilitation of patients with COPD? A double-blind, placebo-controlled, randomized trial. *Chest* 2003;124: 1733-1742.
341. Whittom F, Jobin J, Simard PM, LeBlanc P, Simard C, Bernard S, Belleau R, Maltais F. Histochemical and morphological characteristics of the vastus lateralis muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1467-1474.
342. Couillard A, Maltais F, Saey D, Debigare R, Michaud A, Koechlin C, LeBlanc P, Prefaut C. Exercise-induced quadriceps oxidative stress and peripheral muscle demyosination in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:1664-1669.
343. Richardson RS, Leek BT, Gavin TP, Haseler LJ, Mudaliar SR, Henry R, Ries AL, Mathieu-Costello OD, Wagner PD. Reduced mechanical efficiency in COPD, but normal peak VO2 with small muscle exercise. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;169:89-96.
344. Jakobsson P, Jorfeldt L, Brundin A. Skeletal muscle metabolites and fibre types in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease (COPD), with and without chronic respiratory failure. *Eur Respir J* 1990;3:192-196.
345. Maltais F, Sullivan MJ, LeBlanc P, Duscha BD, Schachat FH, Simard C, Blank JM, Jobin J. Altered expression of myosin heavy chain in the vastus lateralis muscle in patients with COPD. *Eur Respir J* 1999; 13:850-854.
346. Gosker HR, Kubat B, Schaart G, van der Vusse GJ, Wouters EF, Schols AM. Myopathological features in skeletal muscle of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2003;22:280-285.
347. Jakobsson P, Jorfeldt L, Henriksson J. Metabolic enzyme activity in the quadriceps femoris muscle in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:374-377.
348. Sauleda J, Garcia-Palmer F, Wiesner RJ, Tarraga S, Harting I, Tomas P, Gomez C, Saus C, Palou A, Agusti AG. Cytochrome oxidase activity and mitochondrial gene expression in skeletal muscle of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1413-1417.
349. Jakobsson P, Jorfeldt L, Henriksson J. Metabolic enzyme activity in the quadriceps femoris muscle in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:374-377.
350. Russell AP, Somm E, Debigare R, Hartley O, Richiardi D, Gastaldi G, Melotti A, Michaud A, Giacobino JP, Muzzin P, et al. COPD results in a reduction in UCP3 long mRNA and UCP3 protein content in types I and IIa skeletal muscle fibers. *J Cardiopulm Rehabil* 2004; 24:332-339.
351. Gosker HR, Schrauwen P, Hesselink MK, Schaart G, van der Vusse GJ, Wouters EF, Schols AM. Uncoupling protein-3 content is decreased in peripheral skeletal muscle of patients with COPD. *Eur Respir J* 2003;22:88-93.
352. Payen JF, Wuyam B, Levy P, Reutenauer H, Stieglitz P, Paramelle B, Le Bas JF. Muscular metabolism during oxygen supplementation in patient with chronic hypoxemia. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:592-598.
353. Rabinovich RA, Figueras M, Ardite E, Carbo N, Troosters T, Filella X, Barbera JA, Fernandez-Checa JC, Argiles JM, Roca J. Increased TNFalpha plasma levels during moderate intensity exercise in COPD patients. *Eur Respir J* 2003;21:789-794.
375. Agusti AG, Sauleda J, Miralles C, Gomez C, Togores B, Sala E, Batle S, Busquets X. Skeletal muscle atrophy and weight loss in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166: 485-489.
354. Behnke M, Taube C, Kirsten D, Lehnigk B, Jorres RA, Magnussen H. Home-based exercise is capable of preserving hospital-based improvements in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2000;94:1184-1191.
355. Hernandez MT, Rubio TM, Ruiz FO, Riera HS, Gil RS, Gomez JC. Results of a home-based training program for patients with COPD. *Chest* 2000;118:106-114.
356. Strijbos JH, Postma DS, van Altena R, Gimeno F, Koeter GH. A comparison between an outpatient hospital-based pulmonary rehabilitation program and a home-care pulmonary rehabilitation program in patients with COPD: a follow-up of 18 months. *Chest* 1996;109:366-372.
357. California Pulmonary Rehabilitation Collaborative Group. Effects of pulmonary rehabilitation on disease severity, quality of life, and healthcare costs in California. *J Cardiopulm Rehabil* 2004;24:52-62.
358. Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, Prewitt LM. Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1995;122: 823-832.
359. Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones RW, Wedzicha AJ. Longitudinal trends in exercise capacity and health status after pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Respir Med* 2003; 97:173-180.
360. Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1999;54:581-586.
361. Finnerty JP, Keeping I, Bullough I, Jones J. The effectiveness of outpatient pulmonary rehabilitation in chronic lung disease: a randomized controlled trial. *Chest* 2001;119:1705-1710.
362. Hui KP, Hewitt AB. A simple pulmonary rehabilitation program improves health outcomes and reduces hospital utilization in patients with COPD. *Chest* 2003;124:94-97.
363. 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. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:103-111.
364. Guell R, Casan P, Belda J, Sangenis M, Morante F, Guyatt GH, Sanchis J. Long-term effects of outpatient rehabilitation of COPD: a randomized trial. *Chest* 2000;117:976-983.
365. Foglio K, Bianchi L, Bruletti G, Battista L, Pagani M, Ambrosino N. Long-term effectiveness of pulmonary rehabilitation in patients with chronic airway obstruction. *Eur Respir J* 1999;13:125-132.
366. Cline E, Foglio K, Bianchi L, Porta R, Vitacca M, Ambrosino N. In-hospital short-term training program for patients with chronic airway obstruction. *Chest* 2001;120:1500-1505.
367. Criner GJ, Cordova FC, Furukawa S, Kuzma AM, Travaline JM, Leyenson V, O'Brien GM. Prospective randomized trial comparing bilateral lung volume reduction surgery to pulmonary rehabilitation in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:2018-2027.
368. Berry MJ, Rejeski WJ, Adair NE, Ettinger WH Jr, Zaccaro DJ, Sevick MA. A randomized, controlled trial comparing long-term and short-term exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2003;23:60-68.
369. Ries AL, Kaplan RM, Myers R, Prewitt LM. Maintenance after pulmonary rehabilitation in chronic lung disease.
370. Foglio K, Bianchi L, Ambrosino N. Is it really useful to repeat outpatient pulmonary rehabilitation programs in patients with chronic airway obstruction? A 2-year controlled study. *Chest* 2001;119:1696-1704.
371. Griffiths TL, Phillips CJ, Davies S, Burr ML, Campbell IA. Cost effectiveness of an outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation programme. *Thorax* 2001;56:779-784.
372. Golmohammadi K, Jacobs P, Sin DD. Economic evaluation of a community-based pulmonary rehabilitation program for COPD. *Lung* 2004; 182:187-196.
373. Nishimura K, Izumi T, Tsukino M, Oga T. Dyspnea is a better predictor of 5-year survival than airway obstruction in patients with COPD. *Chest* 2002;121:1434-1440.
374. Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;167:544-549.

375. Rabinovich RA, Ardite E, Troosters T, Carbo N, Almon J, De Suso JM, Vilaro J, Barbera JA, Polo MF, Argiles JM, **etal**. Reduced muscle redox capacity after endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164: 1114-1118.
376. Engelen MP, Schols AM, Does JD, Deutz NE, Wouters EF. Altered glutamate metabolism is associated with reduced muscle glutathione levels in patients with emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:98-103.
377. Koechlin C, Couillard A, Simar D, Christol JP, Bellet M, Hayot M, Prefaut C. Does oxidative stress alter quadriceps endurance in chronic obstructive pulmonary disease? *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169: 1022-1027.
378. Rabinovich RA, Ardite E, Troosters T, Carbo N, Almon J, De Suso JM, Vilaro J, Barbera JA, Polo MF, Argiles JM, **etal**. Reduced muscle redox capacity after endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164: 1114-1118.

## IV. Notas de Traducción

<sup>a</sup>**ATS**: por sus siglas en inglés, American Thoracic Society. Es una sociedad independiente, internacional, sin fines de lucro, cuyo objetivo es mejorar la salud a nivel mundial, mediante la investigación, cuidado clínico y salud pública en enfermedades respiratorias, enfermedades críticas y trastornos del sueño.

<sup>d</sup>**Cor Pulmonale**: palabras que proviene del latín cor o cordis que significa corazón, y pulmonale que significa pulmonar. Es una afección que causa insuficiencia del lado derecho del corazón. La hipertensión arterial prolongada en las arterias pulmonares y en el ventrículo derecho del corazón puede provocar cor pulmonale.

<sup>b</sup>**ERS**: por sus siglas en inglés, European Respiratory Society. Es una organización europea, sin fines de lucro, cuyo objetivo es aliviar el sufrimiento relacionado con las enfermedades respiratorias y promover la salud pulmonar mediante la investigación, el conocimiento y la educación médica y pública.

<sup>c</sup>**HRQL**: por sus siglas en inglés. Health Related Quality of Life. Su traducción sería Calidad de Vida Relacionada con la Salud, pero en textos de divulgación científica y manuales se utilizan las siglas en inglés para referirse a este término.

<sup>e</sup>**Mucus**: palabra que proviene del latín. Mucosidad. En este caso se decidió dejar la palabra sin traducción ya que es un término que abarca más de un significado, en este contexto, de técnicas higiene bronquial, puede ser moco o flema, dependiendo del área del tórax en la que se está realizando la terapia.

<sup>f</sup>**Reference 210**: es un modelo de amplificador de potencia que se utiliza para realizar las tomografías por impedancia eléctrica: técnica no invasiva para obtener imágenes torácicas, a la vez que permite cuantificar diferentes aspectos de la fisiología respiratoria.

## V. Glosario

1. **Absorciometría dual de rayos x.** *Dual-energy X-ray absorptiometry.* Prueba de imaginología que mide la densidad ósea (la cantidad de mineral óseo contenido en un cierto volumen de hueso) al pasar rayos X con dos grados diferentes de energía a través del hueso. Se usa para diagnosticar la osteoporosis (disminución de la masa y la densidad de los huesos). También se llama DEXA, DXA, gammagrafía absorciométrica dual de rayos X, gammagrafía de la densidad mineral ósea, gammagrafía DEXA, y gammagrafía DMO.
2. **Broncoespasmo.** *Bronchospasm.* Condición patológica caracterizada por una respuesta broncoconstrictora exagerada frente a estímulos diversos que puede condicionar disnea, tos, sibilancias o dolor torácico.
3. **Bronquiectasia.** *Bronchiectasis.* Enfermedad en la que las vías respiratorias mayores de los pulmones se dañan. Como resultado de este daño, las vías respiratorias se ensanchan.
4. **Citrato sintasa.** *Citrate synthase.* Enzima del grupo de las Liasas, que cataliza la condensación del Oxalacetato y la Acetil-CoA, para formar Citrato.
5. **Enfermedad pulmonar intersticial.** *Interstitial lung disease.* Es un grupo de trastornos pulmonares en los cuales los tejidos pulmonares profundos resultan inflamados y luego dañados.
6. **Enfermedad respiratoria crónica.** *Chronic respiratory disease.* Enfermedad crónica de las vías respiratorias y otras estructuras del pulmón.
7. **Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC).** *Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD).* Se caracteriza por un bloqueo persistente del flujo de aire. Se trata de una enfermedad subdiagnosticada y potencialmente mortal que altera la respiración normal y no es totalmente reversible.
8. **Exacerbación de la EPOC.** *COPD Exacerbation.* Empeoramiento sostenido de la condición del paciente con EPOC, que se manifiesta por la aparición de nuevos síntomas respiratorios o aumento de los ya existentes (disnea, aumento de volumen y purulencia del esputo), que obliguen a modificar su manejo habitual.
9. **Gen de miostatina.** *Myostatin gene.* Gen que incide en la contención del crecimiento muscular.

10. **Glutación.** *Glutathione.* Es un tripéptido con un enlace isopeptídico y un grupo sulfhídrico libre (-SH) que, a altas concentraciones (hasta 5 $\mu$ M), presumiblemente se presenta en todas las células y realiza importantes funciones en la eliminación de peróxidos y la reducción de ferrihemoglobina (Fe<sup>3+</sup>) y ácido deshidroascórbico.

11. **Hipernea normocápnica.** *Normocapnic hyperpnea.* Consiste en respirar 15-20 minutos por sesión un gas rico en CO<sub>2</sub> que obliga a hiperventilar sin aumentar la PaCO<sub>2</sub>.

12. **Intercambio de gases pulmonares.** *Pulmonary gas Exchange.* Es la provisión de oxígeno de los pulmones al torrente sanguíneo y la eliminación de dióxido de carbono del torrente sanguíneo a los pulmones. Esto tiene lugar en los pulmones entre los alvéolos y una red de pequeños vasos sanguíneos llamados capilares, los cuales están localizados en las paredes de los alvéolos.

13. **Masa libre de grasa.** *Fat-free mass.* Comprende todos los componentes distintos de la grasa y se le supone una densidad de 1.1 g/cm<sup>3</sup>.

14. **Máscara de presión espiratoria positiva.** *Positive expiratory pressure mask.* Es una pieza del equipo médico de respiración que funciona con máquinas de presión respiratoria positiva continua (CPAP) para ayudar a las personas con apnea obstructiva del sueño.

15. **Músculo esquelético.** *Skeletal muscle.* Estructuras independientes que cruzan una o más articulaciones y que, gracias a su capacidad para contraerse bajo control nervioso, pueden producir movimientos articulares.

16. **Músculos respiratorios.** *Respiratory muscle.* La función principal de los músculos respiratorios es la de movilizar un volumen de aire que sirva para, tras un intercambio gaseoso apropiado, aportar oxígeno a los diferentes tejidos.

17. **Oxigenoterapia.** *Oxygen therapy.* Proceso encargado de aportar al organismo (a la sangre y a los distintos tejidos) la cantidad necesaria de oxígeno que necesita para realizar todos los procesos oxidativos.

18. **Rehabilitación pulmonar.** *Pulmonary rehabilitation.* Programa de atención multidisciplinar para individuos con deficiencias respiratorias crónicas, el cual es diseñado y confeccionado individualmente para cada caso con el fin de optimizar la autonomía y el rendimiento tanto a nivel físico como social.

19. **Resistencia vascular pulmonar (RVP).** *Pulmonary Vascular Resistance (PVR).* Resistencia que existe al paso de la sangre a través de los pulmones.

**20. Revisión Cochrane.** *Cochrane review.* Las revisiones Cochrane resumen los resultados de los estudios disponibles y cuidadosamente diseñados (ensayos clínicos controlados) y proporcionan un alto nivel de evidencia sobre la eficacia de las intervenciones en temas de salud. Basadas en la mejor información disponible sobre las intervenciones sanitarias, las revisiones Cochrane exploran la evidencia o las pruebas a favor o en contra de la efectividad y conveniencia de los tratamientos (medicación, cirugía, educación, etc.) en circunstancias específicas. Su objetivo es facilitar la toma de decisiones a los médicos, pacientes, administradores y otras personas implicadas en la asistencia sanitaria.

**21. Vasoconstricción Hipóxica.** *Hypoxic vasoconstriction.* Fenómeno adaptativo exclusivo del pulmón en la hipoxia, en el que las arterias pulmonares pequeñas sufren vasoconstricción, que producen redistribución del flujo desde áreas pobremente oxigenadas, a las zonas mejor ventiladas del pulmón, reduciendo la fracción del cortocircuito intrapulmonar, lo cual mejora la entrega de oxígeno (O<sub>2</sub>).

**22. Ventilación no invasiva con presión positiva.** *Noninvasive positive-pressure ventilation.* Es aquella en la que la interface entre el paciente y el ventilador es una mascarilla nasal, facial u otro tipo de aditamento que elimine la necesidad de intubar o canular la tráquea del mismo.

**23. Volumen espiratorio forzado en un Segundo (VEF1):** *Forced expiratory volume in 1 second (FEV1):* corresponde a la porción de la Capacidad Vital Forzada (CVF), que es expulsada durante el primer segundo de la maniobra, usualmente es el 75 % de la CVF.



## VI. Análisis de Problemas de Traducción

<b>Problema 1</b>	<b>Clasificación del problema</b> Problema lingüístico.
	<b>Texto fuente</b> The timing of pulmonary rehabilitation depends on the clinical status of the individual patient and should no longer be viewed as a <b>“last ditch” effort</b> for patients with severe respiratory impairment.
	<b>Texto meta</b> El ritmo de la rehabilitación pulmonar depende del estado clínico de cada paciente y no se debería ver más como un <b>último recurso</b> para pacientes con discapacidad respiratoria grave.
	<b>Estrategia usada</b> Compresión lingüística.
	<b>Justificación</b> La expresión <b>“last ditch” effort</b> aparece en diccionarios bilingües con el equivalente en español ‘manotazo de ahogado’. Debido a que esta no es una expresión que se utilice frecuentemente en Chile especialmente, se decidió ocupar una expresión más ad hoc como ‘último recurso’, la cual mantiene el sentido y además, puede ser mucho mejor comprendida. Al hacer esto se produce una compresión lingüística ya que se acuña un término más breve y se elimina la palabra <b>‘effort.’</b>

<b>Problema 2</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico
	<b>Texto fuente</b>
	Most of the evidence presented here concentrates <b>on COPD</b> , with discussion on exercise limitation and exercise training in other chronic respiratory diseases included, where available.
	<b>Texto meta</b>
La mayoría de la evidencia que se presenta aquí se concentra <b>en pacientes con EPOC</b> , con un debate sobre la limitación del ejercicio y del entrenamiento en otras enfermedades respiratorias crónicas que se incluyen, si es que están disponibles.	
<b>Estrategia usada</b>	
Ampliación lingüística	
<b>Justificación</b>	
Al hablar de rehabilitación pulmonar, el enfoque es en el paciente. La enfermedad por sí sola, en este caso la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), no se puede rehabilitar, es el paciente el actor principal. Es por esto que decidimos introducir esta precisión, por la progresión temática.	

<b>Problema 3</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico.
	<b>Texto fuente</b>
	However, it has become clear that regardless of the type of chronic respiratory disease, patients experience a substantial morbidity from secondary impairments, such as peripheral muscle, cardiac, nutritional, and psychosocial dysfunction, as well as <b>suboptimal</b> self-management strategies.
	<b>Texto meta</b>
Sin embargo, ha quedado claro que sin importar el tipo de enfermedad respiratoria crónica, los pacientes experimentan una morbilidad substancial debido a discapacidades secundarias tales como disfunción cardíaca, nutricional, psicosocial y del músculo periférico, así como a estrategias de autocuidado <b>que distan de ser las óptimas</b> .	
<b>Estrategia usada</b>	
Ampliación lingüística.	
<b>Justificación</b>	
El término <b>suboptimal</b> no se encuentra en el 100% de los diccionarios de lengua inglesa y más difícil aún es hallar su equivalente exacto en español y si lo hubiera vendría a ser algo como “no óptimo”, término no utilizado. Más bien, se utiliza la expresión ‘poco óptimo’ o se amplía a ‘no ser óptimo’ o ‘no ser lo óptimo’. Decidimos utilizar la ampliación mostrada más arriba ya que, especialmente por una cuestión estilística, se entiende y se utiliza este término, lo cual se evidencia al realizar búsquedas en la web, para referirse a ciertas condiciones, como es el caso de las ‘estrategias de autocuidado’ a las que se refiere en el artículo.	

<b>Problema 4</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico.
	<b>Texto fuente</b>
	For example, <b>deconditioning</b> and hypoxia contribute to excess ventilation, resulting in an earlier ventilatory limitation.
	<b>Texto meta</b>
Por ejemplo, <b>el mal estado físico</b> y la hipoxia contribuyen a que haya un exceso de ventilación, que tiene por resultado una limitación ventilatoria más temprana.	
<b>Estrategia usada</b>	
Generalización	
<b>Justificación</b>	
Este término en inglés se refiere a la pérdida de un estado físico óptimo debido a la inactividad u otras causas. En español, ‘ <b>decondicionamiento</b> ’ es un término no aceptado por la RAE aún y que se utiliza casi únicamente en el área de la psicología. Es por este motivo que generalizamos en la lengua meta intentando no perder el sentido y sin extenderse demasiado en la explicación de <b>deconditioning</b> pues se subentiende que <b>el mal estado físico</b> al que se hace referencia es causado por varios factores.	

<b>Problema 5</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico
	<b>Texto fuente</b>
	“Under these conditions, exercise-related left ventricular dysfunction, <b>occult at rest</b> , may be observed.”
	<b>Texto meta</b>
Bajo estas condiciones, se puede observar una disfunción ventricular izquierda relacionada con el ejercicio, la cual <b>no se detecta en reposo</b>	
<b>Estrategia usada</b>	
Ampliación Lingüística	
<b>Justificación</b>	
Por lo general, en los documentos de divulgación científica, se suelen utilizar un mayor número de calcos en comparación a otros textos - esto debido a que muchas veces son los mismos profesionales de la salud que traducen dichos documentos - es por esto que en este caso decidimos ampliar el término <b>occult at rest</b> para evitar un calco innecesario, sin perder el sentido original del texto fuente.	

<b>Problema 6</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico.
	<b>Texto fuente</b>
	The <b>cardinal symptoms</b> of chronic respiratory disease that limit exercise in most patients are dyspnea and/or fatigue, which may result from ventilator constraints, pulmonary gas exchange abnormalities, peripheral muscle dysfunction, cardiac dysfunction, or any combination of the above.
	<b>Texto meta</b>
Los <b>síntomas cardinales</b> de la enfermedad respiratoria crónica que limitan el ejercicio en la mayoría de los pacientes son la disnea y/o fatiga, la cual se puede deber a limitaciones ventilatorias, anomalías en el intercambio de gases pulmonares, disfunción del músculo periférico, disfunción cardíaca o cualquier combinación de las anteriores.	
<b>Estrategia usada</b>	
Calco.	
<b>Justificación</b>	
A simple oído, la expresión <b>síntomas cardinales</b> pudiera parecer extraña, pero al momento de revisar artículos médicos, podemos encontrarnos que es un término común en el lenguaje médico. Pudimos haberla traducido como ‘síntomas principales’ o ‘los síntomas más importantes’, pero optamos por mantener el término desde el inglés y hacer así un calco en español ya que en el lenguaje médico en el que se encuentra redactado el artículo usar un sinónimo de ‘ <b>cardinales</b> ’ podría haber incluso cambiado la relevancia del término finalmente.	

<b>Problema 7</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema Lingüístico
	<b>Texto fuente</b>
	“↑ Inflammatory/apoptotic markers may occur in skeletal muscle in subpopulations of <b>wasted COPD</b> ”
	<b>Texto meta</b>
“↑ Marcadores inflamatorios/apoptóticos pueden darse en el músculo esquelético en subpoblaciones <b>de pacientes desnutridos que padezcan EPOC</b> ”	
<b>Estrategia usada</b>	
Ampliación Lingüística	
<b>Justificación</b>	
Al buscar el término “ <b>wasted COPD</b> ” nos daba como referencia “ <i>wasted muscle</i> ” o “ <i>skeletal muscle wasting</i> ”. En español se refiere a la atrofia muscular producida por el estado de desnutrición de algunos pacientes con EPOC debido a la pérdida de masa. Es así como el término más utilizado, relacionado con el tema de EPOC fue “desnutrición en la EPOC.” De este modo, para acomodarlo al contexto decidimos utilizar una ampliación lingüística y se optó por la traducción arriba mencionada.	

<b>Problema 8</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico.
	<b>Texto fuente</b>
	Adding inspiratory muscle training to standard exercise training in patients with poor initial inspiratory muscle strength has been shown in some studies to improve <b>exercise capacity</b> more than exercise training alone (134–138).
	<b>Texto meta</b>
Se ha constatado en algunos estudios que la incorporación del entrenamiento muscular inspiratorio en un entrenamiento con ejercicio estándar en pacientes que tienen una fuerza inicial del músculo respiratorio insuficiente mejora la <b>capacidad para realizar ejercicio</b> más que el ejercicio de entrenamiento por sí solo (134-138).	
<b>Estrategia usada</b>	
Ampliación lingüística.	
<b>Justificación</b>	
El término “ <b>exercise capacity</b> ” traducido literalmente sería ‘ <b>capacidad de ejercicio</b> ’, pero en español aquel término tiene un sentido completamente diferente. Está ligado al derecho civil y aunque no fuera así, suena ambiguo si no se explica mejor. Es por eso se decidió realizar una ampliación lingüística para hacerlo comprensible. “ <b>Capacidad para realizar ejercicio</b> ” se puede hallar en diversos libros del área y revistas médicas especializadas. Al hacer la ampliación se comprende a modo cabal lo que se intentó decir en inglés.	



<b>Problema 9</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema pragmático.
	<b>Texto Fuente</b>
	In the last two decades, several studies have defined and quantified depletion of FFM. Patients can be considered <b>to be depleted</b> based on the FFM index (FFM/height <sup>2</sup> ), with values below 16 kg/m <sup>2</sup> for men and 15 kg/m <sup>2</sup> for women (159).
	<b>Texto meta</b>
En las últimas dos décadas, varios estudios han definido y cuantificado la reducción de la MLG. Se puede considerar que los pacientes han <b>presentado una reducción</b> al basarse en el índice de MLG (MLG/altura <sup>2</sup> ), usando los valores que se muestran abajo de 16 kg/m <sup>2</sup> en hombres y de 15 kg/m <sup>2</sup> en mujeres (159).	
<b>Estrategia usada</b>	
Transposición.	
<b>Justificación</b>	
En inglés el término “ <b>deplete</b> ”, que hace referencia a los pacientes en este caso, se malinterpreta en la lengua española cuando este se traduce de manera literal. Un paciente no puede estar o ser reducido, mermado o agotado. Claramente, a lo que se refiere la frase ‘considered to be depleted’ es a que estos pacientes han ‘ <b>presentado una reducción</b> ’ en su índice de MLG (su índice se ha reducido). Es por ello que se hace una transposición pasando un adjetivo a sustantivo en el idioma meta.	

<b>Problema 10</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema pragmático.
	<b>Texto Fuente</b>
	Patients with COPD and reduced FFM have lower exercise tolerance as measured using either 12 minute walk distance (163, 160) or <b>Vo<sub>2</sub>max</b> (164, 165) than those with preserved FFM.
	<b>Texto meta</b>
Los pacientes que padecen EPOC y que presentan reducción en su MLG tienen menor tolerancia al ejercicio que aquellos con una MLG conservada cuando esta se mide utilizando ya sea una prueba de caminata que dure 12 minutos (163,160) o <b>la fórmula Vo<sub>2</sub>máx</b> (164, 165).	
<b>Estrategia usada</b>	
Amplificación.	
<b>Justificación</b>	
Muchas veces, en la lengua inglesa no se necesita dar más detalles para que se comprenda un punto ya que esta es mucho más práctica y más simple en su morfología. Este caso es un ejemplo, basta con escribir ' <b>Vo<sub>2</sub>max</b> ' en inglés para comprender que la tolerancia al ejercicio se puede medir utilizando esta fórmula. En español, en cambio, parecería extraño y se debe hacer una amplificación agregando la palabra fórmula para que pueda ser fácilmente entendido y también para que cobre sentido gramaticalmente.	

<b>Problema 11</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema pragmático.
	<b>Texto Fuente</b>
	Reduced FFM in COPD is also associated with impaired respiratory muscle strength (167, 168), although a proportion of the apparent weakness of these muscles is undoubtedly due to mechanical disadvantage due to changes in chest wall shape and <b>hyperinflation</b> (170).
	<b>Texto meta</b>
Una MLG reducida en pacientes con EPOC se relaciona también con la deficiencia en la fuerza del músculo respiratorio (167, 168), aunque una proporción de la aparente debilidad de estos músculos sucede sin duda debido a un impedimento mecánico provocado por cambios en la forma de la pared torácica y por la <b>hiperinsuflación</b> (170).	
<b>Estrategia usada</b>	
Equivalente acuñado.	
<b>Justificación</b>	
La palabra ' <b>hiperinflación</b> ' también puede usarse en este contexto, pero su uso en la lengua española va mucho más relacionado al aspecto económico y varias revistas especializadas y libros técnicos del tema hablan de ' <b>hiperinsuflación</b> '. De todos modos y aunque ambos términos estén correctos, nos inclinamos por ' <b>hiperinsuflación</b> ' para evitar confusiones con otras áreas técnicas que no tienen que ver con la kinesiología. Se usó entonces la traducción literal en el sentido preciso.	

<b>Problema 12</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico
	<b>Texto Fuente</b>
	A <b>Borg score</b> of 4 to 6 for dyspnea or fatigue is usually a reasonable target.
	<b>Texto meta</b>
Un <b>puntaje en la escala de Borg</b> de 4 a 6 para la disnea o fatiga normalmente es un objetivo razonable.	
<b>Estrategia usada</b>	
Amplificación	
<b>Justificación</b>	
Cuando se habla de “Borg score” hablamos de una escala con ese nombre, es por esto que se decidió agregar esta aclaración. Si bien tiene otras denominaciones como Índice de Fatiga de Borg o Escala de Esfuerzo Percibido, creemos que al solo agregar la palabra escala se quita lo ambiguo que pueda ser para un estudiante que recién se está interiorizando con la materia y al mismo tiempo queda claro para un médico experimentado.	

<b>Problema 13</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema pragmático
	<b>Texto fuente</b>
	Patients should maintain the protein and caloric intake necessary to meet the metabolic demand posed by exercise training (105), and precautions should be taken to maintain adequate fluid and <b>salt</b> intake (102, 106–108).
	<b>Texto meta</b>
Los pacientes deben mantener la ingesta de proteínas y calorías necesarias para cumplir con las demandas metabólicas impuestas por el ejercicio de entrenamiento (105) y deben tomar precauciones para mantener la ingesta necesaria de líquidos y <b>electrolitos</b> (102, 106-108).	
<b>Estrategia usada</b>	
Generalización	
<b>Justificación</b>	
Pensamos que al traducirlo como Calco (fluido y sal) se aleja un poco del tipo de texto (científico), es por esto que clasificamos a sal como electrolitos, porque la sal, que es sodio, está dentro del grupo de los electrolitos.	

<b>Problema 14</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico
	<b>Texto fuente</b>
	“In one study, patients who were deemed by the investigators to be <b>poor candidates</b> for standard pulmonary rehabilitation were able to participate in regular rehabilitation after 6 weeks of NMES (145).”
	<b>Texto meta</b>
“En un estudio, los pacientes que no fueron considerados por los investigadores como <b>buenos candidatos</b> a la rehabilitación pulmonar estándar pudieron participar en la rehabilitación regular después de 6 semanas de EENM (145)”.	
<b>Estrategia usada</b>	
Modulación	
<b>Justificación</b>	
A lo largo del texto tratamos de evitar traducir literalmente la palabra “ <b>poor</b> ”, es por esto que acá se decidió cambiar el punto de vista, pero sin perder el sentido de la oración.	

<b>Problema 15</b>	<p><b>Clasificación del problema</b></p> <p>Problema lingüístico</p>
	<p><b>Texto fuente</b></p> <p>Obstructive sleep apnea and nocturnal alveolar hypoventilation are also extremely common in obese persons, and can result in pulmonary hypertension and <b>cor pulmonale</b> (197, 202).</p>
	<p><b>Texto meta</b></p> <p>La apnea obstructiva del sueño y la hipoventilación alveolar nocturna son también muy comunes en personas obesas y pueden producir hipertensión pulmonar y <b>cor pulmonale</b> (197, 202).</p>
	<p><b>Estrategia usada</b></p> <p>Préstamo</p>
	<p><b>Justificación</b></p> <p>‘<b>Cor pulmonale</b>’ es un término que proviene del latín y se refiere al crecimiento del ventrículo derecho secundario a raíz de enfermedades del pulmón, el tórax o la circulación pulmonar. Primero habíamos traducido el término como <i>corazón pulmonar</i>, pero luego encontramos el término ‘cor pulmonale’ en muchos textos especializados y era finalmente mucho más específico de lo que habíamos creído. Es debido a ello que realizamos un préstamo en este caso con origen latín, ya que es un término técnico del área médica utilizado normalmente.</p>

<b>Problema 16</b>	<p><b>Clasificación del problema</b></p> <p>Problema lingüístico</p>
	<p><b>Texto fuente</b></p> <p>Health professionals should always be aware of those patients who still require <b>smoking cessation interventions</b>.</p>
	<p><b>Texto meta</b></p> <p>Los profesionales del área de la salud deberían estar siempre al tanto de aquellos pacientes que aún necesitan <b>intervenciones para dejar de fumar</b>.</p>
	<p><b>Estrategia usada</b></p> <p>Transposición</p>
	<p><b>Justificación</b></p> <p>Este es un ejemplo muy común de lo que sucede al traducir del inglés al español. En inglés es muy frecuente el uso de sustantivos “adjetivizados” como es el caso de <b>smoking</b>. En español esto no puede traducirse de manera literal ya que el resultado no tendría sentido. Entonces, debe cambiarse la categoría gramatical. Es por ello que <b>cessation</b> se convierte en <b>dejar de</b> y <b>smoking</b> en <b>fumar</b>. Es en estos casos en donde se necesita un conocimiento de la gramática, tanto de la lengua materna como de la lengua del texto fuente y de las técnicas disponibles para resolver estos problemas.</p>



<b>Problema 17</b>	<p><b>Clasificación del problema</b></p> <p>Problema lingüístico</p>
	<p><b>Texto fuente</b></p> <p>Prognostic uncertainty as well as <b>health care provider</b> reluctance form barriers that hinder the discussion of end-of-life decision making.</p>
	<p><b>Texto meta</b></p> <p>La incertidumbre del pronóstico así como la reticencia del <b>médico tratante</b> forman barreras que obstaculizan la discusión sobre la toma de decisiones sobre las fases terminales de la vida.</p>
	<p><b>Estrategia usada</b></p> <p>Particularización</p>
	<p><b>Justificación</b></p> <p>En este problema decidimos utilizar un término más preciso en el texto meta ya que el término <i>proveedor de atención de salud</i> resulta muy general en español y pudiera tratarse incluso de una institución como un hospital más que del médico en sí. El término <b>médico tratante</b> es comúnmente usado en nuestro idioma y se refiere a la persona encargada de forma permanente de la atención de salud de un paciente. Esto se determina con el contexto entregado en el documento.</p>

<b>Problema 18</b>	<p><b>Clasificación del problema</b></p> <p>Problema lingüístico</p>
	<p><b>Texto fuente</b></p> <p>However, this therapy is expensive and has been associated with a number of undesirable <b>side effects</b>, such as salt and water retention, and impairment in glucose metabolism.</p>
	<p><b>Texto meta</b></p> <p>Sin embargo, esta terapia es cara y se ha relacionado con un número de <b>efectos secundarios</b> no deseados, como retención de sal y líquido y deterioro en el metabolismo de la glucosa.</p>
	<p><b>Estrategia usada</b></p> <p>Equivalente acuñado</p>
	<p><b>Justificación</b></p> <p>El término <b>side effects</b> podría traducirse como <i>efectos laterales</i> pero dicho término parece ser más utilizado en áreas de tecnología, economía u otras que en el área de la salud. <b>Efectos secundarios</b> es, acorde a su uso lingüístico y a lo que se puede apreciar en libros y revistas de medicina, el equivalente correcto.</p>

<b>Problema 19</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico
	<b>Texto fuente</b>
	For some patients, <b>mucus</b> hypersecretion and impaired mucociliary transport are distinctive features of their lung disease.
	<b>Texto meta</b>
Para algunos pacientes, la hipersecreción de <b>mucus</b> y la disminución del transporte mucociliar son características distintivas de su enfermedad pulmonar; es por esto que es primordial que se les instruya en la importancia de la higiene bronquial y sobre el entrenamiento en técnicas de drenaje	
<b>Estrategia usada</b>	
Préstamo	
<b>Justificación</b>	
En este caso, se decidió dejar la palabra <b>mucus</b> en el texto meta por el siguiente motivo: mucus es una palabra de origen latín que significa sustancia viscosa. Si se traduce la palabra mucus por moco o por flema se estaría designando dicha sustancia a un área específica del cuerpo, sería moco cuando esta sustancia saliera del paciente por la nariz, pero antes de eso es flema, al encontrarse en los pulmones del paciente y salir por la boca. La higiene bronquial es un proceso y esta sustancia cambia de nombre dependiendo de la parte del cuerpo en donde se encuentre, por consiguiente se optó por dejarla como mucus.	

<b>Problema 20</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema lingüístico
	<b>Texto fuente</b>
	However, based on a Cochrane review, there is currently no robust scientific evidence to support the hypothesis that <b>chest physiotherapy</b> for the purpose of clearing airway secretions has a beneficial effect in patients with cystic fibrosis (233).
	<b>Texto meta</b>
Sin embargo, en base a una revisión Cochrane, actualmente no existe evidencia científica sólida que respalde la hipótesis de que <b>la fisioterapia respiratoria</b> para despejar las vías respiratorias de secreciones tenga un efecto beneficioso en pacientes con fibrosis quística (233).	
<b>Estrategia usada</b>	
Generalización	
<b>Justificación</b>	
En el texto fuente nos encontramos con el término <b>chest physiotherapy</b> , lo que, si se traduce de forma literal, sería fisioterapia de tórax, pero al buscar la definición de <b>chest physiotherapy</b> veremos que es una técnica que involucra no solo al tórax, si no que a todo el sistema respiratorio y así lo explican diversos textos de kinesiología, en donde se prefiere utilizar el término respiratoria para hablar de esta técnica. Es por esto que se decidió generalizar y dejarlo como fisioterapia respiratoria.	

<b>Problema 21</b>	<b>Clasificación del problema</b>
	Problema pragmatico
	<b>Texto fuente</b>
	Eating right.
	<b>Texto meta</b>
Alimentarse de forma saludable	
<b>Estrategia usada</b>	
Ampliacion linguistica	
<b>Justificación</b>	
En este caso de decidio utilizar la ampliación para evitar algún problema de mal interpretación. Si se realiza un calco, quedaría como “ <b>comer bien</b> ”, con lo que deja una traducción ambigua, ya que no se sabría si se habla de comer bien en cuanto a postura, al tiempo en que se debe masticar la comida o, como es el caso, a comer de manera saludable.	

## VII. Conclusión

Hemos vivido un viaje durante estos meses de proyecto. Un viaje con un rumbo determinado. El objetivo o rumbo es cambiar de categoría, de espacio. Ya no seremos estudiantes de traducción, ahora aspiramos a ser traductores profesionales. Hemos aceptado con ello la responsabilidad que esto conlleva. Esta responsabilidad nos hace ser acreedores de un poder, el poder de traspasar un texto desde una lengua a otra sin adulterarlo, pero a la vez adaptándolo a nuestra cultura e idioma. Octavio Paz, poeta y escritor mexicano, ganador del premio Nobel de Literatura en 1990, dijo:

*“Cada texto es único y, simultáneamente, es la traducción de otro texto. Ningún texto es enteramente original porque el lenguaje mismo, en su esencia, es ya una traducción: primero, del mundo no verbal y, después, porque cada signo y cada frase es la traducción de otro signo y de otra frase. Pero ese razonamiento puede invertirse sin perder validez: todos los textos son originales, porque cada traducción es distinta. Cada traducción es, hasta cierto punto, una invención y así constituye un texto único.”*

Es así como los traductores nos convertimos en creadores, adoptamos la difícil tarea de hacer comprensible un texto de determinada lengua extranjera en nuestra lengua madre o viceversa.

El proyecto de tesis que está en vuestras manos representa finalmente un avance, una ampliación de nuestro conocimiento y habilidades, ambos sin límites concretos, ya que nuestra profesión implica un aprendizaje constante e interminable, basado en teoría y mucha práctica. Creemos que todo aquello ha quedado plasmado en este trabajo, el cual, y sin ser majaderos, marca un antes y después en nuestro camino de la vida. Para culminar, quisiéramos hacerlo con una cita que da para pensar del reconocido traductor marroquí Miguel Sáenz: *“Si el traductor hace su trabajo como debe, es un benefactor de la humanidad; si no, un auténtico enemigo público”*.

# American Thoracic Society Documents

## American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation

Linda Nici, Claudio Donner, Emiel Wouters, Richard Zuwallack, Nicolino Ambrosino, Jean Bourbeau, Mauro Carone, Bartolome Celli, Marielle Engelen, Bonnie Fahy, Chris Garvey, Roger Goldstein, Rik Gosselink, Suzanne Lareau, Neil MacIntyre, Francois Maltais, Mike Morgan, Denis O'Donnell, Christian Prefault, Jane Reardon, Carolyn Rochester, Annemie Schols, Sally Singh, and Thierry Troosters, on behalf of the ATS/ERS Pulmonary Rehabilitation Writing Committee

This Joint Statement of the American Thoracic Society (ATS) and the European Respiratory Society (ERS) was adopted by the ATS Board of Directors, December 2005, and by the ERS Executive Committee, November 2005

### Section 1: Introduction and Definition

### Section 2: Exercise Performance: Limitations and Interventions

#### Introduction

#### Factors Contributing to Exercise Intolerance in Chronic Respiratory Disease

#### Exercise Training to Improve Exercise

#### Performance

#### Special Considerations for Exercise Training in Patients without COPD

#### Additional Strategies to Improve Exercise Performance

### Section 3: Body Composition: Abnormalities and

#### Interventions

#### The Scope of Body Composition Abnormalities in Chronic Lung Disease

#### Interventions to Treat Body Composition Abnormalities

#### Special Considerations in Obesity

### Section 4: Self-Management Education

#### Introduction

#### Curriculum Development

#### Benefits of Self-Management Education

#### Adherence to Therapeutic Interventions and Transference of Education and Exercise to the Home Setting

### Section 5: Psychologic and Social Considerations

#### Introduction

#### Assessment and Intervention

### Section 6: Patient-centered Outcomes Assessment

#### Introduction

#### Symptom Evaluation

#### Performance Evaluation

#### Exercise Capacity

#### Quality-of-Life Measurements

#### Outcomes in Chronic Respiratory Failure

### Section 7: Program Organization

#### Introduction

#### Patient Assessment and Selection

#### Program Setting

#### Program Structure and Staffing

#### Program Audit and Quality Control

#### Long-term Strategies

### Section 8: Health Care Utilization

### Section 9: Conclusions and Future Directions

### SECTION 1: INTRODUCTION AND DEFINITION

Since the last statements on pulmonary rehabilitation by the American Thoracic Society (ATS; 1999) and the European Respiratory Society (ERS; 1997), there have been numerous scientific advances both in our understanding of the systemic effects of chronic respiratory disease as well as the changes induced by the process of pulmonary rehabilitation. Evidence-based support for pulmonary rehabilitation in the management of patients with chronic respiratory disease has grown tremendously, and this comprehensive intervention has been clearly demonstrated to reduce dyspnea, increase exercise performance, and improve health-related quality of life (HRQL). Furthermore, an emerging literature is beginning to reveal its effectiveness in reducing health care costs.

This Statement was endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, May 2006.

Am J Respir Crit Care Med Vol 173. pp 1390–1413, 2006

DOI: 10.1164/rccm.200508-1211ST

Internet address: [www.atsjournals.org](http://www.atsjournals.org)

The impressive rise in interest in pulmonary rehabilitation is likely related to both a substantial increase in the number of patients being referred as well as the establishment of its scientific basis by the use of well-designed clinical trials that use valid, reproducible, and interpretable outcome measures. Advances in our understanding of the pathophysiology of chronic respiratory conditions are extending the scope and applicability of pulmonary rehabilitation.

Individuals with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) still comprise the largest proportion of those referred for pulmonary rehabilitation. However, it has become clear that regardless of the type of chronic respiratory disease, patients experience a substantial morbidity from secondary impairments, such as peripheral muscle, cardiac, nutritional, and psychosocial dysfunction, as well as suboptimal self-management strategies. Therefore, pulmonary rehabilitation may be of value for all patients in whom respiratory symptoms are associated with diminished functional capacity or reduced HRQL.

The timing of pulmonary rehabilitation depends on the clinical status of the individual patient and should no longer be viewed as a “last ditch” effort for patients with severe respiratory impairment. Rather, it should be an integral part of the clinical management of all patients with chronic respiratory disease, addressing their functional and/or psychologic deficits. Patient education is more than simply providing didactic information. It involves a combination of teaching, counseling, and behavior modification techniques to promote self-management skills and self-efficacy. Patient education should also integrate end-of-life decision making into the overall treatment strategy.

In light of the recent advances in our understanding of the science and process of pulmonary rehabilitation, the ATS and the ERS have adopted the following definition: “Pulmonary rehabilitation is an evidence-based, multidisciplinary, and comprehensive intervention for patients with chronic respiratory diseases who are symptomatic and often have decreased daily life activities. Integrated into the individualized treatment of the patient, pulmonary rehabilitation is designed to reduce symptoms, optimize functional status, increase participation, and reduce health care costs through stabilizing or reversing systemic manifestations of the disease.” Pulmonary rehabilitation programs involve patient assessment, exercise training, education, nutritional intervention, and psychosocial support. In a broader sense, pulmonary rehabilitation includes a spectrum of intervention strategies integrated into the lifelong management of patients with chronic respiratory disease and involves a dynamic, active collaboration among the patient, family, and health care providers. These strategies address both the primary and the secondary impairments associated with the respiratory disease.

This document has been developed by an international committee and has been endorsed by both the ATS and the ERS. It places pulmonary rehabilitation within the concept of integrated care. The World Health Organization has defined integrated care as “a concept bringing together inputs, delivery, management and organization of services related to diagnosis, treatment, care, rehabilitation and health promotion” (1). Integration of services improves access, quality, user satisfaction, and efficiency of medical care. As such, pulmonary rehabilitation provides an opportunity to coordinate care and focus on the entire clinical course of an individual’s disease.

Building on previous statements (2, 3), this document presents recent scientific advances in our understanding of the multi-systemic effects of chronic respiratory disease and how pulmonary

rehabilitation addresses the resultant functional limitations. It was created as a comprehensive statement, using both a firm evidence-based approach and the clinical expertise of the writing committee. As such, it is complementary to two current documents on pulmonary rehabilitation: the American College of Chest Physicians and American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACVPR) evidence-based guidelines (4), which formally grade the level of scientific evidence, and the AACVPR Guidelines for Pulmonary Rehabilitation Programs (5), which give practical recommendations.

## SECTION 2: EXERCISE PERFORMANCE: LIMITATIONS AND INTERVENTIONS

### Introduction

Exercise intolerance is one of the main factors limiting participation in activities of daily living among individuals with chronic respiratory disease. While there is a growing body of evidence defining the mechanisms of exercise limitation in all respiratory disease, the majority of the literature to date has focused on individuals with COPD (6). In addition, virtually all randomized controlled trials of exercise training have been in this population. Most of the evidence presented here concentrates on COPD, with discussion on exercise limitation and exercise training in other chronic respiratory diseases included, where available.

The cardinal symptoms of chronic respiratory disease that limit exercise in most patients are dyspnea and/or fatigue, which may result from ventilatory constraints, pulmonary gas exchange abnormalities, peripheral muscle dysfunction, cardiac dysfunction, or any combination of the above. Anxiety and poor motivation are also associated with exercise intolerance. Although it is commonly accepted that anxiety and depression have an impact on symptom perception (7, 8) and hence may contribute to exercise intolerance, a direct association between emotional status and exercise tolerance has not been established (9). Further research is needed to unravel the potential interaction between mood disturbances and exercise limitation.

In the next section, the physiologic factors limiting exercise tolerance are discussed together with the most potent intervention to improve exercise tolerance: exercise training. Identifying one variable limiting exercise in patients with COPD is often difficult. Many factors may contribute directly or indirectly to exercise tolerance. Because of this, separating the various mechanisms contributing to exercise intolerance is often a largely academic exercise. For example, deconditioning and hypoxia contribute to excess ventilation, resulting in an earlier ventilatory limitation. By consequence, exercise training and oxygen therapy could delay ventilatory limitation during exercise without altering lung function or the maximum ventilatory capacity. Analyzing the limiting factors may uncover otherwise hidden exercise-related issues, such as hypoxemia, bronchospasm, dysrhythmias, musculoskeletal problems, or cardiac ischemia (10).

### Factors Contributing to Exercise Intolerance in Chronic Respiratory Disease

**Ventilatory limitation.** In COPD, ventilation during exercise is often higher than expected because of increased dead-space ventilation, impaired gas exchange, and increased ventilatory demands related to deconditioning and peripheral muscle dysfunction. Furthermore, maximal ventilation during exercise is often limited by the mechanical constraints imposed by the lung pathophysiology. Prominent among these constraints and typically seen in emphysematous patients is the



delay of normal emptying of the lungs during expiration due to flow limitation (11, 12), which is aggravated during exercise (13). This leads to dynamic hyperinflation (14), resulting in increased work of breathing, increased load on the respiratory muscles (15, 16), and the intensified perception of respiratory discomfort.

**Gas exchange limitations.** Hypoxia may directly or indirectly limit exercise tolerance. Hypoxia directly increases pulmonary ventilation through augmenting peripheral chemoreceptor output and indirectly through stimulation of lactic acid production. Lactic acidemia contributes to muscle task failure and increases pulmonary ventilation, as buffered lactic acid results in an increase in carbon dioxide production (17). Supplemental oxygen therapy during exercise in hypoxemic and even in nonhypoxemic patients with COPD allows for higher intensity training, probably through several mechanisms, including a dose-dependent decrease in dynamic hyperinflation by lowering respiratory rate, a decrease in pulmonary artery pressures, and a decrease in lactic acid production (14, 18-22).

**Cardiac dysfunction.** The cardiovascular system is affected by chronic lung disease in a number of ways, the most important being an increase in right ventricular afterload imposed by an elevated pulmonary vascular resistance from direct vascular injury (23, 24), hypoxic vasoconstriction (25), and/or increases in effective pulmonary

vascular resistance due to erythrocytosis (26). An overloaded right ventricle, in turn, leads to right ventricular hypertrophy, which, if severe or left untreated, may result in right ventricular failure (27). These right ventricular effects can also compromise left ventricular filling through septal shifts that further reduce the ability of the heart to meet exercise demands (28). Other complications include the detrimental effects of tachyarrhythmias resulting from a dilated or hypertrophied myocardium. Air trapping and the consequent rise in right atrial pressure may further compromise cardiac function during exercise (29). Under these conditions, exercise-related left ventricular dysfunction, occult at rest, may be observed (30). Several studies have demonstrated substantial physiologic benefits after relatively high levels of exercise training (31-34), but it is difficult to determine the additional contribution of enhanced cardiovascular function to the improvements documented in peripheral muscle function. The role of exercise training in improving cardiovascular function in patients with chronic respiratory disease is largely undefined, and should be studied.

Finally, inactivity can lead to cardiovascular deconditioning, which further limits exercise tolerance. It is important to recognize that a substantial amount of the increase seen in exercise tolerance after exercise training probably reflects improvements in

**TABLE 1. PATHOPHYSIOLOGIC ABNORMALITIES IN CHRONIC RESPIRATORY DISEASE AND POSSIBLE MECHANISMS FOR IMPROVEMENT AFTER EXERCISE TRAINING**

	Pathophysiologic Abnormality	References	Changes with Exercise Training	References
Body composition	1 Lower limb muscle cross-sectional area 1 Fat-free mass and 1 fat mass 1 % Fat-free mass and =/  fat mass	35	T With resistance training T Fat-free mass and fat mass with rehabilitation and nutritional supplementation T Fat-free mass and 1 fat mass with rehabilitation (resistance + endurance combined) Enhanced T fat-free mass with testosterone (1) and anabolic steroids	360, 194, 361
Lower limb muscle fiber type, size	1 % Fiber type I and myosin heavy chain (advanced disease)  T % Fiber type IIX	40, 158, 362-367	= Fiber-type proportion T Fiber cross-sectional area	362
Capillarization	1 Capillary contacts to fiber cross-sectional area, especially in patients developing fatigue during exercise	45, 362	T Capillary contacts proportional to increase in fiber cross-sectional area	362
Muscle metabolic capacity	1 Capacity of oxidative enzymes: citrate synthase, 3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenase, succinic acid dehydrogenase, cytochrome C oxidase T Cytochrome-c oxidase activity in hypoxemic patients	41, 368, 369	T Capacity of oxidative enzymes after endurance training	63
Metabolism at rest/after exercise	Rest: 1 intracellular pH, 1 [PCr] and [ATP],  T lactate and inosine monophosphate;  1 glycogen stores in hypoxemic patients; 1 glycogen stores related to physical activity level; 1 uncoupling protein-3 content Exercise: rapid decline in muscle intracellular pH, phosphocreatine/inorganic phosphate	42, 61, 68, 370-373	1 Lactic acidemia at iso work rate Normalization of decline in intracellular pH and PCr/Pi. Faster PCr- recovery.	31, 61
Inflammatory state	T Inflammatory/apoptotic markers may occur in skeletal muscle in subpopulations of wasted COPD	374, 375	No effect shown or not studied	
Redox state	Glutathione levels normal to moderately reduced T Oxidative stress in the skeletal muscle of COPD patients after quadriceps exercise	363, 376-378	T Oxidized glutathione in contrast to observations in healthy subjects. Partially reversed by antioxidant therapy (N-acetyl cysteine)	379

cardiovascular function.

Skeletal muscle dysfunction. An outline of possible skeletal muscle abnormalities in chronic respiratory disease is given in Table 1. Weight loss and consequent peripheral muscle wasting occurs in approximately 30% of outpatients with COPD (35). Peripheral muscle dysfunction may also be attributable to inactivity-induced deconditioning, systemic inflammation, oxidative stress, blood gas disturbances, corticosteroid use, and reductions in muscle mass (36). The quadriceps muscle has frequently been studied in COPD because it is readily accessible and is a primary muscle of ambulation. However, the generalization of these findings to patients with less severe disease or to other skeletal muscles is unclear. Upper limb skeletal muscle strength and mechanical efficiency may be better preserved, although this is controversial (37-39). For example, unlike the situation in the quadriceps, citrate synthase (an enzyme of the citric acid cycle) activity of the deltoid muscle is relatively preserved in severe COPD (40). At present, there are no studies in which muscle biopsies from upper and lower limbs obtained from the same subjects with chronic respiratory disease have been compared.

A reduced capacity for muscle aerobic metabolism may influence exercise tolerance in several ways. Increased lactic acidosis for a given exercise work rate, a common finding in COPD (31, 41), increases ventilatory needs (31). This imposes an additional burden on the respiratory muscles already facing increased impedance to breathing. Premature muscle acidosis, a contributory factor to muscle task failure and early exercise termination in healthy subjects, may be an important mechanism contributing to exercise intolerance in COPD (42). This is exacerbated by a tendency to retain CO<sub>2</sub> during exercise, further increasing acidosis. Improving peripheral skeletal muscle function is therefore an important goal of exercise training programs.

Leg fatigue also contributes to poor exercise tolerance in chronic respiratory disease, and in some patients is the main limiting symptom (43, 41). This could be related to the fact that the peripheral muscle alterations described in Table 1 render these muscles susceptible to contractile fatigue (44). Recently, the impact of leg fatigue on the exercise response to acute bronchodilation in patients with COPD has been evaluated (45). In patients who developed leg fatigue during exercise, ipratropium failed to increase endurance time despite an 11% improvement in FEV<sub>1</sub>. This study provides indirect evidence of the role of peripheral muscle dysfunction in exercise intolerance in some patients with COPD.

Respiratory muscle dysfunction. The diaphragms of patients with COPD adapt to chronic overload and show a greater resistance to fatigue (46, 47). As a result, at identical absolute lung volumes, their inspiratory muscles are capable of generating more force than that in healthy control subjects (48, 49). This occurs early in the course of the disease, even before adaptations in the skeletal muscle are seen (50). However, these patients often have hyperinflation, which places their respiratory muscles at a mechanical disadvantage. Despite these adaptations in the diaphragm, both functional inspiratory muscle strength (52) and inspiratory muscle endurance (53) are compromised in COPD. As a consequence, respiratory muscle weakness, as assessed by measuring maximal respiratory pressures, is often present (51-54). This contributes to hypercapnia (55), dyspnea (56, 57), nocturnal oxygen desaturation (58), and reduced exercise performance (41). During exercise it has been shown that patients with COPD use a larger proportion of their maximal inspiratory pressure than healthy subjects, probably due, in large part, to increased respiratory muscle loading from dynamic hyperinflation (59). A last factor that may link the respiratory muscles to exercise limitation is the increase in systemic vascular resistance as the load on the diaphragm increases (60). This may lead to a "steal" effect of blood from the peripheral muscles to the diaphragm, although no convincing data are available to confirm this.

## Exercise Training to Improve Exercise Performance

**Introduction.** Exercise training, widely regarded as the cornerstone of pulmonary rehabilitation (73), is the best available means of improving muscle function in COPD (61-63) and (probably) other chronic respiratory diseases. It is indicated for those individuals with chronic respiratory disease who have decreased exercise tolerance, exertional dyspnea or fatigue, and/or impairment of activities of daily living. Patients with COPD after acute exacerbations are excellent candidates for exercise training (64). Exercise training programs must address the individual patient's limitation to exercise, which may include ventilatory limitations, gas exchange abnormalities, and skeletal or respiratory muscle dysfunction. Exercise training may also improve motivation for exercise, reduce mood disturbance (65, 66), decrease symptoms (67), and improve cardiovascular function. Patients with severe chronic respiratory disease can sustain the necessary training intensity and duration for skeletal muscle adaptation to occur (63, 68). Before exercise training and during a thorough patient assessment, clinicians must establish optimal medical treatment, including bronchodilator therapy, long-term oxygen therapy, and treatment of comorbidities. A thorough patient assessment may also include a maximal cardiopulmonary exercise test to assess the safety of exercise, the factors contributing to exercise limitation, and the exercise prescription (69). Table 1 summarizes the effects of exercise training on different aspects of skeletal muscle dysfunction.

Improvements in skeletal muscle function after exercise training result in gains in exercise capacity despite the absence of changes in lung function. Moreover, the improved oxidative capacity and efficiency of the skeletal muscles lead to less alveolar ventilation for a given work rate. This may reduce dynamic hyperinflation, thereby reducing exertional dyspnea.

### Exercise programs in COPD.

**PROGRAM DURATION AND FREQUENCY.** The minimum duration of exercise training in pulmonary rehabilitation has not been extensively investigated. Outpatient exercise training with two or three weekly sessions for 4 weeks showed less benefit than similar training for 7 weeks (70, 71). Furthermore, 20 sessions of comprehensive pulmonary rehabilitation has been demonstrated to show considerably more improvement in multiple outcomes than 10 sessions (72). Short-term, intensive programs (20 sessions condensed in 3-4 weeks) have also been shown to be effective (73). It is generally believed that longer programs yield larger, more durable training effects (74-76).

Patients should perform exercise at least three times per week, and regular supervision of exercise sessions is necessary to achieve optimal physiologic benefits (77, 78). Because of program constraints, twice-weekly supervised exercise training and one or more unsupervised session at home may be an acceptable alternative (79), although it is unclear whether this is as effective. Once-weekly supervised sessions appear to be insufficient (80).

**INTENSITY OF EXERCISE.** Although low-intensity training results in improvements in symptoms, HRQL, and some aspects of performance in activities of daily living (81, 82), greater physiologic training effects occur at higher intensity (31). Training programs, in general, should attempt to achieve maximal physiologic training effects (83), but this approach may have to be modified because of disease severity, symptom limitation, comorbidities, and level of motivation. Furthermore, even though high-intensity targets are advantageous for inducing physiologic changes in patients who can reach these levels, low-intensity targets may be more important for long-term adherence and health benefits for a wider population.

In normal subjects, high-intensity training can be defined as that intensity which leads to increased blood lactate levels (31). However, in the pulmonary rehabilitation patient population, there

is no generally accepted definition of high intensity, since many are limited by respiratory impairment before achieving this physiologic change. A training intensity that exceeds 60% of the peak exercise capacity is empirically considered sufficient to elicit some physiologic training effects (84), although higher percentages are likely to be more beneficial and are often well tolerated. In clinical practice, symptom scores can be used to adjust training load (85, 86); these scores are anchored to a stable relative load and can be used throughout the training program (87). A Borg score of 4 to 6 for dyspnea or fatigue is usually a reasonable target. Alternatively, heart rate at the gas exchange threshold or power output has also been used to target training intensity (83).

**SPECIFICITY OF EXERCISE TRAINING.** Pulmonary rehabilitation exercise programs have traditionally focused on lower extremity training, often using a treadmill or stationary cycle ergometer. However, many activities of daily living involve upper extremities. Because improvement is specific to those muscles trained, upper limb exercises should also be incorporated into the training program (88). Examples of upper extremity exercises include an arm cycle ergometer, free weights, and elastic bands. Upper limb exercise training reduces dyspnea during upper limb activities and reduces ventilatory requirements for arm elevation (89, 90).

**ENDURANCE AND STRENGTH TRAINING.** Endurance training in the form of cycling or walking exercises is the most commonly applied exercise training modality in pulmonary rehabilitation (33, 34, 91, 92). Optimally, the approach consists of relatively long exercise sessions at high levels of intensity (> 60% maximal work rate). The total effective training time should ideally exceed 30 minutes (93). However, for some patients, it may be difficult to achieve this target training time or intensity, even with close supervision (34). In this situation, interval training may be a reasonable alternative.

Interval training is a modification of endurance training where the longer exercise session is replaced by several smaller sessions separated by periods of rest or lower intensity exercise. Interval training results in significantly lower symptom scores (79) despite high absolute training loads, thus maintaining the training effects (79, 94, 95).

Strength (or resistance) training also appears to be worthwhile in patients with chronic respiratory disease (96). This type of training has greater potential to improve muscle mass and strength than endurance training (96-100), two aspects of muscle function that are only modestly improved by endurance exercises. Training sessions generally include two to four sets of 6 to 12 repetitions at intensities ranging from 50 to 85% of one repetition maximum (101). Strength training may also result in less dyspnea during the exercise period, thereby making this strategy easier to tolerate than aerobic training (96).

The combination of endurance and strength training is probably the best strategy to treat peripheral muscle dysfunction in chronic respiratory disease, because it results in combined improvements in muscle strength and whole body endurance (62), without unduly increasing training time (99).

#### Practice guidelines:

1. A minimum of 20 sessions should be given at least three times per week to achieve physiologic benefits; twice-weekly supervised plus one unsupervised home session may also be acceptable.
2. High-intensity exercise produces greater physiologic benefit and should be encouraged; however, low-intensity training is also effective for those patients who cannot achieve this level of intensity.

3. Interval training may be useful in promoting higher levels of exercise training in the more symptomatic patients.
4. Both upper and lower extremity training should be utilized.
5. The combination of endurance and strength training generally has multiple beneficial effects and is well tolerated; strength training would be particularly indicated for patients with significant muscle atrophy.

#### Special Considerations for Exercise Training in Patients without COPD

To date, there are no formal evidence-based guidelines regarding the exercise prescription or response to exercise training for patients with respiratory disorders other than COPD. Therefore, recommendations for pulmonary rehabilitation of these diseases must rely on expert opinion based on knowledge of the underlying pathophysiology and clinical experience. Safety considerations as well as individual patient needs and goals of rehabilitation must guide the exercise prescription and implementation of the training program. Careful consideration of the multiple factors contributing to exercise limitation is essential for each patient. To follow are some unique features for rehabilitation among patients without COPD.

When treated appropriately, patients with asthma are often not ventilatory-limited and therefore can usually achieve substantial physiologic training benefit from high-intensity training. To minimize exercise-induced bronchospasm during exercise training, preexercise use of bronchodilators and an adequate period of gradual warm-up exercise are indicated. Cardiopulmonary exercise testing may be used to evaluate for exercise-induced bronchoconstriction (102). Patients with cystic fibrosis should exercise at stations a few feet apart from other participants to avoid cross-contamination with bacterial pathogens that may be antibiotic resistant (103, 104). In addition, patients and staff members must also pay close attention to hygiene techniques. Patients should maintain the protein and caloric intake necessary to meet the metabolic demand posed by exercise training (105), and precautions should be taken to maintain adequate fluid and salt intake (102, 106-108). Pulmonary rehabilitation has been shown to improve exercise capacity in patients with bronchiectasis (109). For patients with advanced interstitial lung disease, particular emphasis should be placed on pacing and energy conservation, because dyspnea may be severe and oxygen desaturation during exercise may be difficult to correct with supplemental O<sub>2</sub>. Walking and low-impact and water-based exercise may be ideal for severely obese patients. Persons with neuromuscular disease-related respiratory disorders may require adaptive assistive equipment to optimize functional status. Exercise should be undertaken in a manner that maintains muscle conditioning while avoiding excess muscular fatigue (110).

Until recently, severe pulmonary hypertension was considered a contraindication to exercise training. However, a closely supervised program with attention to the nature and intensity of exercise may be useful before transplantation or for the treatment of functional limitation. High-intensity exercise is generally not recommended for this population. Low-intensity aerobic exercise, pacing, and energy conservation techniques are recommended. Telemetry monitoring may be indicated for those patients with known arrhythmias. Cessation of exercise is especially important if the patient develops chest pain, lightheadedness, or palpitations. Activities such as weight lifting, which lead to increased intrathoracic pressure, should be avoided because of the risk of syncope and circulatory collapse. Blood pressure and pulse should be monitored closely during exercise, and care should be taken to avoid falls for patients receiving anticoagulation medication. Extreme caution must be used to avoid interruption of continuous intravenous vasodilator therapy and to ensure adequate oxygenation.

## Additional Strategies to Improve Exercise Performance

**Maximizing pulmonary function before starting exercise training.** In patients with airflow limitation, bronchodilators may reduce dyspnea and improve exercise tolerance (111). These beneficial effects may be mediated not only through reducing airway resistance but also through the reduction of resting and dynamic hyperinflation (112-115). Thus, the effectiveness of bronchodilators should not be judged only by the improvement in FEV<sub>1</sub> as improvements in markers of hyperinflation, such as the inspiratory capacity, may be more relevant to the observed clinical benefit during exercise.

Bronchodilator therapy may be especially effective in enhancing exercise performance in those patients less limited by contractile muscle fatigue (45, 116). With optimal bronchodilation, the primary cause of exercise limitation may change from dyspnea to leg fatigue, thereby allowing patients to exercise their peripheral muscles to a greater degree (115). This nicely illustrates the potential synergy between pharmacologic and nonpharmacologic treatments. Optimizing bronchodilation within the context of a pulmonary rehabilitation program for COPD results in greater improvement in exercise performance, probably by allowing patients to exercise at higher intensities (117).

*Practice guideline:* In individuals with airflow limitation, optimal bronchodilator therapy should be given prior to exercise training to enhance performance.

**Oxygen.** Patients who are receiving long-term oxygen therapy should have this continued during exercise training, but may need increased flow rates. Oxygen supplementation as an adjunct to exercise training has been tested in two distinct populations: those with and those without exercise-induced hypoxemia. In hypoxemic patients, randomized controlled trials compared exercise training with supplemental oxygen to training with room air. In one study, oxygen supplementation led to significant improvement in exercise tolerance and dyspnea (18). In three others, there were no significant between-group differences in exercise tolerance, dyspnea, or HRQL (118-120).

In nonhypoxemic patients, oxygen supplementation also allowed higher training intensities and enhanced exercise performance in the laboratory setting, even without desaturation, probably mediated through a reduced ventilatory response (19). There was a trend for a greater improvement in some aspects of quality of life in oxygen-trained patients, although the study was probably underpowered for this outcome. In another study, the prescription of supplemental oxygen for mild hypoxemia outside of the pulmonary rehabilitation setting did not show any increase in exercise tolerance or HRQL (121). These studies provide important information but do not enable the clinician to predict individual responses to oxygen therapy based on exercise-induced desaturation (122).

*Practice guideline:* Oxygen supplementation during pulmonary rehabilitation, regardless of whether or not oxygen desaturation during exercise occurs, often allows for higher training intensity and/or reduced symptoms in the research setting. However, at the present time, it is still unclear whether this translates into improved clinical outcomes.

**Noninvasive mechanical ventilation.** Noninvasive positive-pressure ventilation (NPPV) reduces breathlessness and increases exercise tolerance in certain patients with chronic respiratory disease, probably through reducing the acute load on the respiratory muscles (123-129). In patients with COPD with chronic respiratory failure, a novel form of noninvasive ventilatory support, proportional assist ventilation, enabled a higher training intensity, leading to a greater maximal exercise capacity and evidence of true physiologic adaptation (130-132). In one study, the addition of nocturnal

domiciliary NPPV in combination with pulmonary rehabilitation in severe COPD resulted in improved exercise tolerance and quality of life, presumably through resting the respiratory muscles at night (133).

*Practice guideline:* In selected patients with severe chronic respiratory disease and suboptimal response to exercise, NPPV may be considered as adjunctive therapy since it may allow for greater training intensity through unloading respiratory muscles. Because NPPV is a very difficult and labor-intensive intervention, it should be used only in those with demonstrated benefit from this therapy. Further studies are needed to further define its role in pulmonary rehabilitation.

**Respiratory muscle training.** Adding inspiratory muscle training to standard exercise training in patients with poor initial inspiratory muscle strength has been shown in some studies to improve exercise capacity more than exercise training alone (134-138). In patients with less respiratory muscle weakness, evidence for the addition of inspiratory muscle training to regular exercise training is lacking. Three types of inspiratory muscle training have been reported: inspiratory resistive training (139), threshold loading (140, 141), and normocapnic hyperpnea (142-144). At present, there are no data to support one method over the other.

*Practice guideline:* Although the data are inconclusive, inspiratory muscle training could be considered as adjunctive therapy in pulmonary rehabilitation, primarily in patients with suspected or proven respiratory muscle weakness.

**Neuromuscular electrical stimulation.** Neuromuscular electrical stimulation (NMES) involves passive stimulation of contraction of the peripheral muscles to elicit beneficial training effects. It has been used in patients with severe peripheral muscle weakness, such as bed-bound patients receiving mechanical ventilation who have marked peripheral muscle dysfunction (145,146). The application of NMES combined with active limb mobilization significantly improved muscle strength and exercise capacity and reduced days needed for patients to transfer from the bed to the chair (147). In one study, patients who were deemed by the investigators to be poor candidates for standard pulmonary rehabilitation were able to participate in regular rehabilitation after 6 weeks of NMES (145). One of the potential advantages of NMES is that it can be applied in the home setting. Larger studies are needed to further define its indications and applications.

*Practice guideline:* NMES may be an adjunctive therapy for patients with severe chronic respiratory disease who are bed-bound or suffering from extreme skeletal muscle weakness.

## SECTION 3: BODY COMPOSITION: ABNORMALITIES AND INTERVENTIONS

### The Scope of Body Composition Abnormalities in Chronic Lung Disease

Body composition abnormalities are probably prevalent in all advanced respiratory disease. However, most literature, to date, has focused on individuals with COPD. Therefore, most of the information given below relates to this disease. Individuals with moderate to severe COPD are frequently underweight, including up to one-third of outpatients (148,149) and 32 to 63% of those referred for pulmonary rehabilitation or those participating in clinical trials (150-154). Muscle wasting associated with COPD is more common in, but by no means limited to, underweight patients. At a minimum, simple screening should be a component of comprehensive pulmonary rehabilitation. This can be most easily accomplished by calculating body mass index (BMI), which is defined as the weight in kilograms divided by the height in meters squared. On the basis of the

BMI, patients can be categorized as underweight ( $< 21 \text{ kg/m}^2$ ), normal weight ( $21.5 \text{ kg/m}^2$ ), overweight ( $25\text{-}30 \text{ kg/m}^2$ ), and obese ( $> 30 \text{ kg/m}^2$ ). Recent weight loss ( $> 10\%$  in the past 6 months or  $> 5\%$  in the past month) is also an important independent predictor of morbidity and mortality in chronic lung disease.

Measurement of body weight or BMI, however, does not accurately reflect changes in body composition in these patients. Body weight can be divided into fat mass and fat-free mass (FFM). FFM consists of body cell mass (organs, muscle, bone) and water. Under clinically stable conditions, measurement of FFM can be used to estimate body cell mass. The loss of FFM, which is characteristic of the cachexia associated with chronic lung diseases, such as COPD, can be estimated using skinfold anthropometry, bioimpedance analysis (which determines FFM) (155), or dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA; which determines lean nonfat, nonbone mass) (156). Although reductions in FFM are usually associated with weight loss, the former may even occur in weight-stable patients. Loss of FFM is significantly related to selective atrophy of muscle fibers, particularly type II fibers (68, 157, 158).

In the last two decades, several studies have defined and quantified depletion of FFM. Patients can be considered to be depleted based on the FFM index ( $\text{FFM}/\text{height}^2$ ), with values below  $16 \text{ kg/m}^2$  for men and  $15 \text{ kg/m}^2$  for women (159). In European studies, using these criteria, 35% of patients with COPD admitted for pulmonary rehabilitation and 15% of outpatients with COPD were characterized as depleted (160-162), underscoring its high prevalence in chronic lung disease.

Patients with COPD and reduced FFM have lower exercise tolerance as measured using either 12-minute walk distance (163, 160) or  $\text{VO}_2\text{max}$  (164, 165) than those with preserved FFM. In addition, peripheral muscle strength is decreased in patients with COPD (38, 166-168, 163), although it is seen in some muscle groups more than others (169). Because muscle power is directly proportional to its cross-sectional area, loss of muscle mass would be expected to impair muscle strength. Indeed, the finding that strength per kilogram of limb FFM is similar in patients with COPD and control subjects supports the concept that loss of muscle mass is a major determinant of limb weakness (166). Reduced FFM in COPD is also associated with impaired respiratory muscle strength (167, 168), although a proportion of the apparent weakness of these muscles is undoubtedly due to mechanical disadvantage due to changes in chest wall shape and hyperinflation (170).

Underweight patients with COPD have significantly greater impairment in HRQL than those with normal weight (171). Moreover, those with depletion in lean body mass have greater impairment in this outcome area than those without depletion (171). Because normal-weight patients with COPD and low FFM have more impairment in HRQL than underweight patients with normal FFM, this body composition abnormality appears to be an important predictor of HRQL, independent of weight loss (163).

In COPD, there is an association between underweight status and increased mortality (172-174), independent of the degree of airflow obstruction (172). Perhaps more importantly, weight gain in those with a BMI below  $25 \text{ kg/m}^2$  was associated with decreased mortality (172, 175). Because the midthigh muscle cross-sectional area (using computed tomography scanning) in severe COPD was demonstrated to be a better indicator of prognosis than BMI (176), the loss of muscle mass rather than body weight may be a better predictor of mortality. Normal-weight patients with COPD and depleted FFM may have a comparable mortality risk to underweight patients with depleted FFM.

Weight loss may be caused by increased energy and substrate metabolism or reduced dietary intake, and muscle wasting is the consequence of an imbalance between protein synthesis and protein breakdown. Impairment in total energy balance and protein metabolism may occur simultaneously, but these processes can also be dissociated because of altered regulation of substrate metabolism. Hypermetabolism may be the consequence of low-grade systemic inflammation in COPD (177,178). Total energy expenditure, which reflects the metabolic state of the individual, includes resting energy expenditure and activity-related energy expenditure. In sedentary individuals, resting energy expenditure is the major component of total energy expenditure, and this has been found to be elevated in 25% of patients with COPD (179). Activity-related energy expenditure is also elevated in COPD, but there may be different mechanisms that underlie these metabolic alterations in subgroups of patients (154). Table 1 summarizes the effects of body composition on different aspects of skeletal muscle dysfunction.

### Interventions to Treat Body Composition Abnormalities

**Introduction.** The rationale for addressing and treating body composition abnormalities in patients with chronic lung disease is based on the following: (1) the high prevalence and association with morbidity and mortality; (2) the higher caloric requirements from exercise training in pulmonary rehabilitation, which may further aggravate these abnormalities (without supplementation); and (3) the enhanced benefits, which will result from structured exercise training.

Although the etiology of the weight loss and muscle wasting in chronic respiratory disease is complex and not yet fully understood, different physiologic and pharmacologic intervention strategies have been used to reverse wasting of fat mass and FFM. The duration of most of these interventions has been 2 to 3 months; limited information is available regarding longer term therapy. Assessment of body composition is indicated in the assessment and diagnostic workup of the individual patient to target the therapeutic intervention to the pattern of tissue wasting.

**Caloric supplementation.** Caloric support is indicated to match elevated energy requirements to maintain or restore body weight and fat mass. This is especially important for chronic respiratory patients, since some may suffer from involuntary weight loss and/or exhibit a decreased mechanical efficiency during exercise. Adequate protein intake is crucial for stimulation of protein synthesis to maintain or restore FFM not only in underweight but also in normal-weight patients. The increased activity-related energy requirements during pulmonary rehabilitation must also be met, even in normal-weight individuals (180).

Caloric supplementation intervention should be considered for the following conditions: a BMI less than  $21 \text{ kg/m}^2$ , involuntary weight loss of more than 10% during the last 6 months or more than 5% in the past month, or depletion in FFM or lean body mass. Nutritional supplementation should initially consist of adaptation in the patient's dietary habits and the administration of energy-dense supplements.

In early controlled clinical trials, oral liquid dietary supplementation (without exercise) was able to restore energy balance and increase body weight in underweight patients with COPD (181-183). These early intervention studies did not assess the ratio of fat mass to FFM. In most outpatient settings, however, nutritional supplementation alone has not been successful in inducing significant weight gain (184). Several factors may contribute to this, including a reduction in spontaneous food intake (180,185,186), suboptimal implementation of nutritional supplements in daily meal and activity pattern (185), portion size and macronutrient composition of nutritional supplements (187), and the presence of systemic

inflammation (186). Addressing these factors by integrating nutritional intervention into a comprehensive rehabilitation program should improve outcome. For example, two controlled studies have demonstrated that nutritional supplementation combined with supervised exercise training increased body weight and FFM in underweight patients with COPD (168, 188). From these studies, it can be anticipated that the combined intervention can result in a 2:1 ratio of gain in FFM to gain in fat mass.

**Physiologic interventions.** Strength training may selectively increase FFM by stimulation of protein synthesis via insulinlike growth factor 1 (IGF-1) or targets downstream of IGF-1 signaling. In patients with COPD and a normal body composition, 8 weeks of whole body exercise training increased body weight as a result of modest increases in FFM, whereas body fat tended to decrease (189). Enhanced bilateral midthigh muscle cross-sectional area, assessed by computed tomography, was seen after 12 weeks of aerobic training combined with strength training in normal-weight patients with COPD (190). However, BMI did not change. This different response in BMI could be related to differences in dietary intake between study groups (191).

**Pharmacologic interventions.** Several pharmacologic strategies have been used in an attempt to induce weight gain and, specifically, increase FFM in COPD. Anabolic steroids have been investigated most extensively, either as single therapy (192) or combined with pulmonary rehabilitation (184, 168). In general, treatment duration ranged from 2 to 6 months. Anabolic steroids may improve outcome of pulmonary rehabilitation through various mechanisms: (1) stimulation of protein synthesis either directly or indirectly by interaction with the IGF-1 system, (2) regulation of the myostatin gene, (3) antigluco-corticoid action, and (4) erythropoietic action. Low-dose anabolic steroids, given either by intramuscular injection or orally administered, increase FFM, but not fat mass, generally without harmful effects (193). In male patients with low testosterone levels, testosterone administration resulted in an increase in muscle mass. This effect was augmented by concomitant resistance training, and resulted in increased strength (194). It is not clear whether anabolic therapy will lead to improvements in exercise capacity or health status. Specific indications for this treatment are not yet defined.

Growth hormone, which is a potent stimulator of systemic IGF-1 levels, has been shown to increase lean body mass in a small number of underweight patients with COPD participating in a pulmonary rehabilitation program (195). The modest improvement in body composition was associated with increases in exercise performance. However, this therapy is expensive and has been associated with a number of undesirable side effects, such as salt and water retention, and impairment in glucose metabolism. Currently, studies are ongoing to investigate the efficacy and safety of growth hormone-releasing factors to improve body composition and functional capacity in COPD.

The progestational agent megestrol acetate has been shown to increase appetite and body weight, and stimulate ventilation in chronic wasting conditions such as AIDS and cancer. In underweight patients with COPD, 8 weeks of this drug resulted in a treatment-placebo difference of 2.5 kg weight. However, this favorable change in weight was mainly fat mass (196).

On the basis of the current studies, it appears that several physiologic and pharmacologic interventions are able to modulate either fat mass or FFM in patients with COPD. Although these interventions appear to be safe in the short term, further studies are needed to evaluate long-term effects. Further studies are also necessary to develop optimal strategies for pharmacologic interventions for muscle wasting in chronic lung disease. These will include combining exercise training with pharmacologic therapy,

targeting specific subpopulations (disease severity and tissue depletion pattern), and determining whether improvement in body composition translates into functional benefits and prolonged survival.

### Special Considerations in Obesity

The respiratory disturbances associated with obesity cause an increased work and oxygen cost of breathing (197), with impaired exercise tolerance, disability, and impaired quality of life (198,200). Significant abnormalities of respiratory function can result from obesity alone, even in the absence of underlying parenchymal lung or restrictive chest wall disease. Respiratory disturbances associated with obesity include impaired respiratory mechanics with low lung volumes and decreased respiratory system compliance, increased small airway resistance, and alterations in both breathing pattern and respiratory drive (197, 201). Patients with “obesity hypoventilation syndrome” have resting daytime hypoxemia and hypercarbia, impaired central respiratory drive with decreased ventilatory responsiveness to CO<sub>2</sub>, and nocturnal alveolar hypoventilation (197,201). Persons with “simple obesity” may also have hypoxemia greater than expected for age, due to poor expansion of the lung bases, but maintain normal daytime PCO<sub>2</sub>. Obstructive sleep apnea and nocturnal alveolar hypoventilation are also extremely common in obese persons, and can result in pulmonary hypertension and cor pulmonale (197, 202). Obesity is also associated with an increased risk of thromboembolic disease, aspiration, and complications from mechanical ventilation (197). Many morbidly obese individuals eventually develop overt respiratory and/or cardiac failure.

Pulmonary rehabilitation is an ideal setting in which to address the needs of people with obesity-related respiratory disorders and individuals with lung disease in whom obesity is also contributing to functional limitation. Specific interventions may include nutritional education, restricted calorie meal planning, encouragement for weight loss, and psychologic support. Although there is no established target for the amount of weight loss to be achieved after pulmonary rehabilitation, comprehensive rehabilitation of obese persons can lead to weight loss, and improved functional status and quality of life (203-205).

*Practice guideline:* Pulmonary rehabilitation programs should address body composition abnormalities, which are frequently present and underrecognized in chronic lung disease. Intervention may be in the form of caloric, physiologic, pharmacologic, or combination therapy.

## SECTION 4: SELF-MANAGEMENT EDUCATION

### Introduction

Patient education remains a core component of comprehensive pulmonary rehabilitation, despite the difficulties in measuring its direct contribution to overall outcomes (5, 206, 207). Education permeates all aspects of pulmonary rehabilitation, beginning at the time of diagnosis and continuing through end-of-life care. It is a shared responsibility among the patient, family, primary care physician, specialist, and nonphysician health care providers.

The style of teaching used in pulmonary rehabilitation is changing from traditional didactic lectures to self-management education (208). Although the former provides information related to the patient’s condition and his or her therapy, the latter teaches self-management skills that emphasize illness control through health behavior modification, thus increasing self-efficacy, with the goal of improving clinical outcomes including adherence (Figure 1) (209, 210). Self-efficacy refers to the belief that one can successfully execute particular behaviors to produce certain outcomes (211). Strategies to enhance self-efficacy are listed in Table 2.

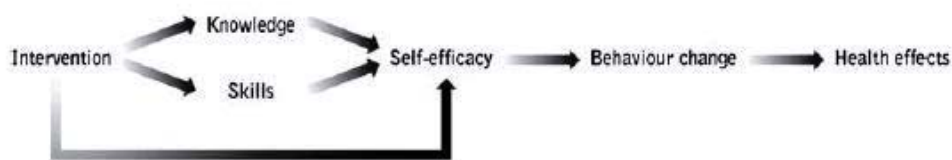


Figure 1. Causal chain of behavior modification. Reprinted by permission from Reference 210.

### Curriculum Development

The curriculum of an individualized educational program is based on addressing knowledge deficits of the patients and their significant others. These specific educational requirements and the patients' goals are determined at the time of their initial evaluation and are reevaluated during the program. Self-management interventions emphasize how to integrate the demands of the disease into the daily routine. Educational topics are listed in Table 3. For patients with disorders other than COPD, it is important that the pulmonary rehabilitation staff understand the pathophysiology and the appropriate therapeutic interventions required for each diagnostic group.

Prevention and early treatment of respiratory exacerbations, informed end-of-life decision making, breathing strategies, and bronchial hygiene techniques are important educational issues to be included in pulmonary rehabilitation. Health professionals should always be aware of those patients who still require smoking cessation interventions.

Prevention and early treatment of exacerbations. Self-management should include instruction in the prevention and early treatment of respiratory exacerbations. An exacerbation can be defined as a sustained worsening of the patient's symptoms from that beyond normal day-to-day variation (212). Exacerbations can result in a more rapid decline of lung function (213), increased peripheral muscle weakness (214), decreased quality of life (215), increased health care costs (216, 217), and increased mortality (218). It has been demonstrated that early therapy speeds exacerbation recovery (219) and reduces health care utilization (220). Patients should be instructed to respond early in the course of an exacerbation by activating their predetermined action plan. The action plan can range from initiating a predetermined medication regimen to alerting the health care provider. An example of an action plan can be found at [www.livingwellwithcopd.com](http://www.livingwellwithcopd.com). Initiating pulmonary rehabilitation immediately after the COPD exacerbation may reduce subsequent health care utilization (64).

**End-of-life decision making.** Prognostic uncertainty as well as health care provider reluctance form barriers that hinder the discussion of end-of-life decision making. Pulmonary rehabilitation has been identified as an appropriate setting for the discussion of advance care planning and palliative care (221, 222).

**Breathing strategies.** Breathing strategies refer to a range of techniques, including pursed-lip breathing, active expiration, diaphragmatic breathing, adapting specific body positions, and coordinating paced breathing with activities. These techniques aim to improve regional ventilation, gas exchange, respiratory muscle function, dyspnea, exercise tolerance, and quality of life (223).

Pursed-lip breathing attempts to prolong active expiration through half-opened lips, thus helping to prevent airway collapse. Compared with spontaneous breathing, pursed-lip breathing reduces respiratory rate, dyspnea, and PaCO<sub>2</sub>, while improving tidal volume and oxygen saturation in resting conditions (224). Though these have not been convincingly demonstrated to result in enhanced exercise performance, many patients with chronic lung disease use this technique instinctively and report decreased dyspnea with its use.

Active expiration and body positioning techniques attempt to decrease dyspnea, possibly by improving the length-tension relationships or geometry of the diaphragm. Diaphragmatic breathing techniques require the patient to move the abdominal wall out during inspiration and to reduce upper rib cage motion. The goal is to improve chest wall motion and the distribution of ventilation, thereby decreasing the energy cost of breathing. To date, evidence from controlled studies does not support the use of diaphragmatic breathing in patients with COPD (225, 226). Forward leaning has been noted clinically to be effective in COPD and is probably the most adopted body position (227). Use of a rollator/walker while ambulating allows forward leaning with arm support, decreases dyspnea, and increases exercise capacity (228, 229).

As with the development of all aspects of the patient's self-management education curriculum, the breathing strategies must be individualized. Patients will usually adopt the techniques most effective in reducing symptoms (230).

TABLE 2. STRATEGIES TO ENHANCE SELF-EFFICACY

Strategy	Example
Personal experience and practice	Practice self-management skills during rehabilitation sessions; when possible, practice in home environment, and readdress skills as the patient's disease process changes
Feedback and reinforcement	Receive critique at each visit or telephone contact of patient's ability to effectively use selfmanagement skills; patients need reassurance and reinforcement
Analysis of causes of failure	Address prior negative experiences; reinforce skills that lead to positive outcomes
Vicarious experience	Share experiences; learning from a peer who succeeds in changing the behavior enhances self-efficacy expectations

Adapted from Reference 210.

**TABLE 3. EXAMPLES OF EDUCATIONAL TOPICS**

Breathing Strategies  
 Normal Lung Function and Pathophysiology of Lung Disease  
 Proper Use of Medications, including Oxygen  
 Bronchial Hygiene Techniques  
 Benefits of Exercise and Maintaining Physical Activities  
 Energy Conservation and Work Simplification Techniques  
 Eating Right  
 Irritant Avoidance, including Smoking Cessation  
 Prevention and Early Treatment of Respiratory Exacerbations  
 Indications for Calling the Health Care Provider  
 Leisure, Travel, and Sexuality  
 Coping with Chronic Lung Disease and End-of-Life Planning  
 Anxiety and Panic Control, including Relaxation Techniques and Stress Management

**Bronchial hygiene techniques.** For some patients, mucus hypersecretion and impaired mucociliary transport are distinctive features of their lung disease. Instruction in the importance of bronchial hygiene and training in drainage techniques are appropriate for these patients. A recent review concluded that the combination of postural drainage, percussion, and forced expiration improved airway clearance, but not pulmonary function, in patients with COPD and bronchiectasis (231). Use of a positive expiratory pressure mask and assisted coughing were more effective than assisted coughing alone in patients with COPD during an exacerbation (232). Short-term crossover trials suggest that airway clearance regimens have beneficial effects in cystic fibrosis. However, based on a Cochrane review, there is currently no robust scientific evidence to support the hypothesis that chest physiotherapy for the purpose of clearing airway secretions has a beneficial effect in patients with cystic fibrosis (233).

#### **Benefits of Self-Management Education**

Self-management improves health status and lowers health service use in many chronic diseases. Recently, a multicenter randomized clinical trial (220) provided evidence that a multicomponent, skill-oriented self-management program that incorporated an exacerbation action plan and home exercise reduced hospitalizations, emergency visits, and unscheduled physician visits, and improved HRQL. However, the beneficial effects of comprehensive self-management were not replicated in another randomized trial (234). Self-management might be especially beneficial for patients with reduced health status and/or a high frequency of exacerbations. This is a fruitful area for research.

#### **Adherence to Therapeutic Interventions and Transference of Education and Exercise to the Home Setting**

Adherence is defined by the World Health Organization as the extent to which a person's behavior corresponds with agreed-on recommendations by the health care provider. Adherence to therapeutic interventions is a crucial health behavior in the management of chronic respiratory disease. The most effective adherence-enhancing interventions are designed to improve patient self-management capabilities (235). The degree of adherence is

enhanced when the relationship between the patient and the health care provider is a partnership. Pulmonary rehabilitation is a venue that supports the strengthening of this partnership.

Although the short-term benefits of pulmonary rehabilitation with a supervised exercise training program are well established, challenges remain in understanding and promoting long-term self-management and adherence to exercise in the home setting. Most of our knowledge in exercise behavior comes from emerging research in chronic disease populations, not specifically in patients with chronic respiratory disease. In longitudinal studies of the elderly (236, 237), exercise self-efficacy and estimate of expected benefits from regular exercise were predictors of exercise adherence. Confusion and depression were predictors of poor adherence to a home-based strength-training program (238). In a review of 27 cross-sectional and 14 longitudinal studies of individuals 65 years or older, it was shown that educational level and past exercise behavior correlate positively with the performance of regular exercise (239). Conversely, perceived frailty and poor health were the greatest barriers to adopting an exercise and maintenance program. This is in agreement with a qualitative study conducted specifically in patients with COPD (240). This qualitative study demonstrated that barriers to lifestyle changes frequently reported by patients were progression of COPD and associated comorbid conditions.

A recent study compared enhanced to conventional follow-up strategies at completion of a comprehensive pulmonary rehabilitation program (241). Adherence with exercise was high shortly after completion of the rehabilitation program, but dropped off in both groups over the next 6 months. The most consistently reported reasons for nonadherence were chest infection and disease exacerbation. Although not the primary focus of the study, the description of adherence to home exercise and reasons for nonadherence provide important insight into the patterns and predictors of physical activity behavior modification after rehabilitation. Longer lasting programs seem to enhance long-term effects (76, 242).

Adherence to therapeutic interventions, including exercise programs, is a crucial health behavior in the management of chronic respiratory disease. Instruction in individualized selfmanagement skills is a cornerstone in the promotion of longterm adherence.

#### *Practice guidelines:*

1. The educational component of pulmonary rehabilitation should emphasize self-management skills.
2. Self-management should include an action plan for early recognition and treatment of exacerbations and discussions regarding end-of-life decision making.
3. In selected patients, instruction in breathing strategies and bronchial hygiene techniques should be considered.
4. The transference of educational training and exercise adherence to the home setting should be emphasized

## **SECTION 5: PSYCHOLOGIC AND SOCIAL CONSIDERATIONS**

### **Introduction**

Chronic respiratory disease is associated with increased risk for anxiety, depression, and other mental health disorders (243,244). Psychologic and social support provided within the pulmonary rehabilitation setting can facilitate the adjustment process by encouraging adaptive thoughts and behaviors, helping patients to diminish negative emotions, and providing a socially supportive environment.



Patients often experience fear and anxiety in anticipation of, and in association with, episodes of dyspnea (245). This heightened physiologic arousal can precipitate or exacerbate dyspnea and contribute to overall disability. Frustration with poor health and the inability to participate in activities can present in the form of irritability, pessimism, and a hostile attitude toward others. In the later stages of respiratory disease, progressive feelings of hopelessness and inability to cope often occur. Patients with chronic respiratory disease who have positive social support have less depression and anxiety than those who do not (246). Those with a history of preexisting mental health disorders often have the greatest difficulty adjusting to chronic respiratory disease. Most at risk are those with a major depressive or anxiety disorder, previous adjustment or personality disorder, alcohol or drug abuse, or history of psychosis.

Depressive symptoms are common in patients with moderate to severe COPD, with an approximate prevalence rate of 45% (247). The tendency for depressed patients to withdraw from social interactions increases feelings of isolation and depression for both the patient and their loved ones. Sexual activity is also limited by depression and physical restrictions. Subthreshold depression (clinically relevant depression that does not fit operational criteria) is seen in 25% of elderly patients with COPD (248). Both depression and anxiety in the elderly are significantly undertreated (247, 249). Even when appropriate treatment is recommended, many patients refuse anxiolytics or antidepressant medication because of fear of side effects, embarrassment, denial of illness, worries about addiction, cost concerns, or a frustration with taking too many medications (250).

Mild to moderate neuropsychologic impairments may exist as a result of depression as well as disordered gas exchange. These deficits contribute to difficulties in concentration, memory disturbances, and cognitive dysfunction (251), and may lead to difficulty solving common problems in daily living, missed office or clinic appointments, or failure to adhere to the medical and self-management plans (252). Oxygen supplementation should be considered in those patients with documented hypoxemia.

### Assessment and Intervention

The initial patient assessment should include a psychosocial evaluation. The interview should allow adequate time for patients to openly express concerns about the psychosocial adjustment to their disease. Questions should cover perception of quality of life, ability to adjust to the disease, self-efficacy, motivation, adherence, and neuropsychologic impairment (e.g., memory, attention/concentration, problem-solving abilities). Common feelings and concerns that are expressed in this component of the evaluation include the following: guilt, anger, resentment, abandonment, fears, anxieties, helplessness, isolation, grief, pity, sadness, stress, poor sleep, poor marital relations, and failing health of the spouse caretaker (253). If possible, interviewing the significant caregiver (with the patient's consent) may help to explore issues related to dependency, interpersonal conflict, and intimacy. Screening questionnaires, such as the Hospital Anxiety and Depression Questionnaire or the Beck Depression Inventory, may aid in the recognition of significant anxiety and depression (254, 255). When a patient seems to be depressed, psychologic counseling should be considered.

Developing an adequate support system is a most important component of pulmonary rehabilitation (256). Patients with chronic respiratory disease will benefit from supportive counseling to address their concerns, either individually or in a group format. Treating depression may make a significant difference in the patient's quality of life (257). However, although moderate levels of anxiety or depression may be addressed in the pulmonary rehabilitation program, patients identified as having significant psychosocial disturbances should be referred to an appropriate mental health practitioner before the start of the program.

Patients should be taught to recognize symptoms of stress and be capable of stress-management techniques. Relaxation training can be accomplished through techniques such as muscle relaxation, imagery, or yoga. Relaxation tapes, supplemented through biofeedback, may be provided for home use. Relaxation training should be integrated into the patient's daily routine, for tackling dyspnea and controlling panic. Useful crisis management skills include active listening, calming exercises, anticipatory guidance regarding upcoming stressors, problem solving, and identifying resources and support systems.

The sensitive topic of sexuality is often of central importance to quality of life (258). A number of factors may determine how sexual functioning is affected by chronic illness: the patient/spouse relationship, degree of affection, communication, and the level of satisfaction with a partner. Although general information may be provided during patient education in a small-group format, specific questions and concerns are generally best addressed in a one-on-one or couples format. For those having significant interpersonal or family conflicts, referral to a clinical social worker, psychologist, or other counselor for family/relationship counseling is recommended.

#### *Practice guidelines:*

1. Screening for anxiety and depression should be part of the initial assessment.
2. Although mild or moderate levels of anxiety or depression related to the disease process may improve with pulmonary rehabilitation, patients with significant psychiatric disease should be referred for appropriate professional care.
3. Promotion of an adequate patient support system is encouraged.

## SECTION 6: OUTCOMES ASSESSMENT

### Introduction

Outcomes assessment in pulmonary rehabilitation may be evaluated from three different perspectives: those of the patient, the program, and society. This section will discuss patient-centered outcomes. Program audit and societal outcomes (health care utilization) are covered later in this document.

Patient-centered outcome assessment can range from unstructured clinical assessments to the use of specific, validated tests and instruments, such as a field test of exercise performance or an HRQL questionnaire. These are useful in assessing change among a group of individuals enrolled in a rehabilitation program. Although the utility of these structured assessments in the evaluation of the specific patient has not received much critical study, clinical experience seems to suggest they may also be useful in this setting. In addition, some of the measures used for outcome analysis may also be useful in the initial assessment of the patient. For example, a cardiopulmonary exercise test is useful to determine the mechanism of exercise intolerance, to generate an exercise prescription, to determine the need for oxygen supplementation, and to detect contraindications to a training program.

Patients are referred to pulmonary rehabilitation for several reasons: they do not feel their symptoms (dyspnea or fatigue) have sufficiently improved from medications alone, they are dissatisfied with their ability to perform activities of daily life, and/or they are dissatisfied with their quality of life. Thus, for pulmonary rehabilitation, the important patient-centered outcomes should reflect the following: (1) control of symptoms, (2) the ability to perform daily activities, (3) exercise performance, and (4) quality of life. The effect of pulmonary rehabilitation on these outcomes has been studied with numerous instruments, many of which are described on the website of the ATS: [http:// www.atsqol.org/qinst.asp](http://www.atsqol.org/qinst.asp).

In addition, the AACVPR Guidelines for Pulmonary Rehabilitation Programs provides practical recommendations for using outcome measures (5).

Family members are affected by the patient's condition through role changes, impact on social activities, emotional stress, and financial burden. Little is known about the specific impact of pulmonary rehabilitation on family dynamics.

Like many treatment modalities, pulmonary rehabilitation has made significant progress in evaluating patient outcomes; however, understanding outcomes evaluations continues to require scrutiny. For example, programs should not only determine how much individual patients benefit from rehabilitation but should also identify what component(s) of the process led to these benefits. Meaningful conclusions regarding the benefits of the program require robust evaluative instruments. It is generally recommended that outcomes such as dyspnea, activity, and exercise capabilities should be evaluated, because these areas should improve with pulmonary rehabilitation.

Although an emerging body of literature suggests that pulmonary rehabilitation is beneficial in patients with disorders other than COPD (102, 103, 110, 259-268), this level of evidence has not reached the magnitude of that for COPD. Many of the outcome tools used in pulmonary rehabilitation have only been tested in COPD and require validation studies to establish their effectiveness. Generic questionnaires such as the Medical Outcomes Study Short Form 36 (SF-36) may be appropriate in these patients (269).

Patients with interstitial lung disease may achieve substantial gains in functional status by virtue of improving knowledge and skills for coping with symptoms, using energy conservation and pacing techniques, or using assistive equipment for activities of daily living. Persons with respiratory impairment related to advanced degenerative neuromuscular disease may have limited tolerance for traditional exercise training, but may achieve improved functional status through education, secretion clearance techniques, pacing and energy conservation techniques, use of adaptive assistive equipment, and NPPV. Thus, health care providers must think broadly regarding ways in which pulmonary rehabilitation may benefit patients with non-COPD diagnoses. Age- and disease-appropriate outcomes assessment tools must be considered (270).

The outcome measures described in this section are most commonly used in pulmonary rehabilitation and many have been designed primarily for patients with COPD. Further research is needed to develop outcome assessment tools that are specific for respiratory diseases other than COPD. In the absence of disease-specific outcome tools, the assessment should focus on the symptoms and functional limitations of that population.

### **Symptom Evaluation**

The two major symptoms in patients referred to pulmonary rehabilitation are dyspnea and fatigue (271-274). These symptoms are complex, with multiple mechanisms of action (275, 276), and comprehensive reviews are available elsewhere (76, 275, 277). By nature, symptoms are subjective and require self-reporting. In the pulmonary rehabilitation setting, dyspnea or fatigue can be assessed in two ways: (1) in "real time" or (2) through recall (278). Each approach may yield differing results.

Real-time evaluation of symptoms will only answer the question of how short of breath or fatigued the patient is at the moment of testing. The Borg scale (279) and the Visual Analog Scale (280) are most commonly used for this purpose, with either useful in assessing dyspnea or fatigue during exercise testing or training.

Recall of symptoms, such as dyspnea or fatigue, is usually accomplished through the use of questionnaires. Some questionnaires require patients to rate their overall dyspnea experience, whereas

others ask about dyspnea related to activities. Although most have adequate psychometric properties, some were initially developed for research purposes and thus are not "user friendly" in the pulmonary rehabilitation setting. Technical issues that should be taken into account when selecting a questionnaire in the rehabilitation setting are as follows: length of time to complete/administer the questionnaire, administration requirements (can it be completed by the patient or does it require administration by another), complexity of scoring, cost of purchase, and whether written permission is required to use the questionnaire. Other considerations should be the context in which the symptoms measured, how the questions about symptoms are worded, and the timeframe over which the symptom is measured.

Cough and sputum production are other important symptoms in patients referred for pulmonary rehabilitation. Information about cough and sputum is usually included in subscales of selected questionnaires and addressed in educational sessions as appropriate to the population receiving rehabilitation. Questionnaires are now available that measure in detail the impact of cough on health status (281, 282), but their usefulness in pulmonary rehabilitation outcomes assessment is unclear.

### **Performance Evaluation**

An important goal of rehabilitation is to improve the patient's ability to engage in activities of daily living. Because improvements in exercise capacity do not necessarily translate into increases in activities of daily living, assessment of functional performance is important. Assessment of performance can be accomplished by direct observation or by patient report. It is possible, for example, to observe patients performing activities and note the rate, speed, or efficiency with which an activity is performed. However, this is time consuming, difficult to standardize, and often impractical. Most pulmonary rehabilitation programs rely on patient self-reports to assess activity levels using both the patient's report on the intensity of dyspnea with activities and the degree to which a patient may perform activities in a real-life situation (283).

An emerging method of evaluating activities in the nonlaboratory setting is the use of activity monitors or motion detectors (284). Activity monitors can be used in the rehabilitation setting to provide an objective measure of patients' daily activity (285). Monitors range from simple, such as a pedometer, which evaluates the number of steps a patient takes, to more complex devices that measure movement in three planes, such as a triaxial accelerometer. These devices are generally less sensitive to arm activities than activities requiring lower extremity movement. Some patients may overestimate their activity levels when assessed with questionnaires as compared with directly with video or triaxial accelerometers (286). The role of activity monitors in clinical pulmonary rehabilitation assessment requires further study.

### **Exercise Capacity**

Measurement of exercise capacity can be accomplished in several ways, including field tests, activity monitors, and cardiopulmonary exercise testing. Field tests have several advantages: they are simple to perform with little additional equipment, are conducted in a nonlaboratory setting, and are responsive to the pulmonary rehabilitation intervention. They are either self-paced, such as the 6-minute walk test (6MWD) (287-290), or externally paced tests, such as the incremental and endurance shuttle walk tests (291, 292). Both tests measure distance walked. The 6MWD has been shown to have the most variability in its administration (293-296), which can be minimized using published guidelines that standardize the

performance of this test (290). Although these tests are good objective measures for programs, it is unclear how they translate into improvement in day-to-day activities.

Although cardiopulmonary exercise testing can be of considerable help in the initial assessment of exercise limitation and formulating the exercise prescription, it can also be useful in outcome assessment. Physiologic measurements provide valuable insight into mechanisms of exercise intolerance. Cardiopulmonary exercise testing can be incremental to maximal symptom limitation or at a constant work rate. Because of its complexity and costs, use of this methodology in outcome assessment is often restricted to specialized centers.

### **Quality-of-Life Measurements**

Quality of life can be defined as “the gap between that which is desired in life and that which is achieved” (297). HRQL focuses on those areas of life that are affected by health status, and reflects the impact of respiratory disease (including comorbidities and treatment) on the ability to perform or enjoy activities of daily living (298). A particularly important factor that negatively affects HRQL in COPD is a high frequency of disease exacerbations (215, 299).

Individual components of quality of life include symptoms, functional status, mood, and social factors. Questionnaires can measure these components individually or with a composite score. The value of measuring each component separately is that each can be evaluated in more detail and its unique contribution can be identified. Both generic (300, 301) and respiratory-specific (302, 303) questionnaires are available for use in the pulmonary rehabilitation setting. There are well-validated generic and specific quality-of-life tools; these tools are available on the ATS website at <http://www.atsqol.org/>. The two most widely used respiratory-specific HRQL questionnaires are the Chronic Respiratory Disease Questionnaire (CRQ) (302) and the Saint George’s Respiratory Questionnaire (SGRQ) (303). Although generic HRQL questionnaires usually are less discriminative and show less ability to detect changes occurring spontaneously or with therapy, the SF-36 has demonstrated improvement after pulmonary rehabilitation (304). Both the CRQ and SGRQ have shown beneficial change after pulmonary rehabilitation (76,305307), and both have established thresholds for clinical significance (308, 309). However, as stated earlier, the value of these questionnaires in the individual patient has not been adequately addressed. The CRQ has historically been administered to the patient and research results have been based on operator-administered questionnaires. However, recently, self-administered versions of this questionnaire have been developed (310, 311).

### **Outcomes in Chronic Respiratory Failure**

Chronic respiratory diseases, either obstructive or restrictive, can be complicated by chronic respiratory failure. When chronic respiratory failure occurs, there is an increase in the impact of the disease on the patient’s daily life and well-being. A significant reduction in the ability to perform daily activities is one of the main consequences (312, 313). Consequently, quality-of-life measurements that reflect this effect on activities of daily living are important outcomes in this patient population.

Earlier noncontrolled studies assessed the efficacy of pulmonary rehabilitation in improving outcomes for very severe respiratory patients (314,315). A more recent prospective, controlled, randomized study compared the effects of early comprehensive rehabilitation added to standard therapy versus progressive ambulation plus standard therapy in patients admitted to a respiratory intensive care unit (316). Pulmonary rehabilitation dramatically

improved exercise tolerance and dyspnea in this subset of patients; however, quality of life was not measured. To date, no data are available on the effect of pulmonary rehabilitation on quality of life in patients with chronic respiratory failure. It is important, however, to describe the applicability of the different questionnaires to this subgroup of very severe respiratory patients.

Generic questionnaires explore many domains of health status, such as emotional functioning (e.g., mood changes), activities of daily living, ability to maintain social relationships, and performance of leisure activities (e.g., hobbies) (317). Because they are not specifically designed for respiratory disease or chronic respiratory failure, they contain few items of relevance to patients with chronic respiratory failure. As a consequence, generic instruments may not be sufficiently sensitive to detect clinically significant changes after treatment. Only the SF-36 has been used in patients on long-term ventilation (318-320). However, these studies demonstrate that, although the SF-36 is used in and broadly applicable to patients on mechanical ventilation, for many dimensions it is not sensitive enough to differentiate between patients on mechanical ventilation and other conditions.

The CRQ (302) and the SGRQ (303) have been used in severely impaired patients with COPD: the CRQ in those with severe COPD without chronic respiratory failure (321) and the SGRQ in those either on ventilators or with very severe disease (322-324). Because the above questionnaires were not specifically developed for patients with chronic respiratory failure, they may not be sufficiently sensitive to detect changes among these patients, thus limiting their discriminative and evaluative properties. Recently, the Mageri Foundation Respiratory Failure Questionnaire (MRF28) was developed specifically for individuals with chronic respiratory failure (325). Limited data are available with the MRF28 (326, 327), and it has not been used in patients undergoing a rehabilitation program.

Practice guideline: Assessment of patient-centered outcomes, such as symptoms, performance in daily activities, exercise capacity, and HRQL, should be an integral component of pulmonary rehabilitation.

## **SECTION 7: PROGRAM ORGANIZATION**

### **Introduction**

Pulmonary rehabilitation is a service that complies with the general definition of rehabilitation and achieves its therapeutic aims through a permanent alteration of lifestyle. In practice, the details of program construction and setting will vary with different cultures and health care systems. There is no internationally recognized formula for the design of a program, because its structure may reflect the commissioning policy or health care needs of its country. There may therefore be significant differences in approach depending on whether an individual or population approach is taken. In some countries, the process is focused on the individual and the program is configured to provide optimum benefit for that patient. In other countries, especially where resources are limited, programs may be configured to provide maximum benefit for the population by using the minimum rehabilitation necessary to obtain a satisfactory result. Whatever strategy is adopted, the program should be structured to deliver individualized content in a manner that includes patient and family and results in a lifestyle change that can sustain the improvements for as long as possible. As with any health care process, the providers should be able to demonstrate their effectiveness through the audit of process and program outcomes. In addition, they

will need to take account of staffing needs and health and safety issues. This section discusses such issues involved in program organization other than content and individual outcome assessment.

### **Patient Assessment and Selection**

Pulmonary rehabilitation should be considered for all patients with chronic respiratory disease who have persistent symptoms, limited activity, and/or are unable to adjust to illness despite otherwise optimal medical management. Evidence on the selection of patients who might benefit is mostly derived from patients with COPD, with limited studies describing rehabilitation in other chronic lung diseases (5). The benefits are likely to be similar in patients with comparable disability from a spectrum of respiratory diseases. Gains can be achieved from pulmonary rehabilitation regardless of age, sex, lung function, or smoking status. Pulmonary rehabilitation is generally considered a necessary component before and after lung volume reduction surgery and lung transplantation (328). Peripheral muscle weakness is a positive predictor of successful outcome (329).

Nutritional status and peripheral muscle weakness may also influence the outcome of rehabilitation (186, 330, 331), and severe nutritional depletion and low FFM may be associated with an unsatisfactory response to rehabilitation. Because there are no clear data that define a threshold of disability for selection, a simple dyspnea rating, such as the Medical Research Council dyspnea scale, may be a general indicator for when rehabilitation can be beneficial (grades 3-5) (332). There may also be some specific indications for rehabilitation before transplantation or lung volume reduction surgery (333).

**Exclusions.** Exclusion criteria include significant orthopedic or neurologic problems that reduce mobility or cooperation with physical training. In addition, poorly controlled coexisting medical conditions, especially psychiatric or unstable cardiac disease, may limit participation, thereby making the patient an unsuitable candidate. Some centers disqualify current smokers; however, there is no evidence that short-term outcomes are different in smokers and nonsmokers.

**Adherence.** Patient motivation is required to achieve the fullest benefit from pulmonary rehabilitation. Data are limited on predictors of nonadherence. Predictors of reduced long-term adherence include social isolation and continued smoking (334).

Many programs report dropout rates on the order of 20% often due to intercurrent illness or logistical difficulty. Long-term adherence with lifestyle changes, especially maintenance of regular exercise, is very important in pulmonary rehabilitation and probably contributes to the decline in benefits after 18 to 24 months. Maintenance of long-term adherence is discussed later in this section.

**Hypoxemia.** Patients who are hypoxemic at rest or with exercise should not be excluded from rehabilitation but should be provided with ambulatory oxygen during the exercise sessions. Oxygen supplementation in this setting should not only promote patient safety; it may also allow for increased levels of exercise training. In a research setting, providing supplemental oxygen to nonhypoxic patients with COPD during exercise training enhanced the improvement in exercise performance (19, 20). It remains to be determined whether this would be beneficial in clinical practice.

**Timing.** Rehabilitation is generally completed during a period of clinical stability rather than during a respiratory exacerbation. However, the institution of pulmonary rehabilitation during or immediately after an exacerbation has a rationale and has been demonstrated to have benefit (64, 335-337). The precise timing of the intervention after an exacerbation has yet to be established. This is an area of current research interest.

### **Program Setting**

Principles of pulmonary rehabilitation apply regardless of location

consequently, it has been shown to be effective across various settings. Properly conducted pulmonary rehabilitation offers clinical benefit in all settings that have so far been studied; however, few clinical trials offer direct comparison among various settings.

Inpatient pulmonary rehabilitation may consist of a planned program to which a patient is directly admitted, or inpatient care provided during an admission for acute exacerbation. This clinical setting is better suited to patients with severe deconditioning and lack of support for home management or limited transportation to outpatient settings. Inpatient rehabilitation can provide similar benefits to outpatient settings (305). Potential disadvantages of inpatient pulmonary rehabilitation include the proportionally high cost and lack of coverage by insurance in some countries.

Outpatient pulmonary rehabilitation is the most widely available of settings and may be hospital or community based. Potential advantages include cost-effectiveness, a safe clinical environment, and availability of trained staff. The majority of studies describing the benefits of pulmonary rehabilitation are derived from hospital-based outpatient programs.

Home-based rehabilitation may offer the greatest convenience for the patient and may prolong its benefit (337-339). In severely disabled patients, home rehabilitation may not be as effective (306). Potential disadvantages of home-based rehabilitation include the possible lack of opportunity for group support, limited presence of a multidisciplinary team, variable availability of exercise equipment, lack of safe facilities, and cost of visits by health care professionals.

### **Program Structure and Staffing**

Pulmonary rehabilitation is delivered by a multidisciplinary team whose structure varies according to patient population, program budget, reimbursement, as well as the availability of team members and resources. The team is headed by a medical director together with a program coordinator. In the United States, the AACVPR provides recommendations for programs through its Guidelines for Pulmonary Rehabilitation Programs (5). Staffing requirements vary by jurisdiction: 1:4 for the exercise classes and 1:8 for education in the United States, and 1:8 for exercise and 1:16 for education in the United Kingdom (332). Although pulmonary rehabilitation is safe, it is recommended that the staff have training in resuscitation techniques and that appropriate equipment and expertise is available on site.

Pulmonary rehabilitation begins with the patient assessment, followed by the formal pulmonary rehabilitation program, and then development of strategies to maintain the benefits through lifestyle changes. Although short-term benefits may be obtained from even brief 2-week inpatient programs, conventional rehabilitation programs are generally 8 to 12 weeks in duration, depending on individual patient characteristics and the continued response to therapy. Longer programs may have longer lasting effects.

### **Program Audit and Quality Control**

Good results can be obtained from simple programs, but more sophisticated services can provide greater flexibility in physical training, research opportunities, and the ability to deal with the more complex patients.

Most patients who enter pulmonary rehabilitation will benefit from it, and the number needed to treat to obtain a clinically meaningful response is low. The common patient-centered outcomes of health status and physical performance should be recorded to quantify the performance of the program as a whole. Minimum datasets need to be agreed on nationally to allow some quality control and pooling of data to facilitate comparison of outcomes across

centers. Examples of local benchmarking already exist (340).

Aside from the pooling of patient-centered outcomes, there are also some program organization evaluations that ensure quality control and continuous quality improvement. These include a record of program attendance, adherence to home exercise prescription, hospital admissions, clinic visits, and patient satisfaction surveys.

### **Long-term Strategies**

The immediate aims of pulmonary rehabilitation are to reduce symptoms, improve physical functioning, and enhance HRQL. Its long-term aims are to maintain these benefits and see them translated into reduced health care resource utilization, especially through hospital admission prevention, reduced length of hospital stay, and improved self-management, limiting dependence on medical care.

**The duration of benefit of pulmonary rehabilitation (concept of lifestyle change).** Limited studies suggest that the benefits of pulmonary rehabilitation decline toward baseline after 6 to 12 months, but remain improved compared with control subjects after 1 year (341-346). HRQL benefits appear better preserved than exercise performance, sometimes being sustained 2 years after the intervention (242, 347, 348). In some studies, these benefits appear to be maintained in the absence of any specific maintenance therapy, suggesting that a change in lifestyle alters behavior.

#### **Program structure and the effect of program duration.**

Pulmonary rehabilitation can be delivered in a variety of structured programs that may themselves have an influence on the degree or duration of long-term benefit. Short-duration inpatient programs may result in physical performance improvement within 2 weeks (349). Strict comparisons of dose-response or duration of benefit of different physical training regimes have not yet been made, and the rate of improvement in exercise performance and quality of life may differ (70). It is possible that improvements may continue to develop after the completion of a program, but observation of these effects has not yet been determined.

#### **Maintaining the benefit of pulmonary rehabilitation.**

Strategies to maintain the benefits of rehabilitation include continuous rehabilitation, maintenance programs, and repeated courses. Continuing rehabilitation for a prolonged period only seems to have a small additional benefit (350), and one study identified minor gains in 6-minute walk performance and other measures of disability in patients who attended for 18 months compared with 3 months (351). More research in this area is needed. There have been other studies of specific maintenance interventions after a conventional course of rehabilitation but as yet there is no broad consensus as to their benefit. It is not clear what form maintenance therapy should take or how it should be applied. Monthly interventions and telephone support appear to show benefit while they are applied but their effect wears off rapidly with discontinuation (352). Repeating a course of rehabilitation does seem to have the ability to reproduce the short-term gain but does not result in long-term advantage (353).

**Other methods of support (relatives, patient support groups, community schemes, etc.).** There are a variety of approaches for supporting patients after pulmonary rehabilitation, including changing the attitude of caregivers, attendance at self-help support groups, or exercise sessions in community centers. There are not yet any substantive data to support the use of these activities, but they are worthy of consideration.

## **SECTION 8: HEALTH CARE UTILIZATION**

Patients with chronic respiratory disease are heavy users of health care and social services resources worldwide. Although the major goals of pulmonary rehabilitation programs are to reduce levels of morbidity and to improve activity as well as participation in patients

with chronic respiratory disease, their role in the management of these patients must also be validated by cost-effectiveness. Pulmonary rehabilitation's role in decreasing utilization of health care resources is an important potential benefit.

Pulmonary rehabilitation is an effective intervention in patients disabled by chronic respiratory disease; however, there are relatively few studies that evaluate its effect on health care utilization. An 18-session, 6-week outpatient pulmonary rehabilitation program decreased inpatient hospital days and decreased the number of home visits when compared with standard medical management (307). A comprehensive cost-effectiveness analysis of the addition of this multidisciplinary pulmonary rehabilitation program to standard care for patients with chronic disabling respiratory disease concluded that the program was cost-effective and produced cost per Quality-adjusted-life-years (QALY) ratios within the bounds considered to be cost-effective and therefore likely to result in financial benefits to the health care system (354).

Patients with COPD who receive an education intervention with supervision and support based on disease-specific self-management principles have decreased hospital admissions, decreased emergency department visits, and reduced number of unscheduled physician visits (220). This approach of care through self-management strategies is of interest because it does not require specialized resources and could be implemented within normal health care practice. In a before-after designed study, a community-based, 18-session, comprehensive pulmonary rehabilitation program was associated with an average reduction of total costs of \$344 per person per year. This was associated with decreased health service utilization, reduced direct costs, and improved health status of patients with COPD, regardless of disease severity (355).

The California Pulmonary Rehabilitation Collaborative Group of 10 outpatient pulmonary rehabilitation programs (340) provides further evidence of the effectiveness of rehabilitation as practiced in a variety of settings with a heterogeneous group of patients with chronic lung disease. This study, which did not contain a control group, demonstrated considerable use of health care resources during the 3 months preceding rehabilitation, as evidenced by a mean of 2.6 hospital days, 0.4 urgent care visits, 4.4 physician visits, and 2.9 telephone calls. Over the 18 months of follow-up evaluation, patients reported fewer hospital days, visits, and telephone calls. Further comparisons of the costs of various approaches to pulmonary rehabilitation in combination with short-term and long-term outcomes are needed to allow for accurate assessments of cost-effectiveness, which should contribute to informed decisions made to reduce health care costs while making pulmonary rehabilitation more widely available.

## **SECTION 9: CONCLUSIONS AND FUTURE DIRECTIONS**

In a relatively short period of time, pulmonary rehabilitation has become recognized as a cornerstone in the comprehensive management of patients with COPD. This is evident by its prominent position in statements such as the ATS/ERS Standards for the Diagnosis and Management for Patients with COPD (207) and the Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) document (206). The evidence for improvement in exercise endurance, dyspnea, functional capacity, and quality of life is stronger for rehabilitation than for almost any other therapy in COPD, and documentation of its favorable effect on health care utilization is increasing. The success of pulmonary rehabilitation stems from its favorable influence on systemic effects and comorbidities associated with chronic lung disease. Because these impairments are present to some extent in all chronic lung disease, pulmonary rehabilitation should be effective in diseases other than COPD.

The science and implementation of pulmonary rehabilitation need to develop along several lines in the next few years. First, pulmonary rehabilitation should be made available to all patients who need it. This will require the education of health care professionals at all levels of training as to the rationale, scope, and benefits of pulmonary rehabilitation, with a goal of incorporating it into the mainstream of medical practice. In addition, concerted efforts are needed to encourage health care delivery systems to provide this therapy and make it affordable. Recent studies that demonstrate that long-term benefits (including health care resource reductions) are attainable with relatively low-cost interventions should help with these efforts (220, 307, 340, 354).

Second, more research is needed to optimize the effectiveness of pulmonary rehabilitation, including more efficient ways of targeting it to the unique needs of the individual patient. These include, for instance, defining the optimal intensity and duration of exercise training and defining the effects of the nonexercise components of comprehensive pulmonary rehabilitation. Adjunctive strategies, such as hormonal therapy, supplemental oxygen administration to nonhypoxemic patients, and noninvasive ventilation, are being developed; their effectiveness must be established. The scientific rationale for pulmonary rehabilitation in respiratory diseases other than COPD is present; its effectiveness must be established through clinical trials.

Third, we need to develop ways to maintain the benefits of pulmonary rehabilitation, especially through improving long-term self-management and adherence to the exercise regimen in the home setting. Even if pulmonary rehabilitation is offered, a considerable number of patients choose not to participate (210, 305); little is known about the reasons for this choice. More information is needed on the reasons for and predictors of nonadherence and nonparticipation to develop effective strategies in this regard.

Finally, more concerted efforts are needed to evaluate the effect of pulmonary rehabilitation on survival, because it is entirely possible that it may favorably influence this outcome. Pulmonary rehabilitation improves dyspnea, exercise capacity, and quality of life, each of which are recognized predictors of mortality (356-359). A large prospective, controlled trial would be necessary to examine this possible effect.

These guidelines provide reasons for optimism. A considerable body of theoretical and practical knowledge has already been developed since the last statement, resulting in the establishment of pulmonary rehabilitation as a science. We look forward to refining its process, improving its efficiency, optimizing its benefits, and expanding its scope.

Esta declaración fue preparada por un subcomité *ad hoc* de la Asamblea de Nursin, Sección de Rehabilitación Pulmonar.

*Los miembros de subcomité son:*

LINDA NICI, M.D., CLAUDIO DONNER, M.D., EMIEL WOUTERS, M.D., PH.D.,  
RICHARD ZUWALLACK, M.D. (co-chairs)  
NICOLINO AMBROSINO, M.D.  
JEAN BOURBEAU, M.D.  
MAURO CARONE, M.D.  
BARTOLOMÉ CELLI, M.D.  
MARIELLE ENGELEN, PH.D.  
BONNIE FAHY, R.N., M.S.N.  
CHRIS GARVEY, R.N.  
ROGER GOLDSTEIN, M.D.  
RIK GOSSELINK, P.T., PH.D.  
SUZANNE LAREAU, R.N.

NEIL MACINTYRE, M.D.  
FRANCOIS MALTAIS, M.D.  
MIKE MORGAN, M.D.  
DENIS O'DONNELL, M.D.  
CHRISTIAN PREFALTO, M.D.  
JANE REARDON, R.N., M.S.N.  
CAROLYN ROCHESTER, M.D.  
ANNEMIE SCHOLS, PH.D.  
SALLY SINGH, PH.D.  
THIERRY TROOSTERS, P.T., PH.D.

Conflict of Interest Statement: N.A. received €500 in 2003 and €1,000 in 2004 for speaking at conferences sponsored by Simesa, €500 in 2003 and €1,200 in 2004 for speaking at conferences sponsored by AstraZeneca, €500 in 2004 for speaking at conferences sponsored by Boehringer Ingelheim; €500 in 2004 for speaking at conferences sponsored by Novartis, \$2000 in 2005 for consultancy for Pfizer; his institution has received unrestricted educational grants by Vivisol and Boehringer/Pfizer, as well as research grants for participating in a multi-center clinical trial by Boehringer Ingelheim. J.B. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. B.c. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. M.c. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. c.D. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. M.E. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. R.G. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. B.F. received \$1,000 from Boehringer/Pfizer for attending speaker training in 2005. C.G. received \$1,500 in 2006 for speaking at a conference sponsored by Boehringer Ingelheim and \$500 in 2006 for speaking at a conference sponsored by Pfizer, and has received \$700 in 2004, \$1200 in 2005, and \$700 in 2006 for consulting on patient education material from Krames Staywell. R.G. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. S.L. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. F.M. received honoraria for speaking at conferences sponsored by Boehringer Ingelheim, Pfizer and GlaxoSmithKline (\$12,000 each year from 2004-2005). He also received honoraria for serving on an advisory board for Boehringer Ingelheim, GlaxoSmithKline, and Altana Pharma (\$6,000 in 2004, \$4,000 in 2005); he received research grants for participating in multicenter trials from Boehringer Ingelheim, GlaxoSmithKline, Altana Pharma, and Merck (\$300,000 for 2004-2006); he has been reimbursed by AstraZeneca for attending one conference and has received unrestricted research grants by Boehringer Ingelheim and GlaxoSmithKline. M.M. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. N.M. served as a consultant to SensorMedics regarding PFT equipment. L.N. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. D.O. has served on the advisory boards of GlaxoSmithKline, Altana, Pfizer, and AstraZeneca, and received industry-sponsored grants from GlaxoSmithKline, Altana, Pfizer, and AstraZeneca. C.P. received a total of \$15,000 as a speaker at conferences sponsored by GlaxoSmithKline, Boehringer Ingelheim, AstraZeneca, and has been reimbursed by Boehringer Ingelheim for attending several conferences in the same period. C.R. received \$3,000 in 2005 for serving on an advisory board for Novartis Pharmaceuticals, Inc., and receives financial support for participating in, and conducting clinical trials on, COPD from Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals Inc. and from GlaxoSmithKline Pharmaceuticals. S.S. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. J.R. received \$1,500 in 2004-2005 for speaking at meetings sponsored by GlaxoSmithKline and \$2,000 in 2005 for lecture and consultation fees by Boehringer Ingelheim. A.S. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of the manuscript. T.T. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript. E.W. received research grants between 2003 and 2005 from GlaxoSmithKline (€385,000), AstraZeneca (€146,000), Boehringer Ingelheim (€183,000), Centocor (€120,000), and Numco (€120,000). R.Z. does not have a financial relationship with a commercial entity that has an interest in the subject of this manuscript.

**Solicited Reviewers** : Andrew Ries, M.D., M.P.H.; Richard Casaburi, Ph.D., M.D.; and Barry Make, M.D.

## Reference

1. Grone O, Garcia-Barbero M. Integrated care: a position paper of the WHO European office for integrated health care services. *Int J Integr Care* 2001;1:1-15.
2. American Thoracic Society. Pulmonary rehabilitation—1999. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1666-1682.
3. Donner CF, Muir JF. Selection criteria and programmes for pulmonary rehabilitation in COPD patients. Rehabilitation and Chronic Care Scientific Group of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1997;10:744-757.
4. American College of Chest Physicians, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guideline. ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. *Chest* 1997;112:1363-1396.
5. ZuWallack RZ, Crouch R, editors. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for pulmonary rehabilitation programs, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
6. Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, Decramer M. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172:19-38.
7. Janson C, Bjornsson E, Hetta J, Boman G. Anxiety and depression in relation to respiratory symptoms and asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:930-934.
8. Parekh PI, Blumenthal JA, Babyak MA, Merrill K, Carney RM, Davis RD, Palmer SM. Psychiatric disorder and quality of life in patients awaiting lung transplantation. *Chest* 2003;124:1682-1688.
9. Borak J, Chodosowska E, Matuszewski A, Zielinski J. Emotional status does not alter exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1998;12:370-373.
10. Weisman IM, Zeballos RJ. An integrative approach to cardiopulmonary exercise testing. In: Weisman IM, Zeballos RJ, editors. Clinical exercise testing. *Prog Respir Res* Basel, Switzerland: Karger; 2002;32:300-322.
11. Hyatt RE. Expiratory flow limitation. *J Appl Physiol* 1983;55:1-7.
12. Pride NB, Macklem PT. Lung mechanics in disease. In: Fishman AP, editor. Handbook of physiology. Bethesda, MD: Oxford University Press. American Physiological Society. pp. 659-692.
13. Johnson BD, Weisman IM, Zeballos RJ, Beck KC. Emerging concepts in the evaluation of ventilatory limitation to exercise: the exercise tidal volume loop. *Chest* 1999;116:488-503.
14. O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:770-777.
15. Aliverti A, Stevenson N, Dellaca RL, Lo MA, Pedotti A, Calverley PM. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2004;59:210-216.
16. Diaz O, Villafranca C, Ghezzi H, Borzone G, Leiva A, Milic-Emil J, Lisboa C. Role of inspiratory capacity on exercise tolerance in COPD patients with and without tidal expiratory flow limitation at rest. *Eur Respir J* 2000;16:269-275.
17. Somfay A, Porszasz J, Lee SM, Casaburi R. Effect of hyperoxia on gas exchange and lactate kinetics following exercise onset in nonhypoxemic COPD patients. *Chest* 2002;121:393-400.
18. Maltais F, Simard AA, Simard C, Jobin J, Desgagnés P, LeBlanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:288-293.
19. Maltais F, Jobin J, Sullivan MJ, Bernard S, Whittom F, Killian KJ, Desmeules M, Belanger M, LeBlanc P. Metabolic and hemodynamic responses of lower limb during exercise in patients with COPD. *J Appl Physiol* 1998;84:1573-1580.
20. Killian KJ, LeBlanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJ. Exercise capacity and ventilatory, circulatory and respiratory limitation in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:935-940.
21. Jeffery MM, Kufel TJ, Pineda L. Quadriceps fatigue after cycle exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:447-453.
22. Saey D, Debigare R, LeBlanc P, Mador MJ, Cote CG, Jobin J, Maltais G. Contractile leg fatigue after cycle exercise: a factor limiting exercise in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:425-430.
23. Levine S, Kaiser L, Lefterovich J, Tikunov B. Cellular adaptations in the diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1997;337:1799-1806.
24. Levine S, Gregory C, Nguyen T, Shrager J, Kaiser L, Rubinstein N, Dudley G. Bioenergetic adaptation of individual human diaphragmatic myofibers to severe COPD. *J Appl Physiol* 2002;92:1205-1213.
25. Similowski T, Yan S, Gauthier AP, Macklem PT, Bellemare F. Contractile properties of the human diaphragm during chronic hyperinflation. *N Engl J Med* 1991;325:917-923.
26. Orozco-Levi M, Gea J, Lloreta JL, Felez M, Minguella J, Serrano S, Broquetas JM. Subcellular adaptation of the human diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1999;13:371-378.
27. Doucet M, Debigare R, Joannisse DR, Cote C, LeBlanc P, Gregoire J, Deslauriers J, Vaillancourt R, Maltais F. Adaptation of the diaphragm and the vastus lateralis in mild-to-moderate COPD. *Eur Respir J* 2004;24:971-979.
28. Decramer M, Demedts M, Rochette F, Billiet L. Maximal transrespiratory pressures in obstructive lung disease. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1980;16:479-490.
29. Rochester DF, Braun NM. Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1985;132:42-47.
30. Perez T, Becquart LA, Stach B, Wallaert B, Tonnel AB. Inspiratory muscle strength and endurance in steroid-dependent asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:610-615.
31. Polkey MI, Kyroussis D, Hamnegard CH, Mills GH, Green M, Moxham J. Diaphragm strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1310-1317.
32. Begin P, Grassino A. Inspiratory muscle dysfunction and chronic hypercapnia in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:905-912.
33. Killian KJ, Jones NL. Respiratory muscles and dyspnea. *Clin Chest Med* 1988;9:237-248.
34. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:2021-2031.
35. Heijdra YF, Dekhuijzen PN, van Herwaarden CL, Folgering HT. Nocturnal saturation improves by target flow inspiratory muscle training in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:260-265.
36. O'Donnell DE, Bertley JC, Chau LK, Webb KA. Qualitative aspects of exertional breathlessness in chronic airflow limitation: pathophysiologic mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:109-115.
37. Sheel AW, Derchak PA, Pegelow DF, Dempsey JA. Threshold effects of inspiratory muscle work on limb vascular resistance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002;282:H1732-H1738.
38. Sala E, Roca J, Marrades RM, Alonso J, Gonzalez De Suso JM, Moreno A, Barbera JA, Nadal J, de Jover L, Rodriguez-Roisin R, et al. Effects of endurance training on skeletal muscle biogenesis in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1726-1734.
39. Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, Carrier H, Maltais F. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:896-900.
40. O'Donnell DE, D'Arsigny C, Webb KA. Effects of hyperoxia on ventilatory limitation in advanced COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:892-898.
41. Emtner M, Porszasz J, Burns M, Somfay A, Casaburi R. Benefits of supplemental oxygen in exercise training in nonhypoxemic COPD patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:1034-1042.
42. Somfay A, Porszasz J, Lee SM, Casaburi R. Dose-response effect of oxygen on hyperinflation and exercise endurance in nonhypoxemic COPD patients. *Eur Respir J* 2001;18:77-84.
43. Fujimoto K, Matsuzawa Y, Yamaguchi S, Koizumi T, Kubo K. Benefits of oxygen on exercise performance and pulmonary hemodynamics in patients with COPD with mild hypoxemia. *Chest* 2002;122:457-463.
44. Maltais F, Simon M, Jobin J, Desmeules M, Sullivan MJ, Belanger M, LeBlanc P. Effects of oxygen on lower limb blood flow and O<sub>2</sub> uptake during exercise in COPD. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:916-922.
45. World Health Organization. Definition of chronic cor pulmonale. *Circulation* 1963;27:594-615.

46. Santos S, Peinado VI, Ramirez J, Melgosa T, Roca J, Rodriguez-Roisin R, Barbera JA. Characterization of pulmonary vascular remodelling in smokers and patients with mild COPD. *Eur Respir J* 2002;19:632-638.
47. Voelkel NF, Tuder RM. Hypoxia-induced pulmonary vascular remodeling: a model for what human disease? *J Clin Invest* 2000;106:733-738.
48. Chetty KG, Brown SE, Light RW. Improved exercise tolerance of the polycythemic lung patient following phlebotomy. *Am J Med* 1983;74:415-420.
49. Sietsema K. Cardiovascular limitations in chronic pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:S656-S661.
50. MacNee W. Pathophysiology of the lungs in chronic obstructive pulmonary disease: part one. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:833-852.
51. Butler J, Schrijen F, Henriquez A, Polu JM, Albert RK. Cause of the raised wedge pressure on exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:350-354.
52. Chabot F, Schrijen F, Poincelot F, Polu JM. Interpretation of high wedge pressure on exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Cardiology* 2001;95:139-145.
53. Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:9-18.
54. Puente-Maestu L, Sanz ML, Sanz P, Ruiz de Ona JM, Rodriguez-Hermosa JL, Whipp BJ. Effects of two types of training on pulmonary and cardiac responses to moderate exercise in patients with COPD. *Eur Respir J* 2000;15:1026-1032.
55. Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:1541-1551.
56. Maltais F, LeBlanc P, Jobin J. Intensity of training and physiological adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:555-561.
57. Schols AM, Soeters PB, Dingemans AM, Mostert R, Frantzen PJ, Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1151-1156.
58. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease: a statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:S1-S40.
59. Bernard S, LeBlanc P, Whitton F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, Maltais F. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:629-634.
60. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:976-980.
61. Franssen FM, Wouters EF, Baarends EM, Akkermans MA, Schols AM. Arm mechanical efficiency and arm exercise capacity are relatively preserved in chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1570-1576.
62. Gea JG, Pasto M, Carmona MA, Orozco-Levi M, Palomeque J, Broquetas J. Metabolic characterization of the deltoid muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2001;17:939-945.
63. Horowitz MB, Littenberg B, Mahler DA. Dyspnea ratings for prescribing exercise intensity in patients with COPD. *Chest* 1996;109:1169-1175.
64. Chida M, Inase N, Ichioka M, Miyazato I, Marumo F. Ratings of perceived exertion in chronic obstructive pulmonary disease: a possible indicator for exercise training in patients with this disease. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991;62:390-393.
65. Mahler DA, Ward J, Mejia-Alfaro R. Stability of dyspnea ratings after exercise training in patients with COPD. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1083-1087.
66. Lake FR, Henderson K, Briffa T, Openshaw J, Musk AW. Upper-limb and lower-limb exercise training in patients with chronic airflow obstruction. *Chest* 1990;97:1077-1082.
67. Couser JJ Jr, Martinez FJ, Celli BR. Pulmonary rehabilitation that includes arm exercise reduces metabolic and ventilatory requirements for simple arm elevation. *Chest* 1993;103:37-41.
68. Epstein SK, Celli BR, Martinez FJ, Couser JJ, Roa J, Pollock M, Benditt JO. Arm training reduces the VO<sub>2</sub> and VE cost of unsupported arm exercise and elevation in chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 1997;17:171-177.
69. Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:1541-1551.
70. O'Donnell DE, McGuire M, Samis L, Webb KA. General exercise training improves ventilatory and peripheral muscle strength and endurance in chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1489-1497.
71. American College of Sports Medicine. Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:992-1008.
72. Coppoolse R, Schols AM, Baarends EM, Mostert R, Akkermans MA, Janssen PP, Wouters EF. Interval versus continuous training in patients with severe COPD: a randomized clinical trial. *Eur Respir J* 1999;14:258-263.
73. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Effects of exercise training in COPD patients: interval versus endurance training. *Eur Respir J* 1998;12:2S.
74. Simpson K, Killian K, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992;47:70-77.
75. Bernard S, Whitton F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, Carrier G, Maltais F. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:896-901.
76. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, De Paepe C, Decramer M. Resistance versus endurance training in patients with COPD and skeletal muscle weakness. *Eur Respir J* 2002;19:1072-1078.
77. Ortega F, Toral J, Cejudo P, Villagomez R, Sanchez H, Castillo J, Montemayor T. Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:669-674.
78. Clark CJ, Cochrane LM, Mackay E, Paton B. Skeletal muscle strength and endurance in patients with mild COPD and the effects of weight training. *Eur Respir J* 2000;15:92-97.
79. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD: a systematic review. *Chest* 2004;126:903-914.
80. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, Hawkinson JL, Irvin CG, MacIntyre NR, McKay RT, Wanger JS, Anderson SD, et al. Guidelines for methacholine and exercise challenge. Official Statement of the American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:309-329.
81. Moorcroft AJ, Dodd ME, Webb AK. Exercise limitations and training for patients with cystic fibrosis. *Disabil Rehabil* 1998;20:247-253.
82. Gulmans VAM, de Meer K, Brackel HJL, Faber JAJ, Berger R, Helders PJM. Outpatient exercise training in children with cystic fibrosis: physiological effects, perceived competence and acceptability. *Pediatr Pulmonol* 1999;28:39-46.
83. Heijerman HGM. Chronic obstructive lung disease and respiratory muscle function: the role of nutrition and exercise training in cystic fibrosis. *Respir Med* 1993;87:49-51.
84. Orenstein DM, Noyes BE. Cystic fibrosis. In: Casaburi R, Petty T, Maltais F, LeBlanc P, Simard C, Jobin J, Berube C, Bruneau J, Carrier L, Belleau R. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:442-447.
85. Puhon MA, Scharplatz M, Troosters T, Steurer J. Respiratory rehabilitation after acute exacerbation of COPD may reduce risk for readmission and mortality: a systematic review. *Respir Res* 2005;6:54.
86. Emery CF, Leatherman NE, Burkner EJ, MacIntyre NR. Psychological outcomes of a pulmonary rehabilitation program. *Chest* 1991;100:613-617.
87. Emery CF, Schein RL, Hauck ER, MacIntyre NR. Psychological and cognitive outcomes of a randomized trial of exercise among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Health Psychol* 1998;17:232-240.
88. O'Donnell DE, McGuire M, Samis L, Webb KA. The impact of exercise conditioning on breathlessness in severe chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:2005-2013.



90. Whittom F, Jobin J, Simard PM, LeBlanc P, Simard C, Bernard S, Belleau R, Maltais F. Histochemical and morphological characteristics of the respiratory muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1467-1474.
91. American Thoracic Society/American College of Chest Physicians. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:211-277.
92. Green RH, Singh SJ, Williams J, Morgan MD. A randomised controlled trial of four weeks versus seven weeks of pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2001;56:143-145.
93. Plankeel JF, McMullen B, MacIntyre NR. Exercise outcomes after pulmonary rehabilitation depend on the initial mechanisms of exercise limitation among non-oxygen-dependent COPD patients. *Chest* 2005;127:110-116.
94. Rossi G, Florini F, Romagnoli M, Bellatone T, Lucic S, Lugli D, Clini E. Length and clinical effectiveness of pulmonary rehabilitation in outpatients with chronic airway obstruction. *Chest* 2005;127:105-109.
95. Fuchs-Climent D, Le Gallais D, Varray A, Desplan J, Cadopi M, Prefaut C. Quality of life and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease: effects of a short and intensive inpatient rehabilitation program. *Am J Phys Med Rehabil* 1999;78:330-335.
96. Salman GF, Mosier MC, Beasley BW, Calkins DR. Rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Gen Intern Med* 2003;18:213-221.
97. World Health Organization. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2003.
98. Lacasse Y, Brosseau L, Milne S, Martin S, Wong E, Guyatt GH, Goldstein RS. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;3:CD003793.
99. Ringbaek TJ, Broendum E, Hemmingsen L, Lybeck K, Nielsen D, Andersen C, Lange P. Rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease: exercise twice a week is not sufficient! *Respir Med* 2000;94:150-154.
100. Puente-Maestu L, Sanz ML, Sanz P, Cubillo JM, Mayol J, Casaburi R. Comparison of effects of supervised versus self-monitored training programs in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2000;15:517-525.
101. Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Respir J* 2002;20:12-19.
102. Engstrom CP, Persson LO, Larsson S, Sullivan M. Long-term effects of a pulmonary rehabilitation programme in outpatients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled study. *Scand J Rehabil Med* 1999;31:207-213.
103. Clark CJ, Cochrane L, Mackay E. Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *Eur Respir J* 1996;9:2590-2596.
104. Normandin EA, McCusker C, Connors M, Vale F, Gerardi D, ZuWallack RL. An evaluation of three approaches to exercise conditioning in pulmonary rehabilitation. *Chest* 2002;121:1085-1091.
105. Vallet G, Ahmaidi S, Serres I, Fabre C, Bourgouin D, Desplan J, Varray A, Prefaut C. Comparison of two training programmes in chronic airflow limitation patients: standardized versus individualized protocols. *Eur Respir J* 1997;10:114-122.
106. Punzal PA, Ries AL, Kaplan RW, Prewitt LM. Maximum intensity editors. Principles and practice of pulmonary rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders; 1993. pp. 439-458.
107. Murray S. Cystic fibrosis in adults: diagnosis and management. *Clin Chest Med* 1987;8:695-710.
108. Borek CP. Exercise recommendations for individuals with cystic fibrosis. *Sports Med* 1997;1:17-37.
109. Newall C, Stockley RA, Hill SL. Exercise training and inspiratory muscle training in patients with bronchiectasis. *Thorax* 2005;60:943-948.
110. Bach TJ. Pulmonary rehabilitation in neuromuscular disorders. *Neurology* 1993;41:515-529.
111. Casaburi R, Kukafka D, Cooper CB, Kesten S. Improvement in exercise endurance with the combination of tiotropium and rehabilitative exercise training in COPD patients [abstract]. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:A756.
112. Belman MJ, Botnick WC, Shin JW. Inhaled bronchodilators reduce dynamic hyperinflation during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:967-975.
113. O'Donnell DE, Lam M, Webb KA. Measurement of symptoms, lung hyperinflation, and endurance during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:1557-1565.
114. O'Donnell DE, Lam M, Webb KA. Spirometric correlates of improvement in exercise performance after anticholinergic therapy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:542-549.
115. O'Donnell DE, Voduc N, Fitzpatrick M, Webb KA. Effect of salmeterol on the ventilatory response to exercise in COPD. *Eur Respir J* 2004;24:86-94.
116. Gandevia SC. The perception of motor commands or effort during muscular paralysis. *Brain* 1982;105:151-159.
117. Casaburi R, Kukafka D, Cooper CB, Witek TJ, Kesten S. Improvement in exercise tolerance with the combination of tiotropium and pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest* 2005;127:809-817.
118. Garrod R, Paul EA, Wedzicha JA. Supplemental oxygen during pulmonary rehabilitation in patients with COPD with exercise hypoxaemia. *Thorax* 2000;55:539-543.
119. Rooyackers JM, Dekhuijzen PN, van Herwaarden CL, Folgering HT. Training with supplemental oxygen in patients with COPD and hypoxaemia at peak exercise. *Eur Respir J* 1997;10:1278-1284.
120. Wadell K, Henriksson-Larsen K, Lundgren R. Physical training with and without oxygen in patients with chronic obstructive pulmonary disease and exercise-induced hypoxaemia. *J Rehabil Med* 2001;33:200-205.
121. McDonald CF, Blyth CM, Lazarus MD, Marschner I, Barter CE. Exertional oxygen of limited benefit in patients with chronic obstructive pulmonary disease and mild hypoxemia. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1616-1619.
122. Jolly EC, Di B. V, Aguirre L, Luna CM, Berenzstein S, Gene RJ. Effects of supplemental oxygen during activity in patients with advanced COPD without severe resting hypoxemia. *Chest* 2001;120:437-443.
123. Ambrosino N, Strambi S. New strategies to improve exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2004;24:313-322.
124. O'Donnell DE, Sanii R, Giesbrecht G, Younes M. Effect of continuous positive airway pressure on respiratory sensation in patients with chronic obstructive pulmonary disease during submaximal exercise. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1185-1191.
125. O'Donnell DE, Sanii R, Younes M. Improvement in exercise endurance in patients with chronic airflow limitation using continuous positive airway pressure. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1510-1514.
126. Petrof BJ, Calderini E, Gottfried SB. Effect of CPAP on respiratory effort and dyspnea during exercise in severe COPD. *J Appl Physiol* 1990;69:179-188.
127. Keilty SE, Ponte J, Fleming TA, Moxham J. Effect of inspiratory pressure support on exercise tolerance and breathlessness in patients with severe stable chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1994;49:990-994.
128. Maltais F, Reissmann H, Gottfried SB. Pressure support reduces inspiratory effort and dyspnea during exercise in chronic airflow obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1027-1033.
129. Polkey MI, Kyroussis D, Mills GH, Hamnegard CH, Keilty SE, Green M, Moxham J. Inspiratory pressure support reduces slowing of inspiratory muscle relaxation rate during exhaustive treadmill walking in severe COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1146-1150.
130. Hawkins P, Johnson LC, Nikolettou D, Hamnegard CH, Sherwood R, Polkey MI, Moxham J. Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002;57:853-859.
131. Bianchi L, Foglio K, Porta R, Baiardi R, Vitacca M, Ambrosino N. Lack of additional effect of adjunct of assisted ventilation to pulmonary rehabilitation in mild COPD patients. *Respir Med* 2002;96:359-367.
132. Johnson JE, Gavin DJ, Adams-Dramiga S. Effect of training with Heliox and noninvasive positive pressure ventilation on exercise ability in patients with severe COPD. *Chest* 2002;122:464-472.
133. Garrod R, Mikelsons C, Paul EA, Wedzicha JA. Randomized controlled trial of domiciliary noninvasive positive pressure ventilation and physical training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1335-1341.

134. Larson JL, Kim MJ, Sharp JT, Larson DA. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:689-696.
135. Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, Cruz E, Pertuze J, Borzone G. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J* 1997;10:537-542.
136. Dekhuijzen PN, Folgering HT, van Herwaarden CL. Target-flow inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest* 1991;99:128-133.
137. Wanke T, Formanek D, Lahrmann H, Brath H, Wild M, Wagner C, Zwick H. Effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. *Eur Respir J* 1994;7:2205-2211.
138. Lotters F, Van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J* 2002;20:570-576.
139. Belman MJ, Shadmehr R. Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol* 1988;65:2726-2735.
140. Nickerson BG, Keens TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J Appl Physiol* 1982;52:768-772.
141. Gosselink R, Wagenaar RC, Decramer M. Reliability of a commercially available threshold loading device in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1996;51:601-605.
142. Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol* 1976;41:508-516.
143. Scherer TA, Spengler CM, Owassapian D, Imhof E, Boutellier U. Respiratory muscle endurance training in chronic obstructive pulmonary disease: impact on exercise capacity, dyspnea, and quality of life. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1709-1714.
144. Boutellier U, Piwko P. The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992;64:145-152.
145. Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackay E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax* 2002;57:333-337.
146. Bourjeily-Habr G, Rochester C, Palermo F, Snyder P, Mohsenin V. Randomised controlled trial of transcutaneous electrical muscle stimulation of the lower extremities in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002;57:1045-1049.
147. Zanotti E, Felicetti G, Maimi M, Fracchia C. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. *Chest* 2003;124:292-296.
148. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Baken WC, Wesseling GJ, Wouters EF. Nutritional depletion in relation to respiratory and peripheral skeletal muscle function in outpatients with COPD. *Eur Respir J* 1994;7:1793-1797.
149. De Benedetto F, Del Ponte A, Marinari S, Spacone A. In COPD patients, body weight change can mask lean tissue depletion: a simple method of estimation. *Monaldi Arch Chest Dis* 2000;55:273-278.
150. Openbrier DR, Irwin MM, Rogers RM, Gottlieb GP, Dauber JH, Van Thiel DH, Pennock BE. Nutritional status and lung function in patients with emphysema and chronic bronchitis. *Chest* 1983;83:17-22.
151. Braun SR, Keim NL, Dixon RM, Clagnaz P, Anderegg A, Shrago ES. The prevalence and determinants of nutritional changes in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1984;86:558-563.
152. Fiacadori E, Del Canale S, Coffrini E, Vitali P, Antonucci C, Cacciani G, Mazzola I, Guariglia A. Hypercapnic-hypoxemic chronic obstructive pulmonary disease (COPD): influence of severity of COPD on nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1988;48:680-685.
153. Schols AMWJ, Soeters PB, Dingemans AMC, Mostert R, Frantzen PJ, Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1151-1156.
154. Baarends EM, Schols AM, Mostert R, Wouters EF. Peak exercise response in relation to tissue depletion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1997;10:2807-2813.
155. Schols AMWJ, Fredrix EW, Soeters PB, Westerterp KR, Wouters EFM. Resting energy expenditure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 1991;5:983-987.
156. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Heidendal GAK, Wouters EFM. Dual-energy X-ray absorptiometry in the clinical evaluation of body composition and bone mineral density in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 1998;68:1298-1303.
157. Hughes RL, Katz H, Sahgal V, Campbell JA, Hartz R, Shields TW. Fiber size and energy metabolites in five separate muscles from patients with chronic obstructive lung diseases. *Respiration (Herrlisheim)* 1983;44:321-328.
158. Gosker HR, Engelen MP, van Mameren H, van Dijk PJ, van der Vusse GJ, Wouters EF, Schols AM. Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 2002;76:113-119.
159. VanTallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1990;52:953-959.
160. Schols AM, Soeters PB, Dingemans AMC, Mostert R, Frantzen PJ, Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1151-1156.
161. Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MD. Bedside methods versus dual energy X-ray absorptiometry for body composition measurement in COPD. *Eur Respir J* 2002;19:626-631.
162. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Baken WC, Wesseling GJ, Wouters EF. Nutritional depletion in relation to respiratory and peripheral skeletal muscle function in outpatients with COPD. *Eur Respir J* 1994;7:1793-1797.
163. Mostert R, Goris A, Weling-Scheepers C, Wouters EF, Schols AM. Tissue depletion and health related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2000;94:859-867.
164. Baarends EM, Schols AM, Mostert R, Wouters EF. Peak exercise response in relation to tissue depletion in patients with chronic obstructive lung disease. *Eur Respir J* 1997;10:2807-2813.
165. Kobayashi A, Yoneda T, Yoshikawa M, Ikuno M, Takenaka H, Fukuoka A, et al. The relation of fat-free mass to maximum exercise performance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lung* 2000;178:119-127.
166. Engelen MP, Deutz NE, Wouters EF, Schols AM. Enhanced levels of whole-body protein turnover in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1488-1492.
167. Nishimura Y, Tsutsumi M, Nakata H, Tsunenari T, Maeda H, Yokoyama M. Relationship between respiratory muscle strength and lean body mass in men with COPD. *Chest* 1995;107:1232-1236.
168. Schols AM, Soeters PB, Mostert R, Pluyms RJ, Wouters EF. Physiologic effects of nutritional support and anabolic steroids in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a placebo-controlled randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1268-1274.
169. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2000;20:353-360.
170. Polkey MI, Kyroussis D, Hamnegard CH, Mills GH, Green M, Moxham J. Diaphragm strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1310-1317.
171. Shoup R, Dalsky G, Warner S, Davies M, Connors M, Khan M, et al. Body composition and health-related quality of life in patients with obstructive airways disease. *Eur Respir J* 1997;10:1576-1580.
172. Schols AM, Slangen J, Volovics L, Wouters EF. Weight loss is a reversible factor in the prognosis of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1791-1797.
173. Wilson DO, Rogers RM, Wright EC, Anthonisen NR. Body weight in chronic obstructive pulmonary disease. The National Institutes of Health Intermittent Positive-Pressure Breathing Trial. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:1435-1438.
174. Landbo C, Prescott E, Lange P, Vestbo J, Almdal TP. Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1856-1861.
175. Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, Lange P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur Respir J* 2002;20:539-544.

176. Marinic K, Debigare R, Lacasse Y, LeBlanc P, Jobin J, Carrier G, et al. Mid thigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:809-813.
177. Schols AM, Buurman WA, Staal van den Brekel AJ, Dentener MA, Wouters EF. Evidence for a relation between metabolic derangements and increased levels of inflammatory mediators in a subgroup of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1996;51:819-824.
178. Newman JT, Bedu M, Caillaud D, Beaufre B, Beaujon G, Vasson M, et al. Increased resting energy expenditure is related to plasma TNF-alpha concentration in stable COPD patients. *Clin Nutr* 1999;18:269-277.
179. Creutzberg EC, Schols AM, Bothmer-Quaedvlieg FC, Wouters EF. Prevalence of an elevated resting energy expenditure in patients with chronic obstructive pulmonary disease in relation to body composition and lung function. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:396-401.
180. Creutzberg EC, Schols AM, Bothmer-Quaedvlieg FC, Wouters EF. Prevalence of an elevated resting energy expenditure in patients with chronic obstructive pulmonary disease in relation to body composition and lung function. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:396-401.
181. Efthimiou J, Fleming J, Gomes C, Spiro SG. The effect of supplementary oral nutrition in poorly nourished patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988;137:1075-1082.
182. Whittaker JS, Ryan CF, Buckley PA, Road JD. The effects of refeeding on peripheral and respiratory muscle function in malnourished chronic obstructive pulmonary disease patients. *Am Rev Respir Dis* 1990;142:283-288.
183. Rogers RM, Donahoe M, Costantino J. Physiologic effects of oral supplemental feeding in malnourished patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized control study. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:1511-1517.
184. Ferreira IM, Brooks D, Lacasse Y, Goldstein PS. Nutritional support for individuals with COPD: a meta-analysis. *Chest* 2000;117:672-678.
185. Goris AH, Vermeeren MA, Wouters EF, Schols AM, Westertep KR. Energy balance in depleted ambulatory patients with chronic obstructive pulmonary disease: the effect of physical activity and oral nutritional supplementation. *Br J Nutr* 2003;89:725-731.
186. Creutzberg EC, Schols AM, Weling-Scheepers CA, Buurman WA, Wouters EF. Characterization of nonresponse to high caloric oral nutritional therapy in depleted patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:745-752.
187. Vermeeren MA, Wouters EF, Nelissen LH, van Lier A, Hofman Z, Schols AM. Acute effects of different nutritional supplements on symptoms and functional capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 2001;73:295-301.
188. Creutzberg EC, Wouters EF, Mostert R, Weling-Scheepers CA, Schols AM. Efficacy of nutritional supplementation therapy in depleted patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nutrition* 2003;19:120-127.
189. Franssen FM, Broekhuizen R, Janssen PP, Wouters EF, Schols AM. Effects of whole-body exercise training on body composition and functional capacity in normal-weight patients with COPD. *Chest* 2004;125:2021-2028.
190. Bernard S, Whittom F, Leblanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:896-901.
191. Meredith CN, Frontera WR, O'Reilly KP, Evans WJ. Body composition in elderly men: effect of dietary modification during strength training. *J Am Geriatr Soc* 1992;40:155-162.
192. Yeh SS, DeGuzman B, Kramer T. Reversal of COPD-associated weight loss using the anabolic agent oxandrolone. *Chest* 2002;122:421-428.
193. Schols AM, Soeters PB, Mostert R, Pluyms RJ, Wouters EF. Physiologic effects of nutritional support and anabolic steroids in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a placebo-controlled randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1268-1274.
194. Casaburi R, Bhasin S, Cosentino L, Porszasz J, Somfay A, Lewis MI, et al. Effects of testosterone and resistance training in men with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;170:870-878.
195. Burdet L, de Muralt B, Schutz Y, Pichard C, Fitting JW. Administration of growth hormone to underweight patients with chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, randomized, controlled study. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:1800-1806.
196. Weisberg J, Wanger J, Olson J, Streit B, Fogarty C, Martin T, et al. Megestrol acetate stimulates weight gain and ventilation in underweight COPD patients. *Chest* 2002;121:1070-1078.
197. Koenig SM. Pulmonary complications of obesity. *Am J Med Sci* 2001;321:249-279.
198. Fontaine KR, Barofsky I. Obesity and health-related quality of life. *ObesRev* 2001;2:173-182.
199. Larsson UE, Mattsson E. Perceived disability and observed functional limitations in obese women. *Int J Obes Rel Metab Disord* 2001;259:1705-1712.
200. Lean ME, Han TS, Seidell JC. Impairment of health and quality of life using new US federal guidelines for the identification of obesity. *Arch Intern Med* 1999;159:837-843.
208. Mohsenin V, Gee JBL. Effect of obesity on the respiratory system and pathophysiology of sleep apnea. *Curr Pulm Med* 2002;14:170-197.
209. Strillo PL, Rogers RM. Obstructive sleep apnea. *N Engl J Med* 1996;334:1010.
210. Whittaker JA, Bedson JE, Beakster CE. Functional outcome of inpatient pulmonary rehabilitation for patients with morbid obesity. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:4405-4409.
211. Gunnell T, Wainman SE, Cook S, Miranda-Lima E. Morbidly obese patients with pulmonary disease: a retrospective study of four cases. *Am J Phys Med Rehabil* 2000;29:60-65.
212. Ramirez-Sanchez U, Bedson JM, Bellinger M. Quality of life after inpatient rehabilitation in children with obesity. *Int J Obes Rel Metab Disord* 2001;25:862-865.
213. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease workshop report: updated 2003. Available from: <http://www.goldcopd.com> (accessed July 2003).
214. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Standards for the diagnosis and management of patients with COPD. Available from: <http://www.thoracic.org/standards> (accessed 2004).
227. Larson SC, Iscal KC. Patient and family education. In: Hodokin IP, Call DR, Connor GF. *Pulmonary rehabilitation*. 2nd ed. St. Louis: Elsevier; 2000.
228. Boudshaimas T, Lavin K, Hakman H, Gumbach K. Patient self-management of chronic disease in primary care. *JAMA* 2002;288:2460-2475.
229. Boudshaimas T, Nault D, Dore T, et al. Self-management and behavioral modification in COPD. *Patient Educ Couns* 2004;53:271-277.
230. Bandura A. Self-efficacy toward a unified theory of behavioral change. *Psychol Rev* 1977;84:191-215.
231. National Institute for Health and Clinical Excellence. Guideline No 12. Chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2004;59:131.
232. Donaldson GC, Seemungal TA, Bhowmik A, Wedzicha JA. Relationship between exacerbation frequency and lung function decline in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002;57:847-852.
233. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, Kasran A, Gayan-Ramirez G, 238. Bogaerts P, Bouillon R, Decramer M. Muscle force during an acute exacerbation in hospitalized patients with COPD and its relationship with CXCL8 and IGF-I. *Thorax* 2003;59:741-742.
234. Seemungal TA, Donaldson GC, Paul EA, Bestall JC, Jefferies DJ, Wedzicha JA. Effect of exacerbation on quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1418-1422.
235. Anderson F, Borg S, Jansson SA, Jonsson AC, Ericsson A, Prutz C, et al. The costs of exacerbations in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2002;96:700-708.
236. McAuley E, Lox C, Duncan TE. Long-term maintenance of exercise self-efficacy and physiological change in older adults. *J Gerontol Psychol Sci* 1993;48:218-224.
237. Brassington GS, Aienza AA, Perczek RE, DiLorenzo TN, King AC. Intervention-related cognitive versus social mediators of exercise adherence in the elderly. *Am J Prev Med* 2002;23:80-86.
238. Jette AM, Rooks D, Lachman M, Lin TH, Levenson C, Heislen D, Giorgetti MM, Harris BA. Home-based resistance training: predictors of participation and adherence. *Gerontologist* 1998;38:412-421.
239. Rhodes RE, Martin AD, Tawnton JE, Rhodes EC, Donnelly M, Elliot J. Factors associated with exercise adherence among older adults: an individual perspective. *Sports Med* 1999;28:397-411.

240. Nault D, Dagenais J, Perreault V, Pepin J, Labrecque S, Seguin M, et al. Qualitative evaluation of a disease-specific self-management program "Living Well with COPD." *Eur Respir J* 2000;16:317S.
241. Brooks D, Krip B, Mangovski-Alzamora S, Goldstein RS. The effect of postrehabilitation programmes among individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2002;20:20-29.
242. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short- and long-term effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med* 2000;109:207-212.
243. Singer HK, Ruchinkas P, Piley KC. The psychological impact of end-stage lung disease. *Chest* 2001;120:1246-1252.
244. Dowson CA, Cuijter RG, Mulder RT. Anxiety and self management behavior in chronic pulmonary disease: what has been learned? *Chron Respir Dis* 2004;1:213-220.
245. Heim P, Blaser A, Weidlich E. Dyspnea: psychophysiologic relationships. *Psychosom Med* 1972;34:405-423.
246. McCathie HC, Spence SH, Tate RL. Adjustment to chronic obstructive pulmonary disease: the importance of psychological factors. *Eur Respir J* 2002;19:47-53.
247. Mills TL. Comorbid depressive symptomatology: isolating the effects of chronic medical conditions on self-reported depressive symptoms among community-dwelling older adults. *Soc Sci Med* 2001;53:569-578.
248. Yohannes AM, Baldwin RC, Connolly MJ. Prevalence of sub-threshold depression in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Geriatr Psychiatry* 2003;18:412-416.
249. Lacasse Y, Rousseau L, Maltais F. Prevalence of depressive symptoms and depression in patients with severe oxygen dependent chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2001;21:80-86.
250. Yohannes AM, Baldwin RC, Connolly MJ. Mood disorders in elderly patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Rev Clin Gerontol* 2000;10:193-202.
251. Emery CF, Hauck ER, MacIntyre NR, Leatherman NE. Psychological functioning among middle aged and older adult pulmonary patients in exercise rehabilitation. *Phys Occup Ther Geriatr* 1994;12:13-26.
252. Emery CF, Schein RL, Hauck ER, MacIntyre NR. Psychological and cognitive outcomes of a randomized trial of exercise among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Health Psychol* 1998;17: 232-240.
253. Schols AMWJ, Soeters PB, Dingemans AMC, Mostert R, Frantzen PJ, Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1151-1156.
254. Baarends EM, Schols AM, Mostert R, Wouters EF. Peak exercise response in relation to tissue depletion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1997;10:2807-2813.
255. Schols AMWJ, Fredrix EW, Soeters PB, Westertep KR, Wouters EFM. Resting energy expenditure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 1991;5:983-987.
256. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Heidendal GAK, Wouters EFM. Dual-energy X-ray absorptiometry in the clinical evaluation of body composition and bone mineral density in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 1998;68:1298-1303.
257. Hughes RL, Katz H, Sahgal V, Campbell JA, Hartz R, Shields TW. Fiber size and energy metabolites in five separate muscles from patients with chronic obstructive lung diseases. *Respiration (Herrlisheim)* 1983;44:179-321-328.
258. Gosker HR, Engelen MP, van Mameren H, van Dijk PJ, van der Vusse GJ, Wouters EF, Schols AM. Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat free mass in chronic obstructive pulmonary 180. disease. *Am J Clin Nutr* 2002;76:113-119.
259. VanItallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: 181.potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1990;52:953-959.
260. Guyatt GH, Townsend M, Berman LB, Pugsley SO. Quality of life in patients with chronic air-flow limitation. *BrJDis Chest* 1987;81:45-54.
261. Breslin E, van der Schans C, Breukink S, Meek P, Mercer K, Volz W, Louis S. Perception of fatigue and quality of life in patients with COPD. *Chest* 1998;114:958-964.
262. Meek PM, Lareau SC, Anderson D. Memory for symptoms in COPD patients: how accurate are their reports? *Heart Lung* 2001;18:474-481.
263. Meek PM, Lareau SC. Critical outcomes in pulmonary rehabilitation: assessment and evaluation of dyspnea and fatigue. *J Rehabil Res Dev* 2003;40:13-24.
264. American Thoracic Society. Dyspnea: mechanisms, assessment and management: a consensus statement. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:321-340.
265. Mahler D, editor. Lung biology in health and disease: dyspnea. Vol. 111. New York: Marcel Dekker; 1998.
266. ZuWallack R, Lareau S, Meek P. The effect of pulmonary rehabilitation on dyspnea. In: Mahler D, editor. Lung biology in health and disease: dyspnea. New York: Marcel Dekker; 2004.
267. Borzycki GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-381.
268. Hayes M, Patterson D. Experimental development of the graphic rating method. *Psychol Bull* 1921;18:98-99.
269. Birring SS, Prudon B, Carr AJ, Singh SJ, Morgan MDL, Pavord ID. Development of a symptom specific health status measure for patients with chronic cough: Leicester Cough Questionnaire (LCQ). *Thorax* 2003;58:339-343.
270. French CT, Irwin RS, Fletcher KE, Adam TM. Evaluation of a cough-specific quality of life questionnaire. *Chest* 2002;121:1123-1131.
271. Lareau SC, Meek PM, Roos PJ. Development and testing of a modified version of the Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire (PFSDQ-M). *Heart Lung* 1998;27:159-168.
272. Steele BG, Belza B, Cain K, Warms C, Coppersmith J, Howard J. Bodies in motion: monitoring daily activity and exercise with motion sensors in people with chronic pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev* 2003;40:45-58.
273. Steele BG, Holt L, Belza B, Ferris S, Lakshminaryan S, Bucher DM. Quantitating physical activity in COPD using a triaxial accelerometer. *Chest* 2000;117:1359-1367.
274. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Decramer M, Gosselink R. Validation of a triaxial accelerometer to assess various activities in COPD patients [abstract]. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:A594.
275. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJ. Twelve minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *BMJ* 1976;1:822-823.
276. Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12 minute walking tests in respiratory disease. *BMJ* 1982;284: 1607-1608.
277. Larson JL, Covey MK, Vitalo CA, Alex CG, Patel M, Kim MJ. Reliability and validity of the 12-minute distance walk in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res* 1996;45:203-210.
278. Farber SW. Impact of chronic illness on the patient's spouse. *Health Soc Work* 1980;5:39-6.
279. Zigmond AS, Snaith RP. The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatr Scand* 1983;67:361-370.
280. Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Meek J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry* 1961;4:561-571.
281. Emery CF. Psychosocial considerations among pulmonary patients. In: Hodgkin JE, Connors GL, Bell CW, editors. Pulmonary rehabilitation: guidelines to success, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1993. pp. 279-292.
282. Kim HF, Kunik ME, Molinari VA, Hillman SL, Lalani S, Orengo CA, Petersen NJ, Nahas Z, Goodnight-White S. Functional impairment in COPD patients: the impact of anxiety and depression. *Psychosomatics* 2000;41:465-471.
283. Stockdale-Woolley R. Sex and COPD. East Hartford, CT: American Lung Association of Connecticut; 2002.
284. McKone EF, Bary SC, Fitzgerald MX, Gallagher CG. The role of supplemental oxygen during submaximal exercise in patients with cystic fibrosis. *Eur Respir J* 2002;20:134-142.
285. Emter M, Herala M, Stalenheim G. High-intensity physical training in adults with asthma: a 10-week rehabilitation program. *Chest* 1996;109: 323-330.
286. Cochrane LM, Clark CJ. Benefits and problems of a physical training program for asthmatic patients. *Thorax* 1990;45:345-351.
287. Cambach W, Wagenaar RC, Koelman TW, Ton van Keimpema AR, Kemper HC. The long-term effects of pulmonary rehabilitation in patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease: a research synthesis. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:103-111.
288. Emter M, Finne M, Stalenheim G. High-intensity physical training in adults with asthma. A comparison between training on land and in water. *Scand J Rehabil Med* 1998;30:201-209.

289. Bradley J, Moran F, Greenstone M. Physical training for bronchiectasis. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;3:CD002166.
290. Make B, Gilmartin M, Brody JS, Snider GL. Rehabilitation of ventilatory dependent subjects with lung disease: the concept and the initial experience. *Chest* 1984;86:358-365.
291. Foster S, Lopez D, Thomas HM III. Pulmonary rehabilitation in COPD patients with elevated PaCO<sub>2</sub>. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1519-1523.
292. Nava S. Rehabilitation of patients admitted to a respiratory intensive care unit. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:849-854.
293. Randal CJ, Martin DP, Martin TR. Patient-assessed health outcomes in chronic lung disease: what are they, how do they help us, and where do we go from here? *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:1032-1039.
294. Crockett AJ, Cranston JM, Moss JR, Alpers JH. The MOS SF-36 health survey questionnaire in severe chronic airflow limitation: comparison with the Nottingham Health Profile. *Qual Life Res* 1996;5:330-338.
295. Simonds AK, Elliot MW. Outcome of domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in restrictive and obstructive disorders. *Thorax* 1995;50:604-609.
296. Smith IE, Shneerson JM. A progressive care programme for prolonged ventilatory failure: analysis of outcome. *Br J Anaesth* 1995;75:399-404.
297. Wegner RE, Jorres RA, Kirsten DK, Magnussen H. Factor analysis of exercise capacity, dyspnea ratings and lung function in patients with severe COPD. *Eur Respir J* 1994;7:725-729.
298. Meecham Jones DJ, Paul EA, Jones PW, Wedzicha JA. Nasal pressure support ventilation plus oxygen compared with oxygen therapy alone in hypercapnic COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:538-544.
299. Okubadejo AA, Jones PW, Wedzicha JA. Quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease and severe hypoxaemia. *Thorax* 1996;51:44-47.
300. Perrin C, El Far Y, Vandembos F, Tamisier R, Dumon MC, Lemoigne F, Mouroux J, Blaive B. Domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in severe COPD: effects on lung function and quality of life. *Eur Respir J* 1997;10:2835-2839.
301. Carone M, Bertolotti G, Anchisi F, Zotti AM, Donner CF, Jones PW. Analysis of factors that characterize health impairment in patients with chronic respiratory failure. Quality of Life in Chronic Respiratory Failure Group. *Eur Respir J* 1999;12:1293-1300.
302. Carone M, Bertolotti G, Zotti AM, et al. Do oxygen therapy and mechanical ventilation have different effects on perceived health in chronic respiratory failure? *Eur Respir J* 1996;9:111s.
303. Carone M, Jones PW, for the QuESS Group. Quality of Life Evaluation and Survival Study: a 3-year prospective multinational study on patients with chronic respiratory failure. *Monaldi Arch Chest Dis* 2001;56:17-22.
304. National Emphysema Treatment Trial Research Group. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003;348:2059-2073.
305. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Exercise training in COPD: how to distinguish responders from nonresponders. *J Cardiopulm Rehabil* 2001;21:10-17.
306. Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MD. Nutritional enhancement of exercise performance in chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. *Thorax* 2003;58:745-751.
307. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2000;20:353-360.
308. British Thoracic Society. Statement on pulmonary rehabilitation. *Thorax* 2001;56:827-834.
309. Fishman A, Martinez F, Naunheim K, Piantadosi S, Wise R, Ries A, Weinmann G, Wood DE; National Emphysema Treatment Trial Research Group. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003;348:2059-2073.
310. Young P, Dewe M, Fergusson W, Kolbe J. Respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: predictors of nonadherence. *Eur Respir J* 1999;13:855-859.
311. Man WD, Polkey MI, Donaldson N, Gray BJ, Moxham J. Community pulmonary rehabilitation after hospitalisation for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: randomised controlled study. *BMJ* 2004;329:1209.
312. Behnke M, Jorres RA, Kirsten D, Magnussen H. Clinical benefits of a combined hospital and home-based exercise programme over 18 months in patients with severe COPD. *Monaldi Arch Chest Dis* 2003;59:44-51.
313. American Thoracic Society. Statement. Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111-117.
314. Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax* 1992;47:1019-1024.
315. Singh SJ, Morgan MD, Hardman AE, Rowe C, Bardsley PA. Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test chronic airflow obstruction. *Eur Respir J* 1994; 7:2016-2020.
316. Elpern EH, Stevens D, Kesten S. Variability in performance of timed walk tests in pulmonary rehabilitation programs. *Chest* 2000;118:98-105.
317. Steele B. Timed walking tests of exercise capacity in chronic cardiopulmonary illness. *J Cardiopulm Rehabil* 1996;16:25-33.
318. Sciruba F, Criner GJ, Lee SM, Mohsenifar Z, Shade D, Slivka W, Wise RA, for the National Emphysema Treatment Trial Research Group. Six-minute walk distance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:1522-1527.
319. Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, Thompson PJ, Berman L, Jones NL, Fallen EJ, Taylor DW. Effect of encouragement on walking test performance. *Thorax* 1984;39:818-822.
320. Carr AJ, Gibson B, Robinson PG. Measuring quality of life: is quality of life determined by expectations or experience? *BMJ* 2001;322: 1240-1243.
321. Curtis JR, Deyo R, Hudson LD. Health-related quality of life among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1994;49: 162-170.
322. Aaron SD, Vandemheen KL, Clinch JJ, Ahuja J, Brison RJ, Dickinson G, Hebert PC. Measurement of short-term changes in dyspnea and disease-specific quality of life following an acute COPD exacerbation. *Chest* 2002;121:688-696.
323. Bergner M, Bobbitt RA, Carter WB, Gilson BS. The Sickness Impact Profile: development and final revision of a health status measure. *Med Care* 1981;19:787-805.
324. Ware JE, Snow KK, Kosinski MA. SF-36 health survey manual and interpretation guide. Boston, MA: New England Medical Center; 1993.
325. Guyatt GH, Berman LB, Townsend M, Pugsley SO, Chambers LW. A measure of quality of life for clinical trials in chronic lung disease. *Thorax* 1987;42:773-778.
326. Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM, Littlejohns P. A self-complete measure of health status for chronic airflow limitation: the St. George's Respiratory Questionnaire. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:1321-1327.
327. Guyatt GH, King DR, Feeny DH, Stubbings D, Goldstein RS. Generic and specific measurement of health-related quality of life in a clinical trial of respiratory rehabilitation. *J Clin Epidemiol* 1999;52:187-192.
328. Goldstein RS, Gort EH, Stubbings D, Avendano MA, Guyatt GH. Randomised controlled trial of respiratory rehabilitation. *Lancet* 1994; 344:1394-1397.
329. Wedzicha JA, Bestall JC, Garrod R, Garnham R, Paul EA, Jones PW. Randomised controlled trial of pulmonary rehabilitation in severe chronic obstructive pulmonary disease patients, stratified with the MRC dyspnea scale.
330. Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, Lewis-Jenkins V, Mullins J, Shillington K, Turner-Lawlor PJ, Payne N, Newcombe RG, Lonescu AA, et al. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet* 2000;355:362-368.
331. Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status: assessing the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials* 1989;10:407-415.
332. Jones PW. Interpreting thresholds for a clinically significant change in health status in asthma and COPD. *Eur Respir J* 2002;19:398-404.
333. Williams JEA, Singh SJ, Sewell L, Guyatt GH, Morgan MD. Development of a self-reported Chronic Respiratory Questionnaire (CRW- SR). *Thorax* 2001;56:954-959.
334. Schunemann HJ, Goldstein R, Mador J, McKim D, Stahl E, Griffith L, Puhon M, Grant BJB, Austin P, Collins R, et al. A randomized controlled trial to evaluate the self-administered standardized CRQ. *Eur Respir J* 2005;25:31-40.

336. Jones PW, Baveystock CM, Littlejohns P. Relationships between general health measured with the Sickness Impact Profile and respiratory symptoms, physiological measures and mood in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:1538-1543.
337. Pinto-Plata VM, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli BR. The 6-minute walk distance: changes over time and value as a predictor of survival in severe COPD. *Eur Respir J* 2004;17:28-33.
338. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, Mendez RA, Pinto Plata V, Cabral HJ. The body mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004;350:1005-1012.
339. Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Berube C, Carrier G, Maltais F. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:896-901.
340. Creutzberg EC, Wouters EF, Mostert R, Pluymers RJ, Schols AM. A role for anabolic steroids in the rehabilitation of patients with COPD? A double-blind, placebo-controlled, randomized trial. *Chest* 2003;124:1733-1742.
341. Whittom F, Jobin J, Simard PM, LeBlanc P, Simard C, Bernard S, Belleau R, Maltais F. Histochemical and morphological characteristics of the vastus lateralis muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1467-1474.
342. Couillard A, Maltais F, Saey D, Debigare R, Michaud A, Koechlin C, LeBlanc P, Prefaut C. Exercise-induced quadriceps oxidative stress and peripheral muscle deconditioning in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:1664-1669.
343. Richardson RS, Leek BT, Gavin TP, Haseler LJ, Mudaliar SR, Henry R, Ries AL, Mathieu-Costello OD, Wagner PD. Reduced mechanical efficiency in COPD but normal peak VO<sub>2</sub> with small muscle exercise. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;169:89-96.
344. Jakobsson P, Jorfeldt L, Brundin A. Skeletal muscle metabolites and fibre types in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease (COPD), with and without chronic respiratory failure. *Eur Respir J* 1990;3:192-196.
345. Maltais F, Sullivan MJ, LeBlanc P, Duscha BD, Schachat FH, Simard C, Blank JM, Jobin J. Altered expression of myosin heavy chain in the vastus lateralis muscle in patients with COPD. *Eur Respir J* 1999;13:850-854.
346. Gosker HR, Kubat B, Schaart G, van der Vusse GJ, Wouters EF, Schols AM. Myopathological features in skeletal muscle of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2003;22:280-285.
347. Jakobsson P, Jorfeldt L, Henriksson J. Metabolic enzyme activity in the quadriceps femoris muscle in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:374-377.
348. Sauleda J, Garcia-Palmer F, Wiesner RJ, Tarraga S, Harting I, Tomas P, Gomez C, Saus C, Palou A, Agusti AG. Cytochrome oxidase activity and mitochondrial gene expression in skeletal muscle of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1413-1417.
349. Jakobsson P, Jorfeldt L, Henriksson J. Metabolic enzyme activity in the quadriceps femoris muscle in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:374-377.
350. Russell AP, Somm E, Debigare R, Hartley O, Richiardi D, Gastaldi G, Melotti A, Michaud A, Giacobino JP, Muzzin P, et al. COPD results in a reduction in UCP3 long mRNA and UCP3 protein content in types I and IIa skeletal muscle fibers. *J Cardiopulm Rehabil* 2004; 24:332-339.
351. Gosker HR, Schrauwen P, Hesselink MK, Schaart G, van der Vusse GJ, Wouters EF, Schols AM. Uncoupling protein-3 content is decreased in peripheral skeletal muscle of patients with COPD. *Eur Respir J* 2003;22:88-93.
352. Payen JF, Wuyam B, Levy P, Reutenauer H, Stieglitz P, Paramelle B, Le Bas JF. Muscular metabolism during oxygen supplementation in patient with chronic hypoxemia. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:592-598.
353. Rabinovich RA, Figueras M, Ardite E, Carbo N, Troosters T, Filella XI, Barbera JA, Fernandez-Checa JC, Argiles JM, Roca J. Increased TNF $\alpha$  plasma levels during moderate intensity exercise in COPD patients. *Eur Respir J* 2003;21:789-794.
354. Agusti AG, Sauleda J, Miralles C, Gomez C, Togores B, Sala E, Batle S, Busquets X. Skeletal muscle atrophy and weight loss in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166: 485-489.
355. Strijbos JH, Postma DS, van Altena R, Gimeno F, Koeter GH. A comparison between an outpatient hospital-based pulmonary rehabilitation program and a home-care pulmonary rehabilitation program in patients with COPD: a follow-up of 18 months. *Chest* 1996;109:366-372.
356. California Pulmonary Rehabilitation Collaborative Group. Effects of pulmonary rehabilitation on disease quality of life, and healthcare costs in California. *J Cardiopulm Rehabil* 2004;24:52-62.
357. Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, Prewitt LM. Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1995;122:823-832.
358. Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones RW, Wedzicha AJ. Longitudinal trends in exercise capacity and health status after pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Respir Med* 2003; 97:173-180.
359. Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1999;54:581-586.
360. Finnerty JP, Keeping I, Bullough I, Jones J. The effectiveness of outpatient pulmonary rehabilitation in chronic lung disease: a randomized controlled trial. *Chest* 2001;119:1705-1710.
361. Hui KP, Hewitt AB. A simple pulmonary rehabilitation program improves health outcomes and reduces hospital utilization in patients with COPD. *Chest* 2003;124:94-97.
362. 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. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:103-111.
363. Guell R, Casan P, Belda J, Sangenis M, Morante F, Guyatt GH, Sanchis J. Long-term effects of outpatient rehabilitation of COPD: a randomized trial. *Chest* 2000;117:976-983.
364. Foglio K, Bianchi L, Bruletti G, Battista L, Pagani M, Ambrosino N. Long-term effectiveness of pulmonary rehabilitation in patients with chronic airway obstruction. *Eur Respir J* 1999;13:125-132.
365. Clini E, Foglio K, Bianchi L, Porta R, Vitacca M, Ambrosino N. In hospital short-term training program for patients with chronic airway obstruction. *Chest* 2001;120:1500-1505.
366. Criner GJ, Cordova FC, Furukawa S, Kuzma AM, Travaline JM, Leyenson V, O'Brien GM. Prospective randomized trial comparing bilateral lung volume reduction surgery to pulmonary rehabilitation in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:2018-2027.
367. Berry MJ, Rejeski WJ, Adair NE, Ettinger WH Jr, Zaccaro DJ, Sevick MA. A randomized, controlled trial comparing long-term and short-term exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2003;23:60-68.
368. Ries AL, Kaplan RM, Myers R, Prewitt LM. Maintenance after pulmonary rehabilitation in chronic lung disease.
369. Foglio K, Bianchi L, Ambrosino N. Is it really useful to repeat outpatient pulmonary rehabilitation programs in patients with chronic airway obstruction? A 2-year controlled study. *Chest* 2001;119:1696-1704.
370. Griffiths TL, Phillips CJ, Davies S, Burr ML, Campbell IA. Cost effectiveness of an outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation programme. *Thorax* 2001;56:779-784.
371. Golmohammadi K, Jacobs P, Sin DD. Economic evaluation of a community-based pulmonary rehabilitation program for COPD. *Lung* 2004; 182:187-196.
372. Nishimura K, Izumi T, Tsukino M, Oga T. Dyspnea is a better predictor of 5-year survival than airway obstruction in patients with COPD. *Chest* 2002;121:1434-1440.
373. Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;167:544-549.
374. Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;167:544-549.
375. Rabinovich RA, Ardite E, Troosters T, Carbo N, Alcazar J, De Suso JM, Vilario J, Barbera JA, Polo MF, Argiles JM, et al. Reduced muscle redox capacity after endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164: 1114-1118.

376. Engelen MP, Schols AM, Does JD, Deutz NE, Wouters EF. Altered glutamate metabolism is associated with reduced muscle glutathione levels in patients with emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:98-103.
377. Koechlin C, Couillard A, Simar D, Christol JP, Bellet M, Hayot M, Prefaut C. Does oxidative stress alter quadriceps endurance in chronic obstructive pulmonary disease? *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169: 1022-1027.
378. Rabinovich RA, Ardite E, Troosters T, Carbo N, Alonso J, De Suso JM, Vilaro J, Barbera JA, Polo MF, Argiles JM, et al. Reduced muscle redox capacity after endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164: 1114-1118.

## IX. Bibliografía

### Sitios Web

Aguilera Rojas, T. (2010-2013). *Servicio de Pediatría. Guía de Práctica Clínica. Kinesioterapia Respiratoria en el Niño*. Recuperado el 20 de mayo de 2015, de <http://www.hospitalfricke.cl/servicios/pediatria/KINESIOTERAPIA.pdf>

American Thoracic Society. (2015). *Overview*. Recuperado el 6 de junio de 2015, de: <http://www.thoracic.org/about/overview.php>

Arias, J, Aller, M., Arias. J. y Aldamendi, I. (2014). *Enfermería médico quirúrgica: I*. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de <https://books.google.cl/books?id=Oo9mSTz6lowC&pg=PA176&dq=%22cor+pulmonale%22&hl=es-419&sa=X&ei=mdRkVciQCcHxggS0hYHABg&ved=0CEgQ6AEwCA#v=onepage&q=%22cor%20pulmonale%22&f=false>

Asociación Canaria de Psicología del Deporte. (2015). *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y del deporte*. Recuperado el 25 de abril de 2015, de <http://www.webs.ulpgc.es/riped/full/RIPED-2015-VOL10-1.pdf>

Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos. (2013). *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo: Vaso Constricción Pulmonar Hipóxica*. Recuperado el 7 de junio de 2015, de: <http://congresoatomico.com/amci/images/documentos/SuplementoSEP2013.pdf>

Audio Research Database. (2005). *audio research REFERENCE 210*. Recuperado el 4 de junio de 2015, de: <http://www.arcdb.ws/REF210/REF210.html>

Bautista, E., Martínez Guerra, M., Pulido Zamudio, T., Sandoval Zárate, J., Santos Martínez, L. & García de León, M. (2007). *Insuficiencia cardíaca derecha*. Recuperado el 1 de junio de 2015, de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/archi/ac-2007/acs071i.pdf>

Becerra Pérez, J., Fernández Artillo, J. & Rueda Ríos, C. (s.f.). *Broncoespasmo*. Recuperado el 2 de junio de 2015, de: <http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/broncoes.pdf>



Belda, J. y Lloréns, J. (2009). *Ventilación Mecánica en Anestesia y Cuidados Críticos*. Recuperado el 26 de abril de 2015, de

<https://books.google.cl/books?id=-hqUQEfRInEC&pg=PA174&dq=%22hiperinsuflacion%22&hl=es-419&sa=X&ei=tA1BVdacK5KJNsXvgfAF&ved=0CCIQ6AEwAQ#v=onepage&q=%22hiperinsuflacion%22&f=false>

Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. (2015). Electrolitos. Recuperado el 24 de abril de 2015, de

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002350.htm>

Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. (2015). *Enciclopedia Medica: bronquiectasia*. Recuperado el 2 de junio de 2015, de:

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000144.htm>

Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. (2015). *Enciclopedia Medica: Cor Pulmonale*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de:

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000129.htm>

Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. (2015). *Enciclopedia Medica: Enfermedad pulmonar intersticial*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de:

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000128.htm>

Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. (2015). *Enciclopedia Medica: Intercambio de gases*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de:

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/anatomyvideos/000059.htm>

Bland, K., Copeland, E. (2004). *La mama: manejo multidisciplinario de las enfermedades benignas y malignas, Volumen 2*. Recuperado el 18 de mayo de 2015, de

[https://books.google.cl/books?id=1\\_nlxVE8JSEC&pg=PA1658&dq=%22intervenciones+para+dejar+de+fumar%22+pulmonar&hl=es-419&sa=X&ei=-zRmVfbHDZXbsASyhIOgBg&ved=0CCQQ6AEwAA#v=onepage&q=%22intervenciones%20para%20dejar%20de%20fumar%22%20pulmonar&f=false](https://books.google.cl/books?id=1_nlxVE8JSEC&pg=PA1658&dq=%22intervenciones+para+dejar+de+fumar%22+pulmonar&hl=es-419&sa=X&ei=-zRmVfbHDZXbsASyhIOgBg&ved=0CCQQ6AEwAA#v=onepage&q=%22intervenciones%20para%20dejar%20de%20fumar%22%20pulmonar&f=false)

Borobia, C. (2007). *Valoración médica y jurídica de la incapacidad laboral*. Recuperado el 23 de marzo de 2015, de

<https://books.google.cl/books?id=7R6rEKPfsrkC&pg=PA302&dq=%22%3%BAltimo+recurso%22+pacientes+pulmonar&hl=es-419&sa=X&ei=Au8RVZaxCoOoNqmBg2A&ved=0CCIQ6AEwAQ#v=onepage&q=%22%3%BAltimo%20recurso%22%20pacientes%20pulmonar&f=false>

- Burkhalter, N. (1996). Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardíaca. Recuperado el 16 de abril de 2015, de [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-11691996000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-11691996000300006&script=sci_arttext)
- Casanova, C., de Torres, Juan Pablo y Martín, María Ángeles. (2009). EPOC y malnutrición. Recuperado el 15 de marzo de 2015, de <http://www.archbronconeumol.org/>
- Casas, A. (2009). *Guía de Practica Clínica: Exacerbación de la EPOC*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de: <http://www.neumologica.org/Archivos/ADULTOS/EPOC%20EXACERBACIONES%20GPC.pdf>
- Centro Cochrane Iberoamericano. (2015). *Revisiones Cochrane*. Recuperado el 7 de junio de 2015, de: <http://es.cochrane.org/es/revisiones-cochrane>
- Cisneros Prego, E. (s.f.). *La glutatión reductasa y su importancia biomédica*. Recuperado el 7 de junio de 2015, de: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol14\\_1\\_95/ibi03195.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol14_1_95/ibi03195.htm)
- Conesa, E. (2002). *Macroeconomía y política macroeconómica*. Recuperado el 26 de abril de 2015, de <https://books.google.cl/books?id=mhzAAAAIAAJ&q=Macroeconom%C3%ADa+y+pol%C3%ADtica+macroecon%C3%B3mica&dq=Macroeconom%C3%ADa+y+pol%C3%ADtica+macroecon%C3%B3mica&hl=es&sa=X&ei=wwaOVcTZI8eeNrLLg6gI&ved=0CBsQ6AEwAA>
- De Lemaa, B., Casana, P. & Riub, P. (2006). *Tomografía por impedancia eléctrica. Estandarización del procedimiento para su aplicación en neumología*. Recuperado el 4 de junio de 2015, de: <http://www.archbronconeumol.org/es/tomografia-por-impedancia-electrica-estandarizacion/articulo/13089542/>
- Debigaré, R., Côté, C. y Maltais, F. (2001). Peripheral Muscle Wasting in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Recuperado el 15 de marzo de 2015, de <http://www.atsjournals.org/doi/full/10.1164/ajrcm.164.9.2104035#.VRHD4vmG9s0>
- Duran Palomino, D., Gomez Prada, V. & Vargas Pinilla, O. (2009). *Como vivir bien con EPOC? Beneficios y guía practica para hacer ejercicio*. Recuperado el 2 de junio de 2015, de: <https://books.google.cl/books?id=hATw9Z5k6IIC&pg=PA12&dq=epoc&hl=es&sa=X&ei=mKh1VbzIHMaYNU7gpgI&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q=epoc&f=false>

European Respiratory Society. (2015). *Who we are*. Recuperado el 6 de junio de 2015, de:  
<http://www.ersnet.org/about-us/who-we-are.html>

Fitzpatrick, T. (2014). *Dermatología en Medicina General*. Recuperado el 19 de marzo de 2015, de  
[https://books.google.cl/books?id=83V0I\\_tJbggC&pg=PA1557&dq=%22s%C3%ADntomas+cardinales%22+pulmonar&hl=es419&sa=X&ei=GesRVcakNoizggTigYFg&ved=0CCQ6AEwAg#v=onepage&q=%22s%C3%ADntomas%20cardinales%22%20pulmonar&f=false](https://books.google.cl/books?id=83V0I_tJbggC&pg=PA1557&dq=%22s%C3%ADntomas+cardinales%22+pulmonar&hl=es419&sa=X&ei=GesRVcakNoizggTigYFg&ved=0CCQ6AEwAg#v=onepage&q=%22s%C3%ADntomas%20cardinales%22%20pulmonar&f=false)

Gillis A, MacDonald B. (2005). Abstract. Recuperado el 18 de marzo de 2015, de  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16121472>

Giraldo Estrada, H. (2008). *EPOC. Diagnóstico y tratamiento Integral*. Recuperado el 7 de junio de 2015, de:  
[https://books.google.cl/books?id=bVz3C1RKju4C&pg=PA64&lpg=PA64&dq=Volumen+espiratorio+forzado+en+un+Segundo&source=bl&ots=0TY7EJpOY&sig=\\_7pRrgHf4rYdZsOL1hEwdfRxU&hl=es&sa=X&ei=19h0Vc\\_YK4iegwSG2YP4Bw&ved=0CCIQ6AEwATgK#v=onepage&q=Volumen%20espiratorio%20forzado%20en%20un%20Segundo&f=false](https://books.google.cl/books?id=bVz3C1RKju4C&pg=PA64&lpg=PA64&dq=Volumen+espiratorio+forzado+en+un+Segundo&source=bl&ots=0TY7EJpOY&sig=_7pRrgHf4rYdZsOL1hEwdfRxU&hl=es&sa=X&ei=19h0Vc_YK4iegwSG2YP4Bw&ved=0CCIQ6AEwATgK#v=onepage&q=Volumen%20espiratorio%20forzado%20en%20un%20Segundo&f=false)

Gáldiz Iturri, J. (2000). *Función de los músculos respiratorios en la EPOC*. Recuperado el 6 de junio de 2015, de:  
<http://www.archbronconeumol.org/es/funcion-los-musculos-respiratorios-epoc- /articulo/10188/>

González J.M. (2012). *Cianoacrilato. Definición y propiedades. Toxicidad y efectos secundarios. Aplicaciones en medicina y odontología*. Recuperado el 18 de mayo de 2015, de  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-12852012000200006&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-12852012000200006&script=sci_arttext)

Instituto Nacional del Cáncer. (2015). *Diccionario de Cáncer*. Recuperado el 2 de junio de 2015, de:  
<http://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario?cdriid=562765>

Kaku, M. (2011). *La física del futuro: Cómo la ciencia determinará el destino de la humanidad y nuestra vida cotidiana en el siglo XXII*. Recuperado el 7 de junio de 2015, de:  
<https://books.google.cl/books?id=LGsDI6yZOG0C&pg=PT180&dq=gen+de+miosatina&hl=es&sa=X&ei=Nx0VVanUDcShNqW8g7AH&ved=0CCMQ6AEwAQ#v=onepage&q=gen%20de%20miostatina&f=false>

Kelley, William N. (1990). *Medicina Interna*. Recuperado el 19 de marzo de 2015, de <https://books.google.cl/books?id=ouIAEzahQ4C&pg=PA271&dq=%22mal+estado+f%C3%ADsico%22+pulmonar&hl=es-419&sa=X&ei=xoRVdi1FIGqNuD1gbAM&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=%22mal%20estado%20f%C3%ADsico%22%20pulmonar&f=false>

Knishinsky, R. (2000). *Alternativas para el Prozac: Remedios naturales para la depresión*. Recuperado el 18 de mayo de 2015, de [https://books.google.cl/books?id=r3psLAN1ye0C&pg=PA101&dq=%22efectos+secundario s%22&hl=es419&sa=X&ei=COxkVd7hOca\\_ggTVg4LYDA&ved=0CEMQ6AEwCA#v=onepage&q=%22efectos%20secundarios%22&f=false](https://books.google.cl/books?id=r3psLAN1ye0C&pg=PA101&dq=%22efectos+secundario s%22&hl=es419&sa=X&ei=COxkVd7hOca_ggTVg4LYDA&ved=0CEMQ6AEwCA#v=onepage&q=%22efectos%20secundarios%22&f=false)

López Porcel, J. (2008). *Cuidados auxiliares básicos de enfermería. Cuidados en la Oxigenoterapia*. Recuperado el 6 de junio de 2015, de: <https://books.google.cl/books?id=3mzf9YFuM1QC&pg=PA276&dq=oxigenoterapia&hl=es&sa=X&ei=xDR0VfLDHsSbgwSp2oD4Bg&ved=0CCEQ6AEwATgK#v=onepage&q=oxigenoterapia&f=false>

Marín, K., Laude, R. Y Morales, C. (2008). *Entrenamiento físico y educación como parte de la rehabilitación pulmonar en pacientes con EPOC*. Recuperado el 20 de abril de 2015, de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-73482008000400003](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482008000400003)

Marquez Rosa, S. & Garatachea Vallejo, N. (2009). *Actividad física y salud: prescripción de ejercicio de fuerza*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de: <https://books.google.cl/books?id=GTcduhfoymIC&pg=PA365&lpg=PA365&dq=Hiperpnea+normoc%C3%A1pnica&source=bl&ots=nKYRlt1QYA&sig=nObmFhbTs1Ve2y7Nd2VvmA80&hl=es&sa=X&ei=Dcl0VfHYEcHCggTZooPwBw&ved=0CCgQ6AEwAg#v=onepage&q=Hiperpnea%20normoc%C3%A1pnica&f=false>

Mc Graw Hill Education. (s.f.). *Bloque III. Procedimientos relacionados con las Necesidades de Movimientos de Actividad Física. Sistema esquelético-muscular. Procedimientos relacionados*. Recuperado el 5 de junio de 2015, de: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448199197.pdf>

Medina F. (2002). *Actualizaciones en fisioterapia: ponencias*. Recuperado el 7 de junio de 2015, de: [https://books.google.cl/books?id=bg3GmwO1hfkC&pg=PA59&dq=rehabilitacion+pulmonar&hl=es&sa=X&ei=F9t0VfFrX7SCBN\\_WgKgH&ved=0CCIQ6AEwAQ#v=onepage&q=rehabilitacion%20pulmonar&f=false](https://books.google.cl/books?id=bg3GmwO1hfkC&pg=PA59&dq=rehabilitacion+pulmonar&hl=es&sa=X&ei=F9t0VfFrX7SCBN_WgKgH&ved=0CCIQ6AEwAQ#v=onepage&q=rehabilitacion%20pulmonar&f=false)

- Micheli, F. *et al.* (2003). *Tratado de Neurología Clínica*. Recuperado el 25 de abril de 2015, de <https://books.google.cl/books?id=Dh4XLCyWBkIC&pg=PA1387&dq=%22pacientes+presentan+una+reduccion%22&hl=es-419&sa=X&ei=0PZAVbWTBsKogwTR-YHQBw&ved=0CCAQ6AEwAQ#v=onepage&q=%22pacientes%20presentan%20una%20reduccion%22&f=false>
- Mondy, W. y Noe, R. (2005). *Administración de recursos humanos*. Recuperado el 16 de mayo de 2015, de [https://books.google.cl/books?id=UkWaAvHmBswC&pg=PA330&dq=%22proveedor+de+atencion+medica%22&hl=es-419&sa=X&ei=6OVkVZq5GtCJNt\\_ZgegN&ved=0CCQ6AEwAA#v=onepage&q=%22proveedor%20de%20atencion%20medica%22&f=false](https://books.google.cl/books?id=UkWaAvHmBswC&pg=PA330&dq=%22proveedor+de+atencion+medica%22&hl=es-419&sa=X&ei=6OVkVZq5GtCJNt_ZgegN&ved=0CCQ6AEwAA#v=onepage&q=%22proveedor%20de%20atencion%20medica%22&f=false)
- Moreno Esteban, B. Monereo Megías, S. & Álvarez Hernández, J. (2000). *Obesidad: la epidemia del siglo XXI. Estudio de análisis directo de la composición corporal en cadáveres*. Recuperado el 5 de junio de 2015, de: <https://books.google.cl/books?id=mLj0qJkQ3fwC&pg=PA176&dq=masa+libre+d+grasa&hl=es&sa=X&ei=EM10VcyIEoigwSbj4KoCA&ved=0CDQ6AEwBA#v=onepage&q=masa%20libre%20de%20grasa&f=false>
- Mosby publishing. (2006). *Diccionario Mosby: Inglés-español, Español-inglés de Medicina*. Recuperado el 2 de junio de 2015, de: [https://books.google.cl/books?id=sbrH9utGEGwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cl/books?id=sbrH9utGEGwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Müller-Esterl, W. (2004). *Bioquímica. Fundamentos para Medicina y Ciencias de la Vida*. Recuperado el 7 de junio de 2015, de: <https://books.google.cl/books?id=X2YVG6Fzp1UC&pg=PA527&dq=glutation&hl=es&sa=X&ei=QuF0Vd3sMcWfNoqSg8gH&ved=0CE8Q6AEwCQ#v=onepage&q=glutation&f=false>
- Ochoa, O. (2006). *Personas. Derecho Civil I*. Recuperado el 20 de abril de 2015, de <https://books.google.cl/books?id=VVaY4mTjfwC&printsec=frontcover&dq=Personas.+Derecho+Civil+I.&hl=es&sa=X&ei=iQ2OVbG1NovRggT7tIP4AQ&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=Personas.%20Derecho%20Civil%20I.&f=false>
- Ordorica Vargas, M. & Velázquez Monroy, M. (s.f.). *Ciclo del Ácido Cítrico*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de: <http://www.bioquimica.dogsleep.net/Teoria/archivos/Unidad62.pdf>

- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Enfermedades respiratorias crónicas*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de:  
[http://www.who.int/respiratory/about\\_topic/es/](http://www.who.int/respiratory/about_topic/es/)
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Centro de Prensa: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de:  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs315/es/>
- Oxford Dictionaries. (2015). *Mucus*. Recuperado el 5 de junio de 2015, de:  
<http://www.oxforddictionaries.com/es/definicion/espanol/mucus>
- Oxford University Press. (2015). *Oxford Dictionaries*. Recuperado el 22 de marzo de 2015, de  
[http://www.oxforddictionaries.com/es/definicion/ingles\\_americano/suboptimal](http://www.oxforddictionaries.com/es/definicion/ingles_americano/suboptimal)
- Pleguezuelos Cobo, E., Miranda Calderón, G., Gómez González, A. & Capellas Sans, L. (2008). *Rehabilitación Integral en el Paciente con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica: EPOC y fracturas vertebrales*. Recuperado el 6 de junio de 2015, de:  
<https://books.google.cl/books?id=2Gvo1XPr1SIC&pg=PA78&dq=M%C3%BAsculo+perif%C3%A9rico&hl=es&sa=X&ei=YdF0VvcjIoaeNpjSgegH&ved=0CCAQ6AEwATgK#v=onepage&q=M%C3%BAsculo%20perif%C3%A9rico&f=false>
- Rabinovich, R., Vilaró, J. & Roca, J. (2001). *Papel de los músculos periféricos en la tolerancia al ejercicio de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica*. Recuperado el 6 de junio de 2015, de:  
[http://www.researchgate.net/profile/Josep\\_Roca/publication/12002043\\_The\\_role\\_of\\_peripheral\\_muscles\\_on\\_exercise\\_tolerance\\_in\\_patients\\_with\\_COPD/links/53d7717b0cf29f55cfb4cdae.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Josep_Roca/publication/12002043_The_role_of_peripheral_muscles_on_exercise_tolerance_in_patients_with_COPD/links/53d7717b0cf29f55cfb4cdae.pdf)
- Radulovich, R. y Karremans, J. (1993). *Validación de tecnologías en sistemas agrícolas*. Recuperado el 18 de mayo de 2015, de  
[https://books.google.cl/books?id=4Kmsq0SoTLMC&pg=PA77&dq=%22efectos+laterales%22&hl=es419&sa=X&ei=\\_OpkVdX6JsebNuy\\_gfAK&ved=0CDQQ6AEwBTgK#v=onepage&q=%22efectos%20laterales%22&f=false](https://books.google.cl/books?id=4Kmsq0SoTLMC&pg=PA77&dq=%22efectos+laterales%22&hl=es419&sa=X&ei=_OpkVdX6JsebNuy_gfAK&ved=0CDQQ6AEwBTgK#v=onepage&q=%22efectos%20laterales%22&f=false)
- Salcedo Posada, A, M. D. Garcia Novo. (1998). *Fibrosis Quística*. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de  
<https://books.google.cl/books?id=Yh2HhDosl3sC&pg=PA211&dq=%22cor+pulmonale%22&hl=es-419&sa=X&ei=mdRkVciQCcHxggS0hYHABg&ved=0CCwQ6AEwAw#v=onepage&q=%22cor%20pulmonale%22&f=false>
- Sancho, J. y Servera, E. (2009). *Guía para el manejo de las secreciones respiratorias*. Recuperado el 20 de mayo de 2015, de  
[http://www.svneumo.org/wp-content/uploads/2011/02/GUIA\\_SECRECIONES- definitivo.pdf](http://www.svneumo.org/wp-content/uploads/2011/02/GUIA_SECRECIONES- definitivo.pdf)

Santos, E., Olivera, W., Hurtado, J. & Simini, F. (2011). *Tomografía de impedancia eléctrica para el seguimiento del edema de pulmón: estado del arte y propuesta del proyecto IMPETOM*. Recuperado el 4 de junio de 2015, de:

<http://iie.fing.edu.uy/publicaciones/2011/SOHS11/SOHS11.pdf>

Singh, M., Khan, S. y Paul, P. (2009). *Brunner and Suddarth's Textbook of Canadian Medical-Surgical Nursing*. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de

[https://books.google.cl/books?id=SB\\_CRXvZPYC&pg=PA621&dq=%22cor+pulmonale%22+what+is+it&hl=es419&sa=X&ei=LN9kVfPJ4\\_FgwSy4oHQAQ&ved=0CCcQ6AEwAg#v=onepage&q=%22cor%20pulmonale%22%20what%20is%20it&f=false](https://books.google.cl/books?id=SB_CRXvZPYC&pg=PA621&dq=%22cor+pulmonale%22+what+is+it&hl=es419&sa=X&ei=LN9kVfPJ4_FgwSy4oHQAQ&ved=0CCcQ6AEwAg#v=onepage&q=%22cor%20pulmonale%22%20what%20is%20it&f=false)

The Emily Center, Phoenix Children's Hospital. (2001, 2003, 2009). *How to Do Chest Physical Therapy (CPT). Children, Adolescents, and Adults*. Recuperado el 22 de mayo de 2015, de

<http://www.phoenixchildrens.org/sites/default/files/health-information/the-emily-center/child-health-topics/handouts/CPT-55b.pdf>

Triolet Gálvez, A., Bofill Oliva, M., Estrada Alonso, A. & Pino Álvarez, A. (2002). *Ventilación no invasiva con presión positiva*. Recuperado el 7 de junio de 2015, de:

[http://www.bvs.sld.cu/revistas/med/vol41\\_1\\_02/med07102.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/med/vol41_1_02/med07102.htm)

Tortora & Derrickson. (2011). *Acidemia / alcalosis respiratoria*. Recuperado el 3 de junio de 2015, de:

<http://www.farmacologiaparatodos.com/anatomia/anatomia/sistema-respiratorio/item/94-acidemia/-alcalosis-respiratoria>

Williams. M. (2002). *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte*. Recuperado el 16 de abril de 2015, de

<https://books.google.cl/books?id=8rSpvU2FISM&pg=PA463&lpg=PA463&dq=%22capacidad+para+realizar+ejercicio%22&source=bl&ots=Ca344Nqnl9&sig=VT7T7aH80yzcW3vxlu2f-UXrwF4&hl=es-419&sa=X&ei=c-NAVcMCMirNu6pgegP&ved=0CFEQ6AEwCA#v=onepage&q=%22capacidad%20para%20realizar%20ejercicio%22&f=false>

## Documentos Impresos

- Diccionario Mosby Pocket de medicina, enfermería y ciencias de la salud.* (2005). Editorial Elsevier. Cuarta Edición.
- Hurtado, A. (2007). *Las teorías Moderas.* En *Traducción y Traductología. Introducción a la Traductología* (123-132). Catedra.
- Hurtado, A. (2007). *Las Técnicas de Traducción.* En *Traducción y Traductología. Introducción a la Traductología* (123-132). Catedra.
- Nord, C. (2005). *Classifying translation problems.* En *Text Analysis in Translation: Theory, Methodology, and Didactic Application of a Model for Translation Oriented Text Analysis* (174-176). Amsterdam - New York: Rodopi B.V.
- Nord, C. (1997). *Translating as a Purposeful Activity: Functionalist Approaches Explained* (1-38). USA St. Jerome Publishing.