

DESCRIPCIÓN DEL EFECTO DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULAR PARA MIEMBROS SUPERIORES EN LA PERCEPCIÓN DE DISNEA EN LAS ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA EN PACIENTES CON ENFERMEDAD PULMONAR CRÓNICA

**DIEGO FERNANDO CUERO CAMPAZ
CARLOS MARIO GUTIÉRREZ GARCÍA
HAMILTON ELÍAS ROSERO CARVAJAL**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA
SANTIAGO DE CALI**

2012

DESCRIPCIÓN DEL EFECTO DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULAR PARA MIEMBROS SUPERIORES EN LA PERCEPCIÓN DE DISNEA EN LAS ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA EN PACIENTES CON ENFERMEDAD PULMONAR CRÓNICA

**DIEGO FERNANDO CUERO CAMPAZ
CARLOS MARIO GUTIÉRREZ GARCÍA
HAMILTON ELÍAS ROSERO CARVAJAL**

Trabajo de grado para optar al título de Fisioterapeutas

Tutoras del trabajo de grado:

**Esther Cecilia Wilches Luna FT.
Especialista en Fisioterapia Cardiopulmonar
Prof. Asociada Escuela de Rehabilitación Humana
Universidad del Valle**

**Olga Marina Hernández FT.
Magister en Epidemiología**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA
SANTIAGO DE CALI
2012**

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. MARCO TEÓRICO	14
3.1 Patologías	
3.1.1 Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	
3.1.2 Asma	16
3.1.3 Enfermedades pulmonares restrictivas	
3.1.4 Enfermedades pulmonares intersticiales difusas	17
3.1.5 Tuberculosis	
3.2 Discapacidad en enfermedades pulmonares crónicas	18
3.3 Rehabilitación pulmonar	20
3.4 Entrenamiento de miembros superiores en rehabilitación pulmonar	23
3.5 Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (PNF)	25
3.6 Descripción del Programa de Rehabilitación Pulmonar (P.R.P) de una E.S.E nivel III	27
4. OBJETIVOS	29
4.1 Objetivo general	
4.2 Objetivo específicos	
5. METODOLOGÍA	30
5.1 Diseño o tipo de estudio	
5.2 Población	
5.3 Muestra	
5.4 Aspectos éticos	31
5.5 Materiales e instrumentos	32
5.5.1 Materiales	
5.5.2 Instrumentos	
5.6 Procedimientos	34
5.6.1 Preparación para el estudio	
5.6.2 Selección y ajuste de instrumentos de recolección de la información	35
5.6.3 Recolección de datos	36
5.6.4 Análisis de datos	37

6. RESULTADOS	38
6.1 Características demográficas y clínicas	
6.2 Descripción de la Aplicación del PEMS	39
6.2.1 Evaluación de la fuerza muscular con el PEMS	
6.2.2 Progresión de la carga del entrenamiento de la fuerza muscular	40
6.3 Evaluación de la resistencia muscular	44
6.4 Percepción de disnea en las Actividades de la Vida Diaria	45
7 DISCUSIÓN	46
8. CONCLUSIONES	53
9. LIMITACIONES	54
10. RECOMENDACIONES	55
11. REFERENCIAS	56

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Factores de riesgo para EPOC	15
Tabla 2. Músculos que intervienen en la diagonal I flexora (flexión-aducción- rotación externa)	26
Tabla 3. Músculos que intervienen en la diagonal I extensora (extensión-abducción-rotación interna)	26
Tabla 4. Músculos que intervienen en la diagonal II extensora (extensión-aducción-rotación interna)	27
Tabla 5. Músculos que intervienen en la diagonal II flexora (flexión-abducción- rotación externa)	27
Tabla 6 .Distribución de las sesiones	36
Tabla 7. Definición de variables	37
Tabla 8. Características demográficas y clínicas	38
Tabla 9. Puntuación escala London Chest	45

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Carga predicha por el PEMS. Diagonal I	39
Gráfico 2. Carga predicha por el PEMS. Diagonal II	40
Gráfico 3. Sujeto 3. Entrenamiento Diagonal I	40
Gráfico 4. Sujeto 4. Entrenamiento Diagonal I	40
Gráfico 5. Sujeto 3. Entrenamiento Diagonal II	41
Gráfico 6. Sujeto 4. Entrenamiento Diagonal II	41
Gráfico 7. Comparación de 1RM inicial y final. Diagonal I	41
Gráfico 8. Comparación de 1RM inicial y final. Diagonal II	42
Gráfico 9. Frecuencia Cardiaca. Diagonal I	42
Gráfico 10. Frecuencia Cardiaca. Diagonal II	43
Gráfico 11. Saturación de Oxígeno (SpO2) Diagonal I	43
Gráfico 12. Saturación de Oxígeno (SpO2) Diagonal II	44
Gráfico 13. Evaluación de resistencia. (UULEX Modificado)	44

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Flujograma de la muestra	31
Figura 2. Mancuerna Multipeso LDM2	76
Figura 3. Mancuerna Multipeso LDM2 con barras	77
Figura 4. Gramera Digital Scale (Ref. SF-400)	78
Figura 5. Posición neutra del UULEX modificado	79
Figura 6 Movimiento hacia los niveles del UULEX	79

TABLA DE ANEXOS

ANEXO A. Acta de aprobación N° 020-011 expedida por el Comité de Ética de la Universidad del Valle

ANEXO B. Acta del aval comité técnico institucional

ANEXO C. Formato de consentimiento informado

ANEXO D. Protocolo (PEMS) para determinar el porcentaje de fuerza muscular máximo y la carga de entrenamiento de los miembros superiores en pacientes con Enfermedades Respiratorias Crónicas utilizando el Test de predicción de 1 Repetición Máxima (RM)

ANEXO E. Mancuerna Multipeso LDM2

ANEXO F. Unsupported Upper Limb Exercise (UULEX) Modificado

ANEXO G. Formato de evaluación y entrenamiento para miembros superiores

ANEXO H. Formato Escala de actividades de la vida diaria. London Chest Activity of Daily Living (LCADL)

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) es considerada actualmente un problema de salud pública, por las consecuencias en términos de discapacidad que presentan los pacientes, comprometiendo el desempeño en las actividades de la vida diaria (AVD) y ocasionando un progresivo deterioro en la calidad de vida.¹ La EPOC causa obstrucción al flujo de aire siendo la disnea, el síntoma principal.²

En los pacientes con EPOC se hace evidente un círculo vicioso en el cual la disnea lleva a la aparición de ansiedad por temor a realizar actividad física, esto ocasiona finalmente desacondicionamiento físico y por ende limitación en cualquier actividad. Como repuesta a estas alteraciones, surge la rehabilitación pulmonar (RP), definida por la Asociación Americana de Tórax (ATS) y la Sociedad Europea Respiratoria (ERS), como una intervención multidisciplinaria, basada en evidencia, para pacientes sintomáticos con enfermedades respiratorias crónicas que presentan limitación y disminución de la realización en las AVD. Por medio del componente de entrenamiento físico con ejercicio de resistencia a través de actividades individualizadas encaminadas a aumentar la capacidad aeróbica, reducir el costo energético y producción de dióxido de carbono, mejorar la respuesta cardiaca y la ventilación minuto; esto produce disminución de la sintomatología, optimización del estado funcional, incrementando la participación en las AVD, mejorando la funcionalidad y disminuyendo los costos de salud.^{3, 4, 5}

Los programas de rehabilitación pulmonar están diseñados con el fin de lograr el máximo beneficio en el paciente, teniendo una duración que puede ser de 8 a 12 semanas con una asistencia de 2-3 sesiones por semana, asimilando que después de terminado este periodo el proceso de rehabilitación no ha culminado; ya que es solo una fase donde se realiza vigilancia intensiva de la aplicación de los componentes terapéuticos, tales como: educación, entrenamiento físico, apoyo nutricional, apoyo psicosocial y apoyo de salud ocupacional.⁶

Los programas de rehabilitación pulmonar están enmarcados en la prevención terciaria en la cual se busca en los pacientes disminuir el número de exacerbaciones de su enfermedad de base, por medio de la eliminación de los factores de riesgo potenciales.⁷

En los lineamientos internacionales emitidos por las asociaciones ATS/ERS⁸, el consenso argentino⁶ y el consenso chileno⁹ para los programas de rehabilitación pulmonar, recomiendan el entrenamiento de miembros inferiores (MMII) con un nivel de evidencia A, en contraste con el entrenamiento de los miembros superiores (MMSS) que cuenta con un nivel de evidencia B. Pese a lo anterior,

estos lineamientos sugieren la implementación del entrenamiento de MMSS dentro del componente físico, sin embargo sigue siendo difícil la evaluación y entrenamiento por los grupos musculares involucrados.¹⁰

Son escasos los estudios que mencionan protocolos estandarizados de prescripción e implementación de entrenamiento de miembros superiores en pacientes con Enfermedad Pulmonar Crónica en los programas de rehabilitación pulmonar, teniendo en cuenta lo anterior, en el año 2009 estudiantes de pregrado de fisioterapia realizaron su trabajo de grado en el cual diseñaron un protocolo de evaluación y entrenamiento para miembros superiores en pacientes con enfermedad pulmonar crónica en un programa de rehabilitación pulmonar de la E.S.E nivel III de Santiago de Cali. Obregón y cols¹¹, mostraron los beneficios del entrenamiento de fuerza y resistencia muscular, pero dado al tipo de estudio y al tamaño muestral, se identificó la necesidad de continuar con este estudio y mejorar el nivel de evidencia.

En este informe final de investigación se presenta un reporte de casos pre y post prueba con el cual se evaluó los efectos de la aplicación del protocolo de entrenamiento de fuerza y resistencia muscular para miembros superiores (diseñado por Obregón y cols¹¹) sobre la percepción de disnea en las Actividades de la Vida Diaria en pacientes con enfermedad pulmonar crónica que asistieron al programa de rehabilitación pulmonar en una E.S.E nivel III de Santiago de Cali.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En las Enfermedades Pulmonares Crónicas (EPC) el ejercicio físico está limitado por la disnea, la reducción de la capacidad de intercambio de gases y la disfunción de los músculos periféricos.^{12, 13} El desacondicionamiento físico progresivo está asociado con el sedentarismo, generando de esta forma, un círculo vicioso entre la inactividad y la sensación de disnea.¹⁴

En los pacientes con EPC, la realización de las actividades que involucran los miembros superiores exige alta demanda metabólica y ventilatoria y generan un esfuerzo mayor que el realizado por los miembros inferiores porque requieren una acción en contra de la gravedad.¹⁵

De acuerdo a la literatura revisada, se recomienda para todos los pacientes el entrenamiento aeróbico de resistencia para MMII (Evidencia A) y de MMSS (Evidencia B), de fuerza de MMII y MMSS (Evidencia B), y el entrenamiento muscular respiratorio (Evidencia C) para determinados pacientes.¹⁶ Aunque son escasos, algunos estudios han analizado los beneficios del entrenamiento específico de miembros superiores, siendo la mayoría realizados en población americana y enfocados al entrenamiento de la resistencia.

En nuestro medio, solo encontramos el reporte de Obregón y cols¹¹ quienes diseñaron y aplicaron un protocolo de evaluación de fuerza muscular y determinación de la carga para el entrenamiento de miembros superiores en 1 sujeto con EPC, y lo compararon con un sujeto que recibió el entrenamiento estándar con cargas submáximas de acuerdo a evaluación inicial, presentando cambios significativos en el test de Repetición Máxima (RM), la Saturación periférica de Oxígeno (SpO₂), y la frecuencia cardiaca en el primer sujeto.

En aras de mejorar y aumentar la evidencia del protocolo de evaluación y entrenamiento diseñado por Obregón y cols, se diseñó un estudio que pretende responder al interrogante: ¿Cuál es el efecto de la adición de un protocolo de entrenamiento de fuerza y resistencia muscular para miembros superiores en la percepción de disnea en la realización de las Actividades de la Vida Diaria (AVD) en pacientes con enfermedades pulmonares crónicas que asisten al programa de rehabilitación pulmonar de una E.S.E nivel III de Santiago de Cali?

2. JUSTIFICACIÓN

La Enfermedad Pulmonar Crónica (EPC) presenta un componente de *deficiencia* en las estructuras anatómicas del pulmón y el sistema musculo esquelético que tiene una afección directa que compromete sus funciones; a su vez, un componente de *limitación*, debido a la incapacidad para realizar actividades de la vida diaria, generando un impacto negativo, tanto físico como social y psicológico.¹⁷ Garrod y cols¹⁸, encontraron que el 78% de los pacientes con EPOC presentan disnea al realizar actividades cotidianas, y que alrededor del 55% de ellos necesitan ayuda para la ejecución.

La rehabilitación pulmonar (RP) incluye acciones que permiten una mejora de la funcionalidad de los pacientes, facilitando la participación, integración y la reintegración a sus diferentes áreas de ejecución y desempeño en las AVD, mediante la prescripción y ejecución de los componentes: entrenamiento físico, apoyo nutricional, apoyo psicológico, terapia ocupacional y educación para la salud.¹⁹

El entrenamiento de la resistencia aeróbica en los pacientes con EPC ha sido el pilar del componente de ejercicio de los programas de RP mostrando beneficios en la calidad de vida, con una evidencia relevante.²⁰ En contraste, se han utilizado poco los programas de entrenamiento de fuerza, por la probable intolerancia o las posibles complicaciones; sin embargo, algunos estudios ya han demostrado que este tipo de entrenamiento es seguro.²¹

El entrenamiento muscular de los MMII ha sido el principal determinante del éxito de estos programas con un nivel de evidencia (tipo A), estudios recientes reafirman que consigue disminuir la disnea, mejorar la capacidad de esfuerzo y la Calidad de Vida Relacionada con la Salud (CVRS), además de producir cambios estructurales y funcionales en los músculos periféricos. La declaración emitida por la ATS y la ERS recomienda que debe incluirse el entrenamiento de los MMII y de los MMSS, combinando el entrenamiento de resistencia con el de fuerza.¹⁶

En los pacientes con EPC, la musculatura accesoria inspiratoria de la caja torácica fija la cintura escapular y ayuda al posicionamiento de los MMSS, disminuyendo su contribución a la ventilación⁹, esto ocasiona que la realización de las actividades que involucran los MMSS generen la aparición de disnea, fatiga y pérdida del rendimiento en su ejecución. Por lo tanto, la recuperación de la capacidad de los miembros superiores es probablemente tan importante como la recuperación de la capacidad funcional de los miembros inferiores.²²

La literatura revisada para este estudio, muestra que el ejercicio de los MMSS con o sin apoyo consigue mejorar la capacidad de esfuerzo y disminuye la demanda

metabólica y ventilatoria durante el ejercicio de estos grupos musculares (evidencia B).²³ Además los pacientes con EPC mejoran la percepción de disnea al realizar actividades cotidianas por la mejora del estado físico, las adaptaciones metabólicas y una mejor coordinación de los músculos involucrados.²⁴

Acosta y cols, realizaron un estudio donde incluyeron entrenamiento con pesas para tren superior (bíceps y elevaciones laterales) y para tren inferior (extensión de piernas) en pacientes con EPC obteniendo resultados significativos en el aumento de la resistencia cardiorrespiratoria cuando se comparó con el grupo control, el cual solo realizó entrenamiento aeróbico.²⁵

En Colombia, en el estudio realizado por Duran y cols²⁶ en el año 2009, en el cual analizaron los programas de rehabilitación pulmonar en cuatro ciudades del país, encontraron que todas las instituciones referían la ausencia de protocolos estandarizados, sin embargo realizan evaluación funcional y entrenamiento de miembros superiores, utilizando en orden descendente: ejercicios con pesas (100%), therabands (85,71%), cicloergómetro manual (71,42%) y Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (PNF) (57,14%). Esta última ha sido recomendada en el consenso chileno de rehabilitación respiratoria⁹, porque permite la realización de diagonales que reproducen los arcos de movimiento utilizados habitualmente en las AVD pero no existe claridad con respecto a la frecuencia, intensidad, modalidad y duración de los ejercicios.

El protocolo de evaluación y entrenamiento diseñado por Obregón y cols, permite determinar el porcentaje de fuerza muscular máximo y la carga de entrenamiento en forma objetiva, lo que facilita medir los cambios que se producen con la aplicación del protocolo. En este estudio se aplicó el protocolo propuesto por Obregón y cols¹¹, y se comparó con el establecido en el programa de rehabilitación pulmonar donde se realizó la investigación (entrenamiento Estándar).

Este estudio genera un aporte disciplinar en el conocimiento del entrenamiento físico en pacientes con EPC utilizando patrones de movimientos funcionales, a través de las diagonales I y II para MMSS de la técnica PNF y fundamentado en los principios del entrenamiento físico: intensidad, frecuencia y duración.

Con los resultados de esta investigación se contribuye al mejoramiento de la evidencia del efecto que tiene la evaluación y el entrenamiento muscular de los miembros superiores en el desempeño de las AVD de los pacientes con Enfermedad Pulmonar Crónica y sirve como marco de referencia para la implementación de estrategias de intervención en los programas de rehabilitación pulmonar con el fin de mejorar los resultados obtenidos en esta población.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Patologías

3.1.1 Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)

3.1.1.1 Definición

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica es definida según la Global Initiative for Chronic Obstructive Disease (GOLD) como un estado patológico progresivo que se caracteriza por limitación en el flujo de aire y que no es reversible por completo; ésta siendo definida por criterios clínicos y obteniendo confirmación diagnóstica mediante la realización de una espirometría.^{19, 27}

La EPOC incluye dos procesos, bronquitis crónica, que clínicamente se define por tos crónica productiva y una afección de las vías respiratorias finas; y el enfisema, un cuadro definido anatómicamente que se caracteriza por destrucción y ensanchamiento de los alveolos pulmonares; en ocasiones estas dos afecciones pueden estar presentes en un mismo paciente.²⁸

3.1.1.2 Epidemiología¹⁹

La EPOC es una condición patológica frecuente, prevenible y tratable; la Organización Mundial de la Salud estima que para el año 2020 esta será la quinta causa de discapacidad en el mundo y la tercera causa de muerte.²⁹ Se calcula que hubo 64 millones de personas con EPOC en el 2004, Y en el 2005 murieron por esta causa más de 3 millones de personas, lo cual representa un 5% de todas las muertes registradas ese año. Aproximadamente un 90% de las muertes por EPOC se producen en países de bajos y de medianos ingresos.³⁰

La prevalencia de la EPOC varía de acuerdo a la situación epidemiológica de los diferentes lugares y de acuerdo a la presencia de factores de riesgo y control de estos, por tal razón no es extrapolable de un lugar a otro. Caballero y cols³¹, desarrollaron un estudio en el 2007 para establecer la prevalencia de EPOC en cinco ciudades de Colombia la cual fue estimada en un 8.9%, siendo más alta en los hombres con (13.6%) y en las mujeres fue estimada en 6.6%. También se encontró que la prevalencia fue significativamente mayor en las sujetos mayores de 60 años, donde según los criterios de clasificación de la GOLD, se define como EPOC leve el 68.9%, moderado el 26.3%, severo 3.4% y muy severo el (0.5%).

En el estudio de Caballero y cols³¹, encontraron que la prevalencia en Colombia de la EPOC es baja comparada con el rango manejado en estudios realizados en otros países y con otras ciudades latinoamericanas, sin embargo Medellín

presenta la tasa mas alta de prevalencia en el país con un 13.5%, seguido por Cali y Bogotá con un (8.5%).

3.1.1.3 Factores de riesgo

Según la revista neumológica los factores de riesgo para el desarrollo de la EPOC han sido catalogados según el grado de relación que se tiene con la aparición de esta, teniendo en cuenta que el tabaquismo es el factor de riesgo más relevante, también encontrando otros como exposiciones ocupacionales, humo de leña, estado socio económico, ser fumador pasivo entre otras.³²

Tabla 1. Factores de riesgo para EPOC		
Grado de Certeza	Factor ambientales	Factores del huésped
Establecida	Fumar cigarrillo Algunas exposiciones ocupacionales.	Deficiencia de alfa-1 antitripsina
Muy Probable	Humo de leña Contaminación ambiental (SO2 y particulares) Estado Socioeconómico Alcohol Fumador Pasivo en la infancia Historia familiar Otras exposiciones ocupacionales	Peso bajo al nacer Infecciones respiratorias en la infancia Atopia (Ig E alta) Hiperreactividad bronquial
Posible	Infecciones por adenovirus Deficiencia de vitamina C en la dieta	Predisposición genética Grupo sanguíneo A No secretor de Ig A.

3.1.1.4 Signos y Síntomas

Los pacientes que tienen EPOC leve pueden presentar o no síntomas algunos de los síntomas siendo tos matutina, infecciones respiratorias recurrentes, disnea que se presenta con esfuerzos moderados, este pudiendo advertir sobre la presencia de una anomalía o enfermedad.³³

Aquellos que presentan EPOC grave generalmente presentan síntomas como tos y producción de esputo, disnea con el ejercicio moderado o con las actividades laborales y empeoramiento agudo de los síntomas asociado a una exacerbación. En la EPOC grave se pueden encontrar signos más evidentes como insuflación de la caja torácica crónica, disminución del murmullo vesicular, roncus a la espiración forzada, pérdida progresiva de peso, temblor, somnolencia, edema periférico y se ha demostrado que el estado nutricional está asociado con la supervivencia de los pacientes.³³

3.1.2 Asma

El asma es una enfermedad crónica compleja, heterogénea, con una gran variabilidad y que tiene un enorme impacto, no sólo en los pacientes que la padecen sino también en sus familias y en la sociedad en general. Dado que actualmente no disponemos de un tratamiento curativo para el asma, a pesar de los avances en el tratamiento farmacológico, el objetivo fundamental es su control.³⁴

Esta enfermedad se caracteriza por el aumento de la reactividad de las vías aéreas a distintos estímulos y se manifiesta por un estrechamiento generalizado de las vías aéreas cuya severidad varía en forma espontánea como resultado del tratamiento.³⁵

Hay estudios epidemiológicos que revelan una tendencia ascendente en la prevalencia del asma en las últimas décadas, aumentando de una forma preocupante sus índices de morbi-mortalidad, indican que el asma comienza en la infancia en la mayoría de los casos y que a menudo la diátesis alérgica juega un rol importante; sin embargo los factores ambientales también parecen ser importantes y pueden ser responsables del aumento en la prevalencia y en la severidad del asma en los últimos 20- 40 años en los países occidentales modernos y prósperos, a pesar de los avances en su tratamiento farmacológico.³⁵

3.1.2.1 Signos y síntomas

El asma suele comenzar en la niñez pero puede presentarse a cualquier edad, es posible que el paciente refiera antecedentes como rinitis alérgica, eccema o urticaria y que exista relación entre los episodios asmáticos y un alérgeno específico. Durante el curso de un ataque los pacientes asmáticos, muestran bronco constricción, aumentan su volumen pulmonar y alteran el comportamiento torácico abdominal normal. En esta situación hay un aumento de las cargas resistiva y elástica, principalmente esta última, como consecuencia del aumento del volumen pulmonar; esto llevando a que el paciente se sienta disneico, ortopneico y ansioso.³⁴

3.1.3 Enfermedades pulmonares restrictivas

Las enfermedades pulmonares restrictivas son aquellas en las cuales la expansión del pulmón está restringida debido a alteraciones del parénquima pulmonar o a causa de enfermedades de la pleura, la pared torácica o el aparato neuromuscular; el grupo de enfermedades que conforman a las restrictivas se caracterizan por la reducción de la capacidad vital y pequeño volumen pulmonar en reposo, pero la resistencia de las vías aéreas (en relación con el volumen pulmonar) no está aumentada. Estas son enfermedades diferentes de las

enfermedades pulmonares obstructivas en su forma pura, aunque se pueden presentar trastornos restrictivos y obstructivos, es decir mixtos.³⁵

3.1.4 Enfermedades pulmonares intersticiales difusas

Las enfermedades pulmonares intersticiales difusas (EPID) constituyen un grupo de afecciones con manifestaciones clínicas, radiológicas y funcionales respiratorias similares, en las que las principales alteraciones anatomopatológicas afectan las estructuras alveolo-intersticiales. El término EPID no describe en realidad el sustrato anatomopatológico de dichas entidades clínicas, puesto que afectan no sólo las estructuras alveolo-intersticial, sino también, en muchas ocasiones, las pequeñas vías respiratorias, así como los capilares pulmonares. Estas se clasifican en: fibrosis pulmonar idiopática, De causa conocida o asociadas (neumoconiosis), primarias o asociadas a otros procesos no bien definidos (sarcoidosis).³⁶

3.1.5 Tuberculosis (TB)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la incidencia de tuberculosis a nivel mundial para el año 2008 fue de 9.4 millones de casos, de los cuales solo el 3% corresponde a América. En Colombia la incidencia muestra un registro de 36 casos por cada 100000 habitantes; y en Cali la incidencia para el año 2008 fue de 1044 casos y para el 2009 fue de 983 casos.³⁷

La tuberculosis es una enfermedad mico-bacteriana contagiosa que se transmite a través de la inhalación de micro-gotas suspendidas en el aire que contienen el bacilo (*Mycobacterium tuberculosis*), expulsadas por personas con TB pulmonar o de las vías respiratorias; afecta principalmente a los pulmones pero puede afectar otros órganos. Informes de la OMS muestran que es la principal causa de muerte a nivel mundial por enfermedades infecciosas.²⁸

El desarrollo de esta enfermedad se da desde la llegada de la bacteria al alveolo pulmonar donde se presenta una reacción de fagocitosis por parte de los macrófagos alveolares, Según la virulencia del bacilo puede ser destruido o pervivir dentro del macrófago y multiplicarse en su interior; los macrófagos cargados con *M. tuberculosis* emigran a través de los canales linfáticos hasta los ganglios regionales, donde exponen los antígenos bacilares al sistema inmunitario, y se da la proliferación de linfocitos T; a través de la reacción inmune se forman granulomas en los cuales los bacilos tienden a localizarse en su porción central, la cual a menudo es necrótica caseosa. Estas alteraciones estructurales causan deterioro en el intercambio gaseoso que se encuentra asociado con una deficiencia de la bomba respiratoria.²⁸

Esta enfermedad se aborda con un tratamiento farmacológico primario que tiene como objetivos interrumpir la transmisión de la tuberculosis combatiendo la

infección en los enfermos (de modo que no infecten a otros) y evitar las complicaciones y la muerte curando a los que ya tienen la enfermedad. Además una intervención mediante un programa de rehabilitación pulmonar que consta de cinco componentes (Entrenamiento físico, Educación, Nutrición, Soporte psicológico, terapia ocupacional) con un diseño individual de intervención.³⁸

3.2 Discapacidad en enfermedades pulmonares crónicas

La Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF) pretende unificar la terminología en cuanto a la salud y sus estados derivados. Así, define algunos componentes que incluyen las funciones y estructuras corporales, las deficiencias, las limitaciones en la actividad y la restricción en la participación, facilitando de esta manera conocer el estado de funcionamiento, salud y discapacidad de un individuo.³⁹

De acuerdo con estas definiciones, se plantea que la Enfermedad Pulmonar Crónica tiene un componente de deficiencia en el cual estructuras anatómicas como el pulmón, el corazón y el sistema músculo esquelético tienen una afección directa al igual que un compromiso en sus funciones; a su vez, un componente de limitación por su incapacidad para realizar actividades básicas de la vida diaria como asearse, desplazarse y caminar debido principalmente a la disnea, y una marcada *restricción* en la participación social viéndose impedido para realizar, por ejemplo, actividades recreativas o de trabajo.¹⁷ En cuanto al concepto de discapacidad, es una situación que afecta a la persona que presenta una dificultad o limitación en su actividad diaria. Esta está relacionada con el contexto sociocultural y se convierte en desventaja de acuerdo con las opciones o barreras que el entorno, la conciencia en la sociedad y el reconocimiento de las necesidades específicas de las personas con esta condición sean dadas.⁴⁰

Los pacientes con patología pulmonar crónica que ingresan a los servicios de consultas externas de rehabilitación pulmonar, presentan síntomas como disnea al esfuerzo (85%), intolerancia al ejercicio (67%), o ambas, y son las causas más discapacitantes que presentan la mayoría de los pacientes con enfermedad pulmonar crónicas (EPOC).¹⁷

La limitación a la tolerancia al ejercicio se presenta como la dificultad para mantener un determinado nivel de la actividad física. Esta limitación puede ser debido a la aparición de síntomas respiratorios y/o musculares que motiven la interrupción de la actividad sin que el paciente haya agotado su reserva cardiaca. La detención del ejercicio se produce por el agotamiento de la reserva funcional respiratoria que impide mantener un nivel de ventilación adecuado a la carga impuesta.⁴¹

Jiménez P. y colaboradores, en un estudio realizado en el año 2006, concluyeron que los pacientes con Limitación Crónica al Flujo Aéreo por secuelas de Tuberculosis pulmonar (LCFA-TB) tienen un comportamiento funcional parecido a los pacientes con EPOC, aunque por el componente restrictivo de su limitación ventilatoria presentan más polipnea y tienden a desarrollar mayor disnea con el ejercicio.⁴²

3.2.1 Valoración de la discapacidad en las enfermedades respiratorias

La prueba de esfuerzo es una herramienta útil para la evaluación de la discapacidad en las enfermedades respiratorias crónicas.⁴³ Un estudio realizado en España, muestra que las pruebas funcionales respiratorias realizadas en reposo no predicen adecuadamente la capacidad de esfuerzo, y que es necesaria la realización de un test de esfuerzo para evaluar de forma fiable la discapacidad de los enfermos con EPOC, incluso de aquellos con enfermedad de grado severo.⁴⁴

La prueba de esfuerzo presenta varias ventajas respecto al estudio funcional respiratorio convencional realizado en reposo: determinación objetiva y cuantificación de la limitación de la capacidad de esfuerzo, mayor sensibilidad para detectar anomalías sutiles en el intercambio de gases que no son aparentes en reposo e identificación de causas extra- pulmonares no sospechadas que limiten la tolerancia al esfuerzo.⁴⁵

3.2.2 Repercusión sobre las AVD en el paciente con enfermedad pulmonar crónica

En los pacientes con EPOC el compromiso en el desempeño de las AVD es un denominador común y ha sido relacionado con el desacondicionamiento físico y con la disnea. Lo anterior ocasiona escasa participación social, e influye negativamente en la recuperación traduciéndose en una pobre calidad de vida en el paciente y en la familia.⁷⁹

Las actividades de la vida diaria (AVD) se definen como tareas del desempeño ocupacional que una persona lleva a cabo todos los días para su autocuidado o como adjuntas a las tareas de su función⁴⁶, están relacionadas con lo familiar, diario, cotidiano, con las necesidades humanas, con la independencia y con el uso del tiempo. Las AVD se dividen en básicas o de auto-cuidado, todas aquellas que se realizan automáticamente en la vida cotidiana y que todo ser humano realiza durante el día (higiene personal, bañarse, vestirse, comer, poner de pie y caminar), y las AVD instrumentales, las cuales son actividades más complejas que exigen mayor independencia funcional (cocina, utensilios de guardar en los armarios, poner en orden la cocina y lavar la ropa).⁴⁷

Los pacientes con EPOC presentan limitación durante la realización de las AVD, los cuales suelen quejarse de un grado desproporcionado de la fatiga al realizar actividades cotidianas. En actividades tales como "atarse los zapatos" y "peinarse" se ha demostrado que los pacientes desarrollan un patrón de respiración irregular, superficial y rápida durante la realización, y después una respiración rápida y profunda. Después del ejercicio se produce un patrón con respiración rápida, superficial e ineficaz debido a la flexión del tronco y los miembros superiores en las actividades evaluadas, dando lugar a una hiperventilación compensatoria tras finalizar las tareas.⁴⁸

En la literatura se encuentran escasas escalas para medir la disnea durante las AVD. Garrod y cols¹⁸ diseñaron y validaron un cuestionario sencillo y estandarizado que evalúa la percepción de disnea durante las actividades de la vida diaria en pacientes con EPOC que recibe el nombre de London Chest Activity of Daily Living (LCADL) consta de 15 preguntas distribuidas en 4 subdimensiones (Autocuidado, Domésticas, Físicas y ocio/tiempo libre), en su estudio concluyeron que el LCADL es una medida válida que demuestra un alto grado de consistencia interna para realizar dicha medición.

Vilaró y cols⁴¹ en el 2007 realizan un estudio en 55 pacientes con el objetivo de desarrollar las versiones españolas de la LCADL y del Baecke modificado y evaluar la fiabilidad y validez de ambos utilizando los parámetros de evaluación clínica convencional de los pacientes con EPOC. Concluyen que las versiones españolas de los cuestionarios de actividad física evaluados son fiables y ambas presentan la asociación esperada con la calidad de vida, el índice de disnea y la tolerancia al ejercicio, lo que refleja su validez. Recomiendan la utilización complementaria de estos cuestionarios para la evaluación de la actividad física en pacientes con EPOC en ausencia de mediciones objetivas de esta variable.

3.3 Rehabilitación pulmonar (RP)

3.3.1 Definición

“La RP comienza a practicarse a finales del siglo pasado para tratar a los pacientes tuberculosos, pero su desarrollo científico ha tenido lugar en los últimos treinta años”.⁴⁹

A través del tiempo se han utilizado varias definiciones de la rehabilitación pulmonar, al final todas buscan un mismo objetivo: lograr la máxima capacidad funcional del paciente. Teniendo en cuenta esto, la ATS y la ERS se reunieron para adaptar una definición unánime en el 2006: “la rehabilitación pulmonar es una intervención comprensiva, multidisciplinaria, basada en la evidencia, para

pacientes con enfermedad respiratoria crónica quienes son sintomáticos y han disminuido sus actividades de la vida diaria”.^{8, 50}

3.3.2 Componentes de la rehabilitación pulmonar

3.3.2.1 Educación

El abordaje educativo en el proceso de rehabilitación pulmonar exige una integración multidisciplinar, Álvarez¹⁹ declara “Se entiende que un enfermo educado en esta materia participa mejor del programa y se compromete, teniendo mayor adhesión al mismo, porque comprende mejor los cambios físicos y psicológicos que padece como paciente crónico”. Es conveniente que los familiares más cercanos asistan a las sesiones de educación, ya que esta ayuda a que el paciente se adhiera al programa.²⁷

La totalidad de los pacientes que participan de un programa de rehabilitación pulmonar deberían de recibir educación para aumentar la cantidad de conocimientos que tienen sobre la enfermedad que padecen, sobre los aspectos de nutrición, la importancia de la realización de ejercicio y como preservar una buena salud; también entender el tratamiento que están recibiendo en el programa de rehabilitación pulmonar, que es un programa de rehabilitación pulmonar, con esto queriendo mejorar la adherencia a la medicación, oxigenoterapia y disminuir o eliminar los hábitos de vida poco. En la actualidad hay suficiente evidencia que demuestra que los pacientes que han recibido educación tienen un mejor comportamiento frente a su enfermedad.⁵¹

3.3.2.2 Entrenamiento

El entrenamiento es un componente esencial de la rehabilitación pulmonar, en el que se realizan varios tipos de ejercicio, entre los cuales se encuentra el ejercicio de resistencia o aeróbico con el cual se trabajan con cargas relativamente bajas y con esquemas de tiempos más prolongados y muchas repeticiones, con este tipo de ejercicio se trabajan varios grupos musculares; y además de que tiene como punto final mejorar en la funcionalidad de las AVD. Sin embargo el entrenamiento de fuerza en los pacientes que sufren de EPOC se ha utilizado poco hasta el momento por la posible intolerancia y las posibles complicaciones; aunque en algunos estudios se han descrito mejorías del metabolismo oxidativo, con aumento de capilares por fibra muscular. Por lo tanto resulta interesante en los programas de rehabilitación pulmonar poder desarrollar este tipo de entrenamiento ya que se encuentra un déficit en los ejercicios dirigidos a aumentar de masa muscular y fuerza. El objetivo con estos tipos de ejercicios es lograr cambios estructurales y adaptaciones fisiológicas de la musculatura, que mejoran la capacidad para una actividad más intensa.¹⁹

Según criterios de medicina basada en la evidencia (MBE), se encuentra evidencia alta (tipo A) en la mejoría de la disnea y de la tolerancia al ejercicio tras el entrenamiento de miembros inferiores. Presenta evidencia moderada (tipo B) para la mejoría en la calidad de vida, y el entrenamiento de los miembros superiores presenta (tipo B); los autores de varios artículos que hacen parte de un meta análisis aconsejan valorar la incorporación de el entrenamiento de miembros superiores en los programas de rehabilitación pulmonar.⁵²

3.2.2.2.1 Entrenamiento Muscular

El entrenamiento muscular es un ejercicio que intenta desarrollar habilidades específicas en los músculos con la intención de conseguir mejorar y/o mantener el máximo potencial en un momento determinado.

- **Entrenamiento de fuerza**

Se define como la aplicación de una carga de ejercicio por encima del 50% de la capacidad de trabajo de pico, con el fin de mejorar la fuerza muscular. Es una modalidad de ejercicio que involucra la aplicación de una resistencia externa a un grupo particular de músculos con el fin de aumentar el área de sección transversal y la medida de fuerza.⁵⁷ Existen distintos tipos de entrenamiento de fuerza:

- Fuerza máxima: Máxima contracción muscular voluntaria de la que las personas son capaz; requiere una total movilización de su sistema neuromuscular. No se debe confundir con la fuerza absoluta que es la posibilidad de reserva del sistema neuromuscular que solo se produce con acciones externas (electroestimulación) pero no voluntarias.
- Fuerza potencia: Capacidad neuromuscular para lograr altos índices de fuerza en el menor tiempo posible. Capacidad de vencer la fatiga, realizar un gran número de repeticiones de los movimientos o una ampliación prolongada de la fuerza en condiciones de contracción o una resistencia externa para un mejor desarrollo en el ejercicio.
- La fuerza resistencia se caracteriza por la capacidad motriz para mantener las contracciones musculares durante un tiempo prolongado y a su vez sin una disminución del rendimiento de trabajo.

Este último actualmente se propone como una herramienta para el entrenamiento muscular en los programas de rehabilitación pulmonar, ya que permite contracciones musculares durante un tiempo prolongado (resistencia a la fatiga) y a su vez mejora el rendimiento durante el trabajo.

3.3.2.3 Entrenamiento cardiovascular

En el proceso de entrenamiento cardiovascular se involucra la musculatura de miembros superiores, inferiores y musculatura ventilatoria. Para que el entrenamiento muscular sea eficaz y se obtengan los beneficios esperados es indispensable que se cumplan tres requisitos fundamentales: una intensidad de trabajo suficiente, una frecuencia de entrenamiento adecuada y una duración de las sesiones y del programa preestablecida.¹⁹

3.3.2.4 Técnicas respiratorias

Dentro de los programas de rehabilitación pulmonar se realiza técnicas respiratorias con el fin de mejorar el patrón respiratorio favoreciendo mejoría de la ventilación global y regional, del intercambio gaseoso, la función de la musculatura respiratoria, la disnea y la percepción del ejercicio; estas técnicas ayudan a prevenir el colapso de la vía aérea, a disminuir la frecuencia respiratoria y la magnitud de la disnea, además mejora el volumen corriente y la saturación arterial de oxígeno; la técnica más utilizada es la respiración con labios fruncidos.⁵³

3.3.2.5 Apoyo nutricional

Debido a la presencia de hipoxia no solo en la musculatura sino también en tracto digestivo, provocando saciedad precoz. Los pacientes que sufren de EPOC tienden a desarrollar adaptaciones metabólicas que por el poco consumo de energía se vuelve un círculo el cual hay que romper con la realización de una valoración de su estado nutricional y se decida optimizar sus cuidados nutricionales de forma individualizada atendiendo las necesidades de cada paciente y la situación clínica concreta en la que se encuentra.¹⁹

3.3.2.6 Apoyo psicosocial

En los programas de educación que hacen parte de la rehabilitación pulmonar es común encontrar pacientes con EPOC que pueden estar presentando episodios de depresión, ansiedad, que de una forma directa están influyendo en que la morbilidad aumente. Estos programas deben de ayudar a identificar este tipo de falencias y utilizar diferentes técnicas para controlar los problemas psicológicos.¹⁹

3.4 Entrenamiento de miembros superiores en rehabilitación pulmonar

En los pacientes con EPOC está comprometida la funcionalidad del diafragma, llevando a una limitación ventilatoria que puede determinar una restricción progresiva en las actividades realizadas con los miembros superiores, debido a la participación de una serie de músculos que tienen competencias durante la inspiración y a la vez en la cintura escapular.²³ Además, los músculos que mueven los brazos y estabilizan el tronco se unen a la caja torácica, esto aumenta la

impedancia de la pared torácica, que limita la capacidad de aumentar el volumen corriente en las actividades que involucren el miembro superior.⁵⁴

Por lo tanto, la recuperación de la capacidad de los miembros superiores es probablemente tan importante como la recuperación de la capacidad funcional de los miembros inferiores para esta población.⁵⁵ Con el entrenamiento se somete al organismo a un nivel de trabajo con una intensidad, frecuencia y duración determinadas. Los efectos del entrenamiento dependerán en su magnitud de los grupos musculares sobre los que se actúe.¹¹

En la literatura, se describen diferentes tipos de entrenamientos aplicados a pacientes en un programa de rehabilitación pulmonar: *entrenamiento de fuerza*, que consiste en trabajar grupos musculares contra alguna resistencia externa utilizando elementos como pesas o bandas elásticas, con el objetivo de mejorar principalmente el rendimiento de las fibras musculares tipo II, especialmente afectadas por el desacondicionamiento; *entrenamiento de resistencia aeróbica* con el ergómetro de brazos, para mejorar principalmente el sistema cardiovascular; y *entrenamientos combinados* que incluyen los dos tipos mencionados anteriormente. La intensidad puede ser continua o intermitente, lo interesante de esta última es que guarda semejanza con la exigencia impuesta por las actividades de la vida diaria.³⁸

Con respecto a las formas de entrenamiento de MMSS, Martínez y cols⁵⁶, en un estudio aleatorizado que incluyeron 35 pacientes con EPOC grave que entraron en un programa de rehabilitación pulmonar de 10 semanas de duración, se asignaron los sujetos a un grupo que realiza entrenamiento *sin apoyo* con pesas (n=18) comparado con el entrenamiento *con apoyo* con cicloergómetro de brazos (n=17). Ellos encontraron que el entrenamiento de miembros superiores sin apoyo ofrece mejores resultados fisiológicos (aumento de la resistencia y disminución del costo metabólico) y mejoría de la calidad de vida comparado con el entrenamiento con soporte (cicloergómetro).

En miembros superiores se especifica si se apoya o no la extremidad, en la primera se utiliza ergómetro y la segunda theraband o pesas libres, esta última tiene mayor relación con las actividades de la vida diaria. En un entrenamiento combinado, existe una disminución de la demanda metabólica y ventilatoria, una reducción de la disnea y el esfuerzo del brazo durante las tareas del miembro superior⁵⁷, además la función circulatorio central mejora.⁵⁸ Entre los beneficios se contribuye a los pacientes una mejoría en la tolerancia al ejercicio, mayor eficiencia mecánica, aumento en la fuerza muscular y en la capacidad oxidativa y adaptaciones en el patrón respiratorio.⁵⁹

La literatura apoya la utilidad del entrenamiento de los miembros superiores los pacientes. Wilches y cols, en un paciente con secuelas de tuberculosis multirresistente, tras haber culminado el proceso de rehabilitación pulmonar,

informan que la fuerza global en la musculatura de los miembros superiores aumentó de grado 3 a 4, según la escala de Daniels, que va desde el grado 0 al 5 (3 el movimiento puede vencer la acción a la gravedad y grado 4 movimiento en contra de la gravedad con resistencia parcial).⁶⁰

3.4.1 Entrenamiento de fuerza

El entrenamiento de fuerza en miembros superiores, se define como la aplicación de una carga de ejercicio por encima del 50% de la capacidad de trabajo de pico, con el fin de mejorar la capacidad aeróbica. Es una modalidad de ejercicio que involucra la aplicación de una resistencia externa a un grupo particular de músculos con el fin de aumentar el área de sección transversal y la medida de fuerza.⁵⁷ En un estudio con pacientes con enfermedad pulmonar restrictiva, el entrenamiento de fuerza física para los músculos periféricos del miembro superior comenzó en el 60% y se incrementó progresivamente hasta un 80% de una repetición máxima (1RM). Los sujetos mejoraron su capacidad de ejercicio, la fuerza muscular, y la calidad de vida.⁶¹

3.5 Facilitación Neuromuscular Propioceptiva⁶²

Los pacientes con EPC pueden beneficiarse de los ejercicios de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP), principalmente de Miembros Superiores (MMSS). La FNP es un concepto de tratamiento; su filosofía fundamental es que todos los seres humanos, incluyendo aquellos con discapacidades, tienen un potencial real sin explotar. (Kabat 1950).

La FNP asignó la máxima importancia a la aplicación de una resistencia a través de toda la trayectoria del movimiento, empleando muchas combinaciones de movimientos que permiten dos acciones en los componentes musculares, de modo que estas acciones se manifiesten en dos o más articulaciones.

Las técnicas emplean contracciones musculares concéntricas, excéntricas y estáticas. Estas contracciones musculares con la resistencia correctamente graduada y los procedimientos facilitadores adecuados, se combinan y adaptan para ajustarse a las necesidades de cada paciente. Para cumplir sus objetivos terapéuticos, la técnica utiliza unos procedimientos básicos los cuales se complementan en relación a sus efectos, y se pueden utilizar para tratar pacientes con cualquier diagnóstico o enfermedad, aunque el estado del paciente pueda excluir el uso de alguno de ellos. Dentro de estos procedimientos básicos encontramos los Patrones, los cuales son movimientos sinérgicos en masa, es decir, los componentes del movimiento funcional normal.

Estos patrones están compuestos por movimientos en masa de las extremidades y los músculos sinergistas del tronco, combinando el movimiento en tres planos, sagital, frontal y transversal; generando un movimiento en diagonal. El miembro superior tiene dos Diagonales (D), cada una con un componente flexor y otro extensor (D1: Flexión-aducción-rotación externa y extensión-abducción-rotación interna, tabla 2-3, y D2: Flexión-abducción-rotación externa y extensión-aducción-rotación interna, tabla 4-5). En estos movimientos se involucran músculos específicos dependiendo de la diagonal, flexora o extensora, utilizada

Los patrones de FNP se emplean como movimiento activo libre, movimiento activo guiado o movimiento resistido, según las indicaciones para el ejercicio; este tipo de ejercicio puede ser beneficioso para los pacientes con obstrucción crónica al flujo aéreo ya que simula los movimientos del MMSS en la mayoría de las actividades de la vida diaria, los cuales por ser movimientos por encima de la horizontal, generan mayor requerimiento metabólico y ventilatorio.

Tabla 2. Músculos que intervienen en la diagonal I flexora (flexión-aducción-rotación externa)		
Articulación	Movimiento	Músculos: principales componentes (Kendall y McCreary 1893)
Escapula	Elevación anterior	Serrato anterior (superior), trapecio
Hombro	Flexión, aducción, rotación externa	Pectoral mayor (superior), deltoides (anterior), bíceps, coracobraquial.
Codo	Extendido (posición mantenida)	Tríceps, anconeo.
Antebrazo	Supinación	Braquiorradial, supinador
Muñeca	Flexión hacia el lado radial	Flexor radial del carpo
Dedos	Flexión, desviación radial	Flexor de los dedos superficial y profundo), lumbricales, interóseos
Pulgar	Flexión, aducción, oposición	Flexor del pulgar (largo y corto), aductor del pulgar, oponente del pulgar

Tabla 3. Músculos que intervienen en la diagonal I extensora (extensión-abducción-rotación interna)		
Articulación	Movimiento	Músculos: principales componentes (Kendall y McCreary 1983)
Escápula	Descenso posterior	Romboides
Hombro	Extensión, abducción, rotación interna	Dorsal ancho, deltoides (medio, posterior), tríceps, redondo mayor, subscapular
Codo	Extensión	Tríceps, anconeo
Antebrazo	Pronación	Braquiorradial, pronador (redondo y cuadrado)
Muñeca	Extensión hacia el lado cubital	Extensor cubital del carpo
Dedos	Extensión, desviación cubital	Extensor largo de los dedos, lumbricales, interóseos
Pulgar	Abducción, extensión	Abductor del pulgar (corto), extensor del pulgar.

Tabla 4. Músculos que intervienen en la diagonal II extensora (extensión-aducción-rotación interna)		
Articulación	Movimiento	Músculos principales componentes (Kendal y McCreary)
Escápula	Descenso anterior	Serrato anterior (inferior), pectoral menor, romboides.
Hombro	Extensión, aducción, rotación externa.	Pectoral mayor, terete menor, subescapular
Codo	Extendido (posición mantenida)	Tríceps, ancóneo
Antebrazo	Pronación	Braquiorradial, pronador (terete y cuadrado)
Muñeca	Flexión hacia el lado ulnar	Flexor ulnar del carpo
Dedos	Flexión, desviación ulnar	Flexor de los dedos (superficial y profundo), lumbricales, interóseos
Pulgar	Flexión, aducción y oposición	Flexor del pulgar (largo y corto), aductor del pulgar y oponente del pulgar

Tabla 5. Músculos que intervienen en la diagonal II flexora (flexión-abducción- rotación externa)		
Articulación	Movimiento	Músculos principales componentes (Kendal y McCreary)
Escápula	Elevación posterior	Trapezio, elevador de la Escápula, serrato anterior
Hombro	Flexión, abducción, rotación externa	Deltoides (anterior), bíceps (cabeza larga), coracobraquial, supraespinoso, infraespinoso, terete menor
Codo	Extendido (posición mantenida)	Tríceps, ancóneo
Antebrazo	Supinación	Bíceps, braquiorradial, supinador
Muñeca	Extensión hacia el lado radial	Extensor radial del carpo, interóseos.
Dedos	Extensión, desviación radial	Extensor largo de los dedos, interóseos.
Pulgar	Extensión, abducción	Extensor del pulgar (largo y corto), abductor largo del pulgar

3.6 Descripción del Programa de Rehabilitación Pulmonar (PRP) de una E.S.E nivel III⁶³

El PRP, funciona alrededor de tres ejes: asistencia, docencia e investigación. Se encuentra apoyado por las actividades didácticas y de práctica supervisada de los estudiantes de pre y posgrado de Fisioterapia y Medicina de la Universidad del Valle. Cuenta con un equipo multidisciplinario conformado por un neumólogo, cuatro fisioterapeutas especialistas y un grupo de apoyo conformado por una psicóloga, nutricionista, médico fisiatra y terapeuta ocupacional. Este equipo tiene entrenamiento y/o experiencia en el manejo del paciente con enfermedad respiratoria crónica.

Los criterios de inclusión de los pacientes candidatos al PRP se pueden resumir de la siguiente forma: Paciente con enfermedad respiratoria crónica y sintomática, fundamentalmente con disnea, no fumador o incluido dentro de un programa de cese de tabaquismo con ánimo de colaboración y con capacidad de comprensión. Todos los pacientes deben firmar el consentimiento informado definido por la Institución. Para efectos prácticos el programa se ha dividido en dos fases:

Fase 1: Se confirma el diagnóstico, se determinan la severidad de los síntomas e identifica el impacto de la enfermedad sobre la calidad de vida, a través de una evaluación inicial integral. Se determina el punto de partida para evaluar posteriormente los logros o dificultades del paciente dentro del programa. Los objetivos están encaminados a: Evaluar al paciente de forma individual, educar al paciente y a la familia, enseñar y promover técnicas de conversación de energía y realizar ejercicios de bajo impacto.

Fase 2: Inicio del programa de ejercicio de acondicionamiento individualizado con el entrenamiento físico general. Se busca acondicionamiento muscular y una mejor adaptación cardiovascular y respiratoria para un mismo nivel de trabajo. Cada sesión esta compuesta por: a) ejercicios de MMII con bicicleta estática, banda sin fin o Step b) ejercicios de fortalecimiento de la musculatura de los MMSS con ergómetro, pesas y/o therabands siguiendo patrones funcionales (PNF), c) estiramientos globales y ejercicios de relajación. Durante el entrenamiento, en los pacientes se ajusta el flujo para mantener SpO2 superior al 88-89 %.

El programa consta de 24 sesiones distribuidas en 8 o 12 semanas, con una frecuencia de dos a tres veces por semana, una hora diaria. El apoyo psicológico y de nutrición se realiza por interconsulta. Las actividades educativas se desarrollan a lo largo de las ocho semanas. Al terminar las sesiones, el paciente es instruido para continuar en forma auto controlada, pero el equipo decide si el paciente requiere algunos reforzamientos o intervenciones.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Describir el efecto de la adición de un protocolo de entrenamiento de fuerza y resistencia muscular para miembros superiores en la percepción de disnea en la realización de las actividades de la vida diaria (AVD) en pacientes con enfermedades pulmonares crónicas que asisten al programa de rehabilitación pulmonar de la E.S.E nivel III de Santiago de Cali.

4.2 Objetivo específicos

Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes que acuden al programa de rehabilitación pulmonar de la E.S.E nivel III de Santiago de Cali.

Determinar la diferencia entre la carga de entrenamiento para miembros superiores de los pacientes que reciben intervención estándar en el programa de rehabilitación pulmonar y los que tienen la adición del protocolo de entrenamiento de fuerza y resistencia muscular para miembros superiores.

Determinar la puntuación de la percepción de disnea en las actividades de la vida diaria, medida con el cuestionario London Chest, en pacientes que reciben intervención estándar en el programa de rehabilitación pulmonar y los que tienen la adición de un protocolo de entrenamiento de fuerza y resistencia para miembros superiores.

5. METODOLOGÍA

5.1 Diseño o tipo de estudio

Este estudio es una serie de casos, con pre y post prueba a una intervención. Se compara el entrenamiento de miembros superiores que incluye la adición de un protocolo de fuerza (PEMS) y resistencia muscular vs. el entrenamiento estándar del programa de rehabilitación pulmonar de una Empresa Social del Estado (E.S.E) nivel III de Santiago de Cali.

5.2 Población

La población definida para este estudio correspondió a 30 pacientes con diagnóstico de Enfermedad Pulmonar Crónica (EPC) estable, de ambos sexos, mayores de edad y sin distinción de grupo étnico, que asistieron al programa de rehabilitación pulmonar de la E.S.E nivel III de Santiago de Cali en el periodo de tiempo de diciembre de 2011 a marzo de 2012

5.3 Muestra

La muestra fue de siete pacientes seleccionados por conveniencia a medida que ingresaban al programa de rehabilitación pulmonar, con diagnóstico de EPC, quienes cumplieron los criterios de inclusión y aprobaron su participación en el estudio (Figura 1). La asignación de los individuos al grupo con entrenamiento estándar y con la aplicación del PEMS también fue por conveniencia.

Criterios de Inclusión

- Pacientes que recibieron la autorización de las sesiones de rehabilitación pulmonar para la E.S.E nivel III de Santiago de Cali.
- Pacientes que cumplieron con los criterios de ingreso al programa de rehabilitación pulmonar, según la Guía de Manejo de Rehabilitación Pulmonar de la UMFR de la E.S.E nivel III GI/SSS/UMFR/035.
- Pacientes con diagnóstico médico de enfermedad pulmonar crónica estable, según la Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD 2011): sin variación en la disnea, la tos y el esputo que presenta día a día.⁶²
- Pacientes con edades entre 18 y 80 años.
- Pacientes que aceptaron participar en el estudio y firmar el consentimiento informado.

Criterios de Exclusión

- Pacientes con dificultad para seguir órdenes y trastornos neurológicos.
- Pacientes que tenían lesión y/o alteración musculoesquelética de miembros superiores que limite su movilidad.
- Pacientes que utilizaban prótesis en miembros superiores y les dificultaba realizar las actividades requeridas.

Criterios de abandono

- Exacerbación²⁷ de la enfermedad pulmonar crónica que impidió la continuidad del entrenamiento, máximo 4 sesiones.
- Cambio de IPS por parte de la EPS al realizar nueva solicitud de la autorización de rehabilitación pulmonar para continuar las sesiones programadas.
- Decisión propia del participante de no continuar en el estudio.

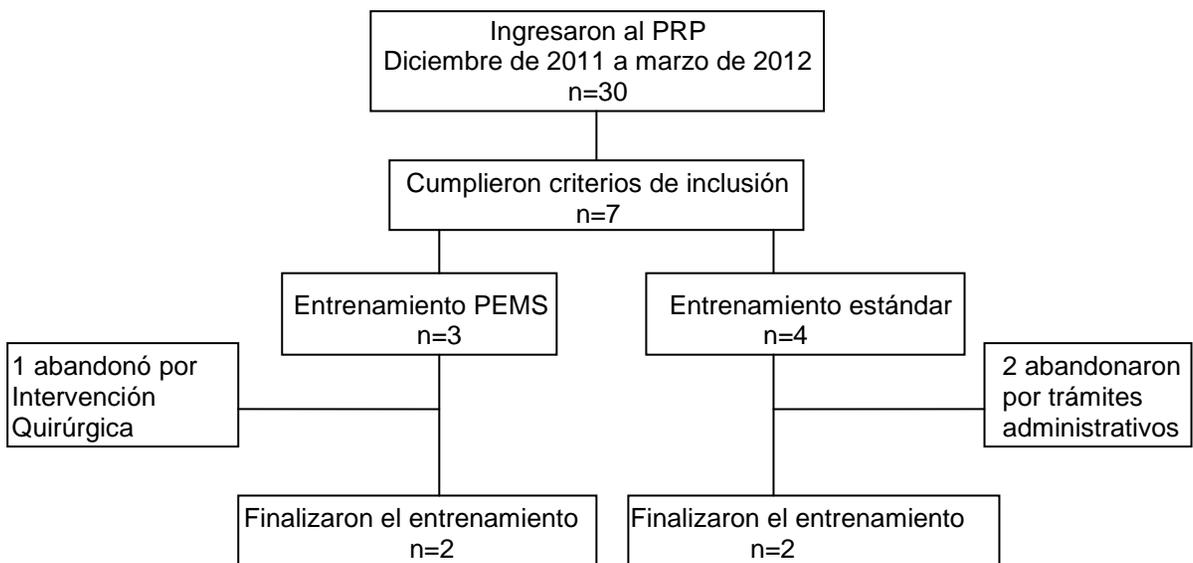


Figura 1. Flujograma de la muestra

5.4 Aspectos éticos

De acuerdo a la Resolución nº 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio De Salud, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, el estudio fue clasificado como una investigación con riesgo mayor que el mínimo porque utilizó técnicas y métodos de esquemas terapéuticos.

Por medio del acta de aprobación N° 020-011 expedida por el Comité de Ética de la Universidad del Valle (Anexo 1) se avaló el desarrollo del estudio.

Para la American Thoracic Society (ATS) y la European Respiratory Society (ERS)⁸ los posibles riesgos a aparecer durante el entrenamiento físico son: disnea, fatiga, síncope, paro respiratorio o muerte súbita. Para disminuir los riesgos se contó con todas las ayudas y asistencias técnicas necesarias como el soporte de oxígeno, telemetría inalámbrica (Monitor de Telemetría® NIHON KOHDEN WEP-4208J) y con el equipo de código azul, de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación de la empresa social del estado (E.S.E), para solventar las eventualidades que se hubieran podido presentar con los pacientes.

Se leyó el consentimiento informado (Anexo 2) a cada una de las personas que participaron en el estudio, se realizó la explicación de todos y cada uno de los beneficios y procedimientos a los cuales estarían expuestos, como también que la información generada sería estrictamente confidencial, se mantendría su privacidad y no sería identificado en ninguna publicación. Posteriormente, a los pacientes que aceptaron participar en el estudio, se les solicitó la firma del consentimiento y se hizo entrega de una copia de este.

5.5 Materiales e instrumentos

Los materiales que se utilizaron para el desarrollo de este estudio fueron: Monitor de telemetría (NIHON KOHDEN WEP-4208J), Mancuerna multipeso LDM2 (Anexo 4), Formato de evaluación y entrenamiento para miembros superiores (Anexo 6), Formato London Chest Activity of Daily Living (LCADL) (Anexo 7), oxígeno de pared, Sillas Cronómetro y computador.

A continuación se explican los Instrumentos utilizados en este estudio:

- Protocolo de Evaluación (PEMS) del porcentaje de fuerza muscular máxima y la carga de entrenamiento para miembros superiores ¹¹ (Anexo 3)

El protocolo aplicado en el estudio, fue el diseñado por Obregón y cols, consta de una prueba para evaluar el porcentaje de la fuerza muscular de los miembros superiores, en pacientes con enfermedad pulmonar crónica, a través del test de predicción de 1 Repetición Máxima (1RM). La cual es una prueba de campo que evalúa la fuerza muscular máxima, levantando un peso determinado entre 7 y 10 veces en un movimiento específico, lenta y controladamente. Se definió el uso de las diagonales I y II de miembros superiores de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva, las cuales simulan los movimientos realizados durante las actividades de la vida diaria.

Para determinar el porcentaje de fuerza muscular máxima se utilizó una ecuación formulada por Brzycki (1993), la cual predice 1RM mediante el peso alcanzado y el número de repeticiones realizadas, a través del PEMS. Esta fórmula es válida para predecir 1RM solamente cuando el número de repeticiones es menor de 10. A partir de este resultado, se realizó el cálculo de la carga de entrenamiento que podían trabajar del 40 al 80%.

- Unsupported Upper Limb Exercise test (UULEX)⁶⁴ modificado (Anexo 5)

Es una prueba limitada por los síntomas. Consta de un tablero con ocho barras (niveles) horizontales de 84 cm de longitud y 8 cm de ancho, separadas 15 cm entre los centros de las barras, ajustado al nivel de las rodillas de cada paciente, quien debe estar sentado con los pies apoyados sobre el piso formando un ángulo de 90° (cadera-rodilla). Comienza con 2 minutos de calentamiento llegando hasta el primer nivel de la prueba, luego avanza a cada nivel con 1 minuto de descanso entre estos. Se contabiliza el número de repeticiones realizadas en cada nivel y registraban los síntomas que refiera el paciente.

- Cuestionario London Chest Activity of Daily Living (LCADL)⁶⁵ (Anexo 7)

La LCADL es un cuestionario específico para pacientes con enfermedad pulmonar crónica que evalúa la percepción de la dificultad respiratoria durante las AVD. Ha demostrado una estrecha relación con el grado de disnea percibida mediante la escala del Medical Research Council (MRC) y una elevada sensibilidad para detectar los cambios globales después de un programa de rehabilitación pulmonar.

Se compone de 15 ítems que miden el grado de disnea percibida durante las AVD. Consta de 4 subdimensiones o escalas: autocuidado, actividades domésticas, actividades físicas y actividades de ocio. Se evalúa a los pacientes a través de una escala numerada del 0 al 5, donde 0 corresponde a «Yo no lo haría de ninguna manera (nunca he realizado esta tarea)» y 5, a «Necesito que otra persona lo haga por mí (no puedo hacerlo)»; se obtienen puntuaciones independientes para cada una de las 4 subescalas y una puntuación total.

La suma de las puntuaciones obtenidas (extremos teóricos de 0 a 75) determina el grado de afectación, siendo los valores más elevados los que representan mayor sensación de disnea durante la realización de las AVD. El tiempo necesario para responder es aproximadamente de 10 min.

- Escala visual análoga del dolor⁶⁶

Es una escala que hace referencia a la intensidad del dolor que padece el paciente; el valor de la escala refleja de forma fiable la intensidad del dolor y su evolución a lo largo del tiempo. El dolor es siempre subjetivo; la escala visual

análoga permite una determinación consistente en esa subjetividad, pero no compara las subjetividades de distintas personas. La puntuación es de 0 a 10 ubicada en una línea horizontal, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas de un síntoma, en el izquierdo se ubica la ausencia de dolor y en el derecho el mayor dolor imaginable. Se pidió a los sujetos que indicaran la intensidad del dolor en los miembros superiores que pudo generarse durante la evaluación de la fuerza o resistencia.

- Escala de Borg Modificada⁶⁷

Es una escala verbal de intensidad creciente, asociada a una escala numérica desde 0 (sin disnea) hasta 10 (disnea muy muy severa), la cual permite identificar la percepción de disnea durante una actividad. La escala de Borg, respeta el aspecto de las percepciones corporales en función de un estímulo y, por tanto, es más apropiada para los estudios comparativos. Se pidió a los sujetos que indicaran la percepción de disnea en reposo y al final de la evaluación de la fuerza o resistencia en los miembros superiores.

5.6 Procedimientos

Los procedimientos de este estudio se dividieron en cuatro fases, ordenadas de acuerdo a los pasos lógicos a seguir dentro del desarrollo de la obtención de los datos requeridos.

5.6.1 Preparación para el estudio

Se solicitó el aval del comité técnico científico de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación (UMFR) de la E.S.E nivel III de Santiago de Cali para la realización de la investigación y poder tener acceso a los pacientes e instalaciones del programa de rehabilitación pulmonar. Posteriormente se obtuvo el aval del Comité de Ética de la Universidad del Valle

Se realizaron visitas de reconocimiento al programa de rehabilitación pulmonar y se concertaron reuniones con el equipo de profesionales para explicar el proyecto, resolver dudas y recibir sugerencias.

Para el desarrollo de este estudio, los 3 investigadores realizaron un entrenamiento de dos días, con 2 de las autoras del protocolo de evaluación y entrenamiento de fuerza en miembros superiores (PEMS) y de entrenamiento de resistencia con el UULEX.

5.6.2 Selección, Diseño y ajuste de instrumentos de recolección de la información

Con el fin de registrar los datos del estudio se diseñaron dos formatos, cuya aplicabilidad fue evaluada por una prueba piloto.

- Formato de evaluación y entrenamiento para miembros superiores: este se diseñó de acuerdo a las variables del estudio para evaluación y entrenamiento de miembros superiores, este incluía: datos demográficos, PEMS, EMS, UULEX y las tablas para consignar los signos vitales, disnea y dolor (Anexo 6)
- Formato de puntuación de London Chest Activity of Daily Living: en este se registró las puntuaciones inicial y final, obtenidas en cada uno de los subdominios del cuestionario. No requirió modificaciones. (Anexo 7)

5.6.2.1 Prueba piloto

En el mes de diciembre de 2011, con la finalidad de determinar la aceptabilidad y facilidad de los investigadores en el manejo del protocolo de evaluación (PEMS) y de entrenamiento de fuerza y resistencia, se realizó una prueba piloto en dos sujetos de 70 y 72 años con diagnóstico de EPOC, los cuales no fueron incluidos en la muestra, pero tenían características similares a la misma.

Con base en los resultados de la prueba piloto, los investigadores identificaron la necesidad de unificar la información del estudio en un solo documento llamado **FORMATO DE EVALUACIÓN/ENTRENAMIENTO DE MIEMBROS SUPERIORES**, que incluía todas las variables. Además, se anexó una casilla para consignar la carga predicha y la carga real de entrenamiento de fuerza de los pacientes; como también, una tabla con los 8 niveles del tablero del UULEX y las repeticiones hechas en cada una de estas, con su respectiva tabla de registro de signos vitales, dolor y disnea.

La prueba piloto también permitió evaluar la adaptabilidad de los pacientes al uso de la mancuerna multipeso (LDM2). Se contó con el acompañamiento del diseñador de la LDM2. Los resultados de la prueba piloto, permitieron el mejoramiento del mecanismo de aumento/reducción de pesos con el fin de facilitar y agilizar este proceso, cambiándolo por un sistema giratorio que facilita agregar o quitar carga a la mancuerna.

Para facilitar la identificación de las cargas, se pintaron las barras que componen la mancuerna con dos colores para diferenciar el peso de cada una de estas. La mancuerna fue calibrada con una gramera digital (@SF-400), verificando la exactitud del peso de cada una de las barras.

5.6.3 Recolección de datos

Se realizaron visitas al programa de Rehabilitación Pulmonar de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación de la E.S.E para el reclutamiento de los pacientes de acuerdo a los criterios de inclusión. En la tabla 6 se describe la distribución de las 24 sesiones autorizadas.

ITEM	Grupo PEMS (sesiones)	Grupo estándar (sesiones)
Evaluación fisioterapéutica cardiopulmonar inicial	1	1
Test de caminata de 6 minutos	2	2
Test de evaluación con el PEMS, el UULEX y LCADL	2	2
Sesiones de entrenamiento de MMSS	19	19

A los pacientes que aceptaron la participación en el estudio, se les realizó una evaluación al inicio y al final del programa de rehabilitación pulmonar para hallar los resultados obtenidos en la fuerza muscular, la resistencia y la percepción de disnea en las actividades de la vida diaria (AVD), con la mancuerna multipeso en el test de fuerza de 1RM, el tablero UULEX y el cuestionario LCADL, respectivamente. La información de las características sociodemográficas y clínicas se obtuvo mediante la revisión de la historia clínica y entrevista a los sujetos.

El entrenamiento con el PEMS incluyó un método de entrenamiento de la fuerza muscular con mancuernas en las diagonales 1 y 2 de la técnica de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) para miembros superiores. Para la prescripción de la carga, se utilizó la medida de 1RM con una progresión del 40% hasta el 80% de la medición inicial, en 3 series de 10 a 15 repeticiones y una frecuencia entre dos y tres veces por semana. El entrenamiento de resistencia muscular se realizó con el UULEX modificado por Obregón y cols, con una frecuencia de entrenamiento de dos veces por semana. La duración del entrenamiento fue de 19 sesiones.

El entrenamiento estándar era el establecido en el protocolo del programa de rehabilitación pulmonar, dirigido y prescrito por los fisioterapeutas asistenciales. Tenía una frecuencia de dos veces por semana, con una progresión de la carga de 1 a 4 libras utilizando mancuernas, en 3 series de 12 repeticiones en las diagonales I y II para miembros superiores de FNP.

5.6.4 Análisis de datos

El registro de la información se realizó en los formatos de recolección de datos, diseñados para tal fin, para luego ser organizada en el programa Microsoft Excel.

Las variables (Tabla 7) fueron descritas mediante los resultados individuales obtenidos en las mediciones al inicio y final del entrenamiento de los sujetos. Las diferencias entre las mediciones se usaron como una medida de la variación en términos de incremento o descenso de los índices incluidos en el estudio. Una vez ordenada la información de las mediciones directas y las variaciones calculadas, se procedió a realizar gráficos de barras comparativos que facilitarían el análisis.

Tabla 7. Definición de variables.			
Variable	D.O	Nivel	Instrumento
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Razón	Formato de recolección de datos
Género	Condición orgánica, masculina o femenina	Nominal	Formato de recolección de datos
Diagnostico	Enfermedad de base del paciente que entra al estudio.	Nominal	H.C: Formato de recolección de datos
1 RM (lbs.)	Variable cuantitativa. Capacidad de desplazamiento del mayor peso en toda la longitud de un movimiento específico.	Razón	Formato de recolección de datos
Percepción de disnea durante las AVD	Variable cuantitativa. Percepción global de dificultad para respirar, falta de aire o ahogo durante la ejecución de las AVD.	Ordinal	London Chest Activities of Daily Living (LCADL)
Percepción de disnea durante el ejercicio	Variable cuantitativa. Percepción global de dificultad para respirar, falta de aire o ahogo durante el ejercicio.	Ordinal	Escala de Borg
Dolor en MMSS durante la actividad	Variable cuantitativa. Dolor que limita los movimientos activos y pasivos de las articulaciones glenohumeral, acromioclavicular, esternoclavicular y escapulo torácica durante el ejercicio	Ordinal	Escala visual análoga del dolor EVAD
Saturación de oxígeno en sangre arterial (SpO2)	Variable Cuantitativa, Medición no invasiva del oxígeno transportado por la hemoglobina al interior de los vasos sanguíneos. Se expresa en porcentaje %.	Intervalo	Formato de recolección de datos
Frecuencia Cardíaca	Variable cuantitativa, Número de veces que el corazón late por unidad de tiempo, se expresa en latidos por minuto.	Intervalo	Formato de recolección de datos

6. RESULTADOS

El estudio incluyó 4 sujetos con EPC que asistieron al programa de rehabilitación pulmonar de la E.S.E nivel III de Santiago de Cali, los cuales completaron el entrenamiento con la medición inicial y final. De los 4 sujetos, 2 realizaron el entrenamiento estándar del programa de rehabilitación pulmonar; los otros dos, recibieron la adición del protocolo de entrenamiento de fuerza y resistencia para miembros superiores (diseñado por Obregón y cols¹¹).

6.1 Características demográficas y clínicas

La muestra que participó en el estudio fue caracterizada de acuerdo a la edad, sexo, diagnóstico, aspectos antropométricos y parámetros de función pulmonar. (Tabla 8).

	Tabla 8. Características demográficas y clínicas			
	PEMS		Entrenamiento estándar	
	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Edad (años)	66	72	80	42
Sexo	Masculino	Masculino	Masculino	Femenino
Diagnóstico	EPOC	EPOC	EPOC	Secuelas de tuberculosis
Peso (Kg)	54	62	65	41
Altura (m)	1,65	1,73	1,56	1,56
IMC (Kg/m ²)	19,8	20	26	16,9
VEF ₁ (% pred)	27,8	25	47	63
CVF (% pred)	57	77	79	57
VEF ₁ / CVF _{abs}	48,8	24	46	75

Distribución por edad

En el grupo entrenado con el PEMS, se incluyeron dos sujetos de sexo masculino de 66 y 72 años. En el grupo con entrenamiento estándar, se incluyó un sujeto de sexo masculino de 80 años y un sujeto de sexo femenino de 42 años.

Distribución por diagnóstico

Con relación al diagnóstico, los dos sujetos del grupo entrenados con PEMS tenían EPOC muy severo, según la clasificación de la GOLD; en el grupo estándar, un sujeto tenía diagnóstico de EPOC severo, y el otro secuelas de tuberculosis.

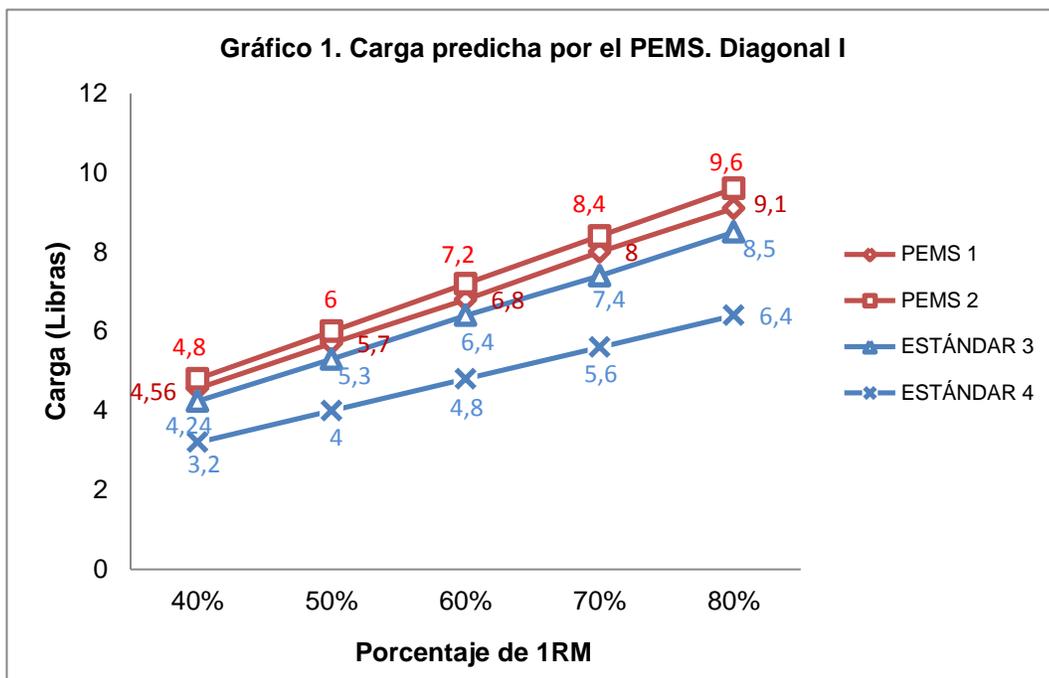
Distribución por Índice de Masa Corporal (IMC)

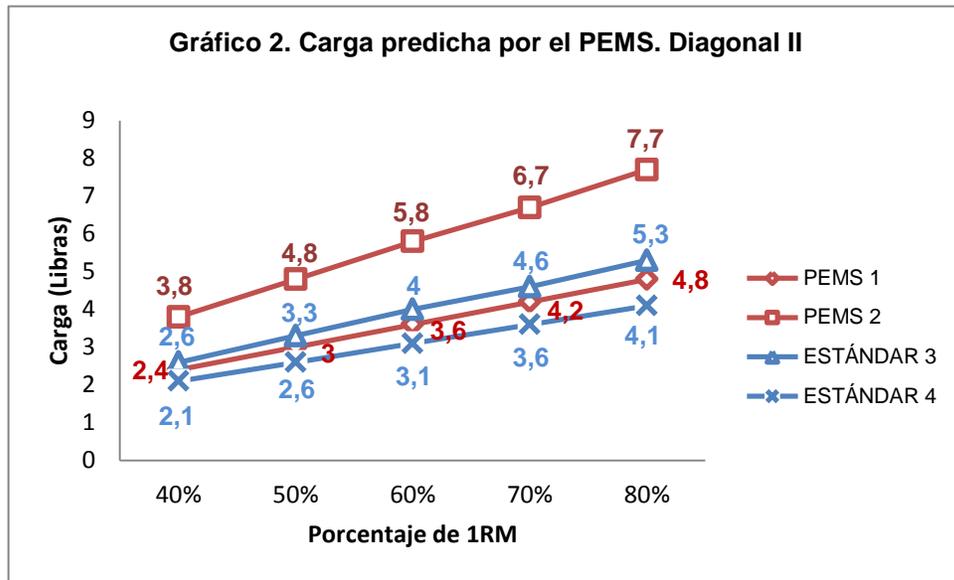
De acuerdo a la OMS, el IMC de los sujetos del grupo PEMS se clasificaba como normal. En el grupo con entrenamiento estándar, el sujeto 3 con diagnóstico de EPOC presentaba sobrepeso y el sujeto 4 delgadez moderada.

6.2 Descripción de la Aplicación del PEMS

6.2.1 Evaluación de la fuerza muscular con el PEMS

En la evaluación inicial se aplicó el PEMS a los 4 sujetos (estándar y PEMS) para determinar la fuerza muscular máxima (1RM) y establecer el porcentaje de la carga de entrenamiento para miembros superiores (Gráfico 1 y 2).



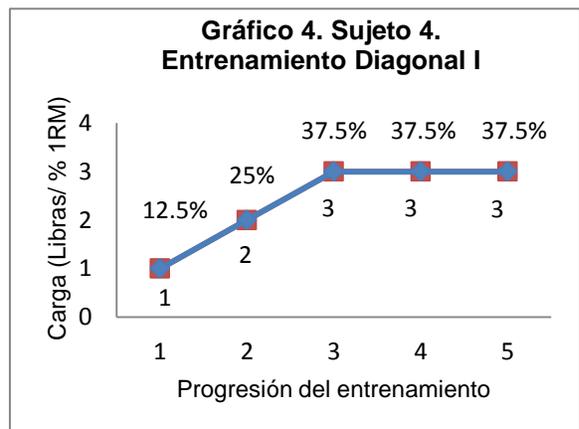
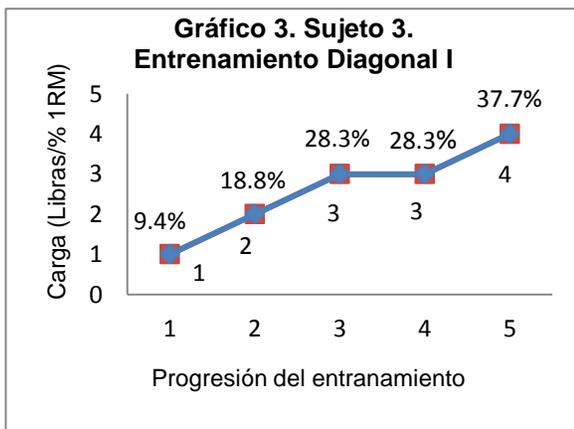


6.2.2 Progresión de la carga del entrenamiento de la fuerza muscular

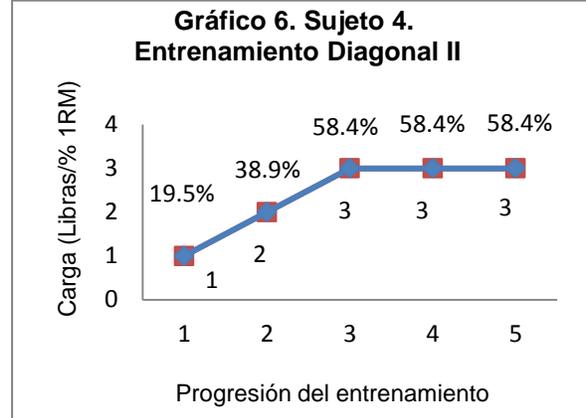
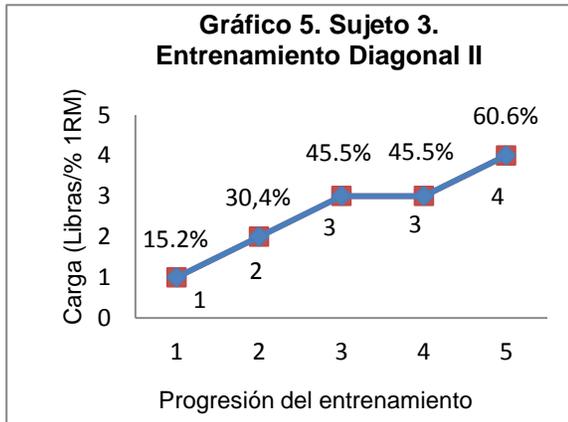
Los sujetos del grupo PEMS iniciaron el entrenamiento con el 40% de la carga predicha por el Test de Repetición Máxima y se aumentó hasta el 80% de 1RM (Grafica 1 Y 2). Las cargas de entrenamiento en los sujetos del grupo estándar fueron determinadas de acuerdo a los lineamientos del programa de rehabilitación

6.2.2.1 Descripción de la carga de Entrenamiento en el Grupo Estándar vs el predicho determinado con el PEMS

Los sujetos del protocolo estándar, entrenaron con cargas submáximas a las predichas por el PEMS, alcanzando el 40% para la diagonal I y 60% para la diagonal II al finalizar el entrenamiento (*Gráfico 3-6*).



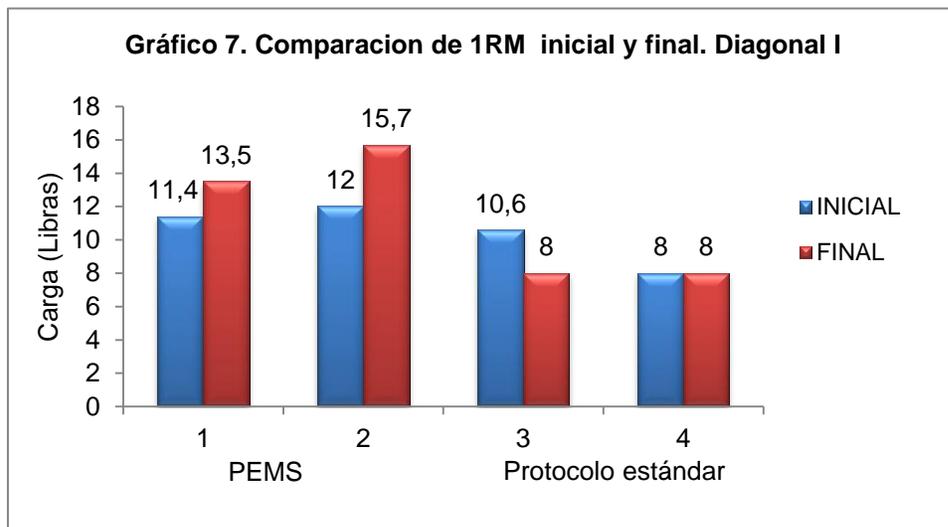
Con respecto a la carga del entrenamiento en el grupo estándar, la progresión en la diagonal I para el sujeto 3 estuvo entre 1 y 4 libras (9,4%-37,7% de 1RM), y para el sujeto 4 entre 1 y 3 libras (12,5% - 37,5% de 1RM). (Gráfico 3 y 4).



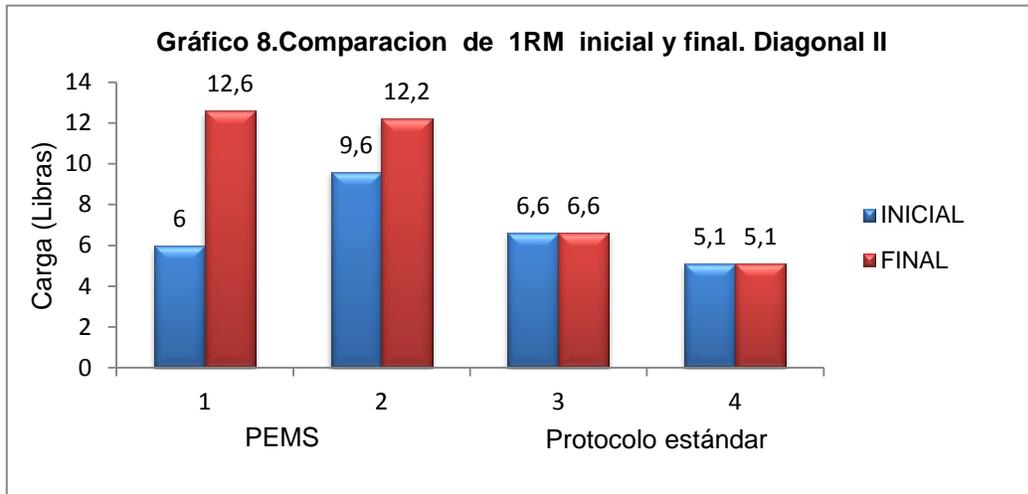
La progresión en la diagonal II, fue de 1 a 4 libras (15,1%-60,6% de 1RM) para el sujeto 3, y de 1 a 3 libras (19,4% - 58,4% de 1RM) para el sujeto 4 (Gráfico 5 y 6).

6.2.2.2 Comparación del RM Inicial y final en las diagonales I y II

La fuerza muscular de los miembros superiores, medida por el test de Repetición Máxima, fue medida en la evaluación inicial y final estipulada en el PRP.



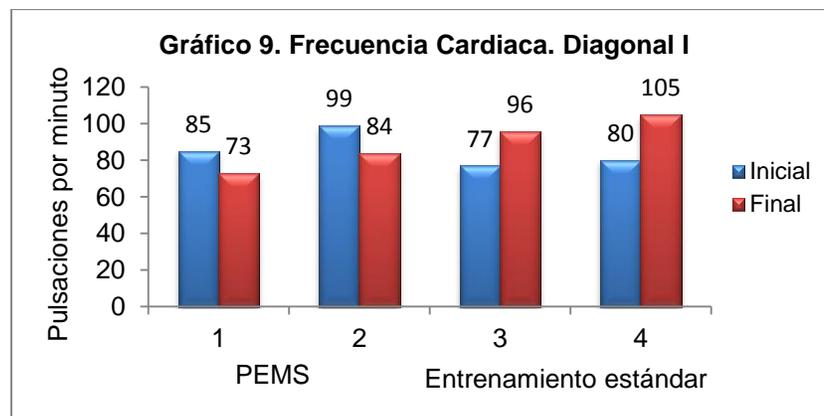
Los sujetos que recibieron el entrenamiento con el PEMS, presentaron un incremento en el RM de la diagonal I de miembros superiores, del 18% y del 31% para el sujeto 1 y 2 respectivamente, en comparación a la medición inicial. Los sujetos que realizaron el entrenamiento estándar no presentaron incremento en la fuerza, el sujeto 3 presentó disminución en la RM de 24%, y en el sujeto 2 el RM no presentó cambios (Gráfico 7).



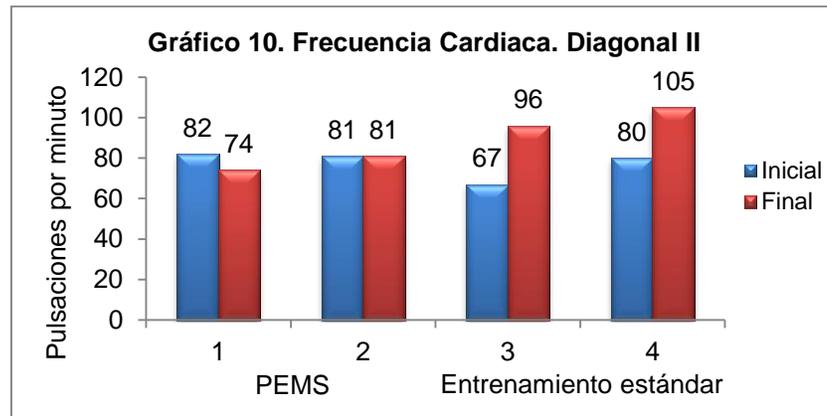
Con respecto a la diagonal II, se observó incremento en el RM para los sujetos que entrenaron con el PEMS del 111% para el sujeto 1 y del 27% para el sujeto 2. En esta misma diagonal no se presentaron cambios para los sujetos que recibieron el entrenamiento estándar (Gráfico 8).

6.2.2.3 Comparación de la frecuencia cardiaca, saturación periférica de oxígeno y disnea en reposo, al inicio y final del tratamiento.

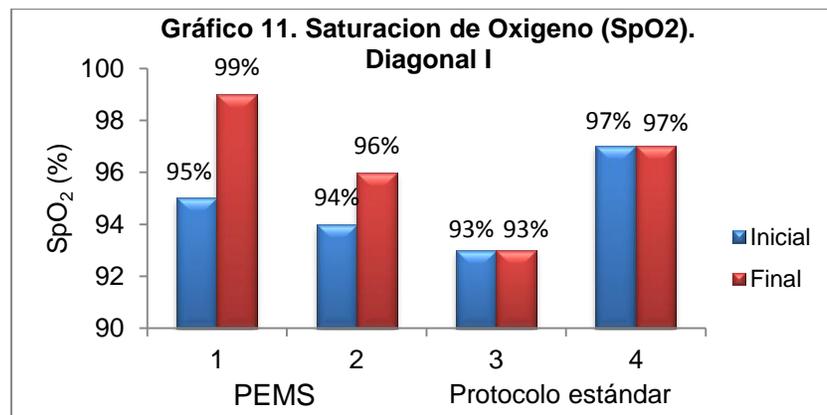
A pesar de no ser un objetivo del estudio, resulta importante reportar el comportamiento observado en la frecuencia cardiaca, la saturación periférica de O₂ y la disnea en reposo en la evaluación inicial y final.



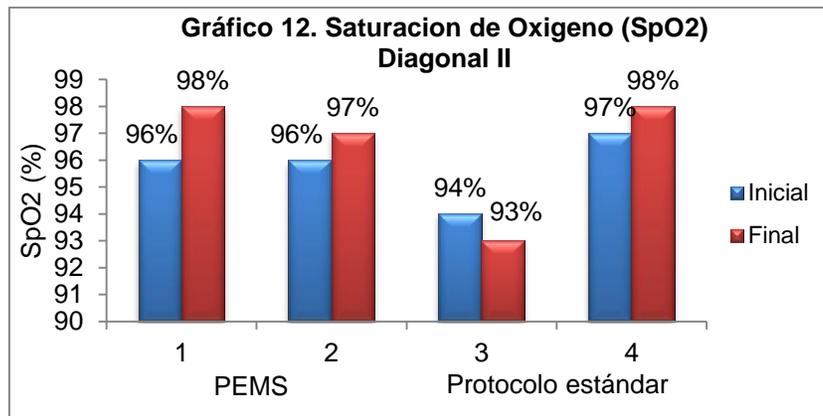
En los sujetos que entrenaron con el PEMS, la frecuencia cardiaca en reposo en la evaluación final de la diagonal I disminuyó al compararla, con la identificada en la evaluación inicial; mientras los sujetos del entrenamiento estándar presentaron incremento.



En la evaluación de la diagonal II se presentó el mismo comportamiento, a excepción de E₂ que tuvo la misma frecuencia cardiaca en reposo al en la evaluación final. (Gráficos 9 y 10)



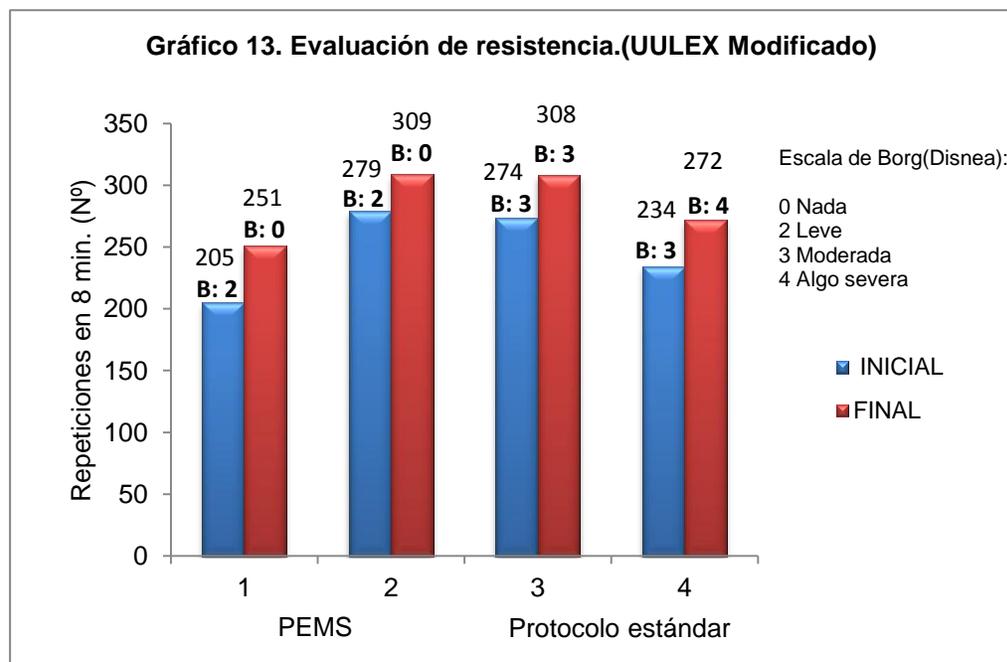
En la evaluación de la diagonal I, la SpO₂ en reposo aumentó en los sujetos del grupo PEMS, mientras que para los sujetos del entrenamiento estándar no presentó variación. (Gráfico 11)



En la evaluación de la diagonal II, la SpO₂ en reposo aumentó para los sujetos del protocolo PEMS y en un sujeto del grupo estándar. (Gráficos 12)

6.3 Evaluación de la resistencia muscular

La resistencia muscular de los miembros superiores fue evaluada en ambos grupos, con el UULEX modificado al inicio y al final del entrenamiento. El entrenamiento de resistencia con en el UULEX, solo fue realizado en el grupo PEMS.



Con relación a los resultados de la evaluación inicial y final, en ambos grupos se observó aumento en el número total de repeticiones (Gráfico 13). Sin embargo, los sujetos del grupo estándar presentaron disnea moderada (3) y algo severa (4) en la evaluación final, mientras los sujetos del grupo PEMS no presentaron.

6.4 Percepción de disnea en las Actividades de la Vida Diaria medida con el cuestionario London Chest.

A continuación se presentan los resultados de la percepción de disnea en las actividades de la vida diaria evaluada con el cuestionario London Chest al inicio y final del programa. (Tabla 9)

Tabla 9. Puntuación escala London Chest								
Subdimensiones	PEMS				Protocolo estándar			
	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Autocuidado	4	7	6	4	7	6	9	7
Domesticas	8	6	3	7	5	7	26	10
Físicas	5	4	4	3	5	5	6	5
Ocio/tiempo libre	4	5	3	3	3	3	3	6
Total	21	22	16	17	20	21	44	28

En la subdimensión de autocuidado los dos sujetos del grupo estándar disminuyeron la puntuación en la evaluación final, situación diferente a la observada en el grupo PEMS, en donde un sujeto disminuyó y el otro aumentó la puntuación de disnea.

En las actividades domésticas la puntuación final fue menor en un sujeto de cada grupo; observándose una diferencia mayor entre el inicio y el final de un sujeto del grupo estándar.

En los resultados se identificó disminución de la puntuación en la subdimensión de actividades físicas en los sujetos del PEMS y en un sujeto del grupo estándar.

Con relación a la puntuación en las actividades de ocio y tiempo libre, se observó aumento en un sujeto de cada grupo

La puntuación total del LCADL en la evaluación inicial fue de 16 y 21 para el grupo PEMS y 20 y 44 para el grupo estándar. En la evaluación final la puntuación fue de 17 y 22 para el grupo PEMS y de 21 y 28 para el grupo estándar.

7. DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de un protocolo de entrenamiento de fuerza y resistencia muscular para miembros superiores sobre la percepción de disnea durante la realización de las actividades de la vida diaria en los pacientes con enfermedad pulmonar crónica.

Los pacientes con EPOC tienen capacidad de esfuerzo disminuida, los factores limitantes son múltiples. En los últimos años se ha considerado la limitación muscular periférica como un factor añadido a los ya clásicos, tales como la reducción de la capacidad ventilatoria, la limitación cardiovascular y de transporte e intercambio de gases.⁵⁵

Existen distintas estrategias de entrenamiento, dependiendo del objetivo del mismo. La resistencia (*endurance*) puede potenciarse mediante el entrenamiento con cargas relativamente bajas y trabajando con esquemas de tiempos largos o con muchas repeticiones. En este caso, en general, se trabaja con diferentes grupos musculares. Para el entrenamiento de la fuerza muscular, se propone trabajar con cargas altas (del 80% de la carga máxima de 1RM o incluso superiores) durante períodos de tiempo cortos o con pocas repeticiones, eligiendo masas musculares concretas.

Tradicionalmente en los pacientes con EPOC, eran poco utilizados los programas de entrenamiento de fuerza, especialmente para los MMMS por la probable intolerancia o las posibles complicaciones. Además, el hecho de que el objetivo fundamental es mejorar la capacidad de realizar las AVD, ha favorecido que los programas de resistencia hayan sido los más ampliamente utilizados. Sin embargo, a la luz de la bibliografía revisada para este estudio, sobre entrenamiento de fuerza y resistencia en pacientes con EPC, se observa un aumento en las publicaciones relacionadas con alternativas para entrenar la fuerza o para diseñar programas que combinen entrenamiento de la fuerza y de la resistencia en miembros superiores.

Existen varios métodos para evaluar la fuerza muscular: 1) Valoración subjetiva de la fuerza muscular mediante escala de 0 a 5 (Medical Research Council), 2) Prueba de resistencia máxima en una sola maniobra (1 RM), 3) uso de dinamómetros y 4) pruebas isocinéticas que miden la fuerza máxima y trabajo total realizado.⁶⁸ A pesar de lo anterior, en nuestro medio, siguen siendo escasos los estudios que referencien información sobre la manera de evaluar la fuerza y la resistencia en miembros superiores en pacientes con EPC, a pesar de la necesidad para la prescripción del entrenamiento.

Para cumplir los objetivos de ésta investigación se utilizó el protocolo PEMS diseñado por Obregón y cols¹¹, el cual determina el porcentaje de fuerza muscular

máxima y la carga de entrenamiento para miembros superiores basados en la predicción de 1RM usando las diagonales I y II de PNF. En este estudio la aplicación del PEMS permitió identificar el RM, para el grupo PEMS en la Diagonal I fue de 11.4 y 12 lbs.; y para la Diagonal II de 6 y 9.6 lbs. En los sujetos del grupo estándar, el RM para la Diagonal I fue de 6.6 y 5.14 lbs. y para la Diagonal II de 6 y 9.6 lbs. respectivamente.

En la literatura revisada se describen diferentes modos para realizar el entrenamiento de los MMSS, como las máquinas de resistencia, las pesas, las bandas elásticas y el peso del cuerpo. La elección del método depende de la disponibilidad y de las necesidades del paciente previamente identificadas en la evaluación, la efectividad depende de la determinación de la carga, de la familiaridad que el paciente tenga con el ejercicio y de la seguridad ofrecida.¹⁴

Ries y cols²³, en 1988 en un estudio pionero en el entrenamiento de MMSS en pacientes con EPOC utilizó diagonales de PNF modificadas, Simpson y cols⁶⁹ en 1992 reporta el uso del protocolo utilizado por Ries en una población similar. Obregón y cols en el 2009 elaboraron un protocolo usando la Diagonal II de PNF con la utilización de una mancuerna diseñada por los autores, la cual fue adaptaba a las necesidades de los pacientes, facilitando el agarre y permitiendo graduar las cargas de acuerdo a la progresión semanal. Estos autores fundamentaron la elección de la diagonal II de PNF porque permite la realización de movimientos por encima de los 90° de la horizontal y genera mayor esfuerzo.

Las Guías Internacionales recomiendan que el entrenamiento de fuerza en pacientes con EPOC de compromiso leve a moderado debe ser prescrito con una intensidad de carga entre el 50% y el 85% de 1RM, 3 series de 8 a 10 repeticiones y una frecuencia de 3 veces por semana (Evidencia grado B).^{70,71,72} En este estudio, los dos sujetos entrenados con el PEMS, trabajaron con cargas predichas entre el 40% y 80% de 1RM, realizando 3 series de 10 a 15 repeticiones con una frecuencia de 3 veces por semana en las Diagonales I y II de PNF. Los sujetos del grupo estándar, entrenaron con porcentajes entre el 9.43% y el 60% de la carga predicha de 1RM, en las mismas diagonales realizando 3 series de 12 repeticiones, 3 veces por semana, cargas submáximas, si se tiene en cuenta lo recomendado por la literatura.

Con respecto al entrenamiento de fuerza de los MMSS en pacientes con EPC, varios estudios reportan aumento significativo de la fuerza muscular en los valores del test de 1RM entre el pre y post tratamiento.^{69, 73-76} Los hallazgos de esta investigación concuerdan con los resultados de estos autores, los sujetos entrenados con el PEMS presentaron aumento en la fuerza muscular en la Diagonal I (18% y 31%) y en la Diagonal II (111% y 27%). A diferencia de los sujetos que realizaron el entrenamiento estándar, no se evidenciaron cambios en la fuerza después del periodo de entrenamiento con cargas submáximas a las predichas por el PEMS.

Con relación al aumento de la fuerza muscular de los MMSS observada en el grupo PEMS, (Diagonal I (18% y 31%) y en la Diagonal II (111% y 27%), los hallazgos son muy parecidos a los reportados por Simpson y cols⁶⁹, en un grupo de pacientes con EPOC grave (14 intervención y 14 controles, FEV₁ 40 ± 19% valor de referencia), aplicaron un programa de entrenamiento de fuerza 3 veces por semana, durante 8 semanas. Los autores utilizaron una estación de gimnasia y aplicaban 3 tipos de ejercicios: flexión de brazos (12,1±1,22 kg inicial y 15,9±1,4kg al final), extensión bilateral de rodillas (17,2±2,8kg inicial y 24,8±3,7kg al final) y "presión" de piernas. Se realizaron 3 series de 10 repeticiones, variando progresivamente del 50 al 85% de su máximo (1RM). Tras el programa, el RM aumentó 33, 44 y 16%, respectivamente, para cada uno de los 3 ejercicios aplicados.

Obregón y cols¹¹, en un estudio de caso de pre y post prueba con un paciente con EPOC estable al que se le aplicó el PEMS, 3 veces por semana, durante 5 semanas a una intensidad de 40 a 80% de 1 RM, reportaron el incremento de 25% y 53% en el RM de la diagonal I y II de PNF respectivamente, al finalizar el entrenamiento, datos que también concuerdan con los resultados de este estudio, en el cual el grupo entrenado con el mismo protocolo presentó incremento de la fuerza muscular en miembros superiores en las ambas diagonales.

En este estudio en los sujetos del grupo PEMS se observó disminución de la FC y aumento la SpO₂ en la evaluación realizada al final del estudio, datos similares a los reportados por Casaburi⁷⁷ y Ries²³ quienes encontraron que los pacientes con EPOC entrenados a mayor intensidad presentaron mejores respuestas fisiológicas, como disminución del lactato, de la ventilación minuto, la frecuencia cardiaca (FC) y el consumo de oxígeno (VO₂), pero que a su vez, requerían una mayor supervisión y estímulo.

Tradicionalmente los programas de rehabilitación pulmonar incluyen entrenamiento de resistencia tanto para miembros inferiores, como para miembros superiores. Ferreira y cols⁷⁸, en el 2011 evaluaron el efecto del entrenamiento de resistencia para MMSS sobre la disnea en las AVD, capacidad del ejercicio funcional, fuerza de miembros superiores y CVRS. Los pacientes fueron asignados al azar, 13 pacientes con EPOC en el grupo de intervención y 18 en el grupo control. El grupo de intervención entrenó resistencia en los MMSS. El grupo control realizó ejercicios de estiramientos y de flexibilidad. El entrenamiento en ambos grupos fue realizado tres veces a la semana durante 6 semanas. Además utilizaron el UULEX para medir la resistencia de los MMSS sin apoyo. Los autores concluyeron que el entrenamiento de resistencia de los MMSS mejora la capacidad de ejercicio funcional y la fuerza muscular de los MMSS en pacientes con EPOC sin mejoría de la disnea durante la AVD y en la CVRS.

Los resultados de este estudio mostraron que tanto para el grupo PEMS como para el grupo estándar, donde al igual que en el trabajo de Ferreira y cols⁷⁸ se

utilizó la prueba UULEX para entrenar la resistencia de los MMSS, los sujetos mejoraron la capacidad de ejercicio al aumentar el número de repeticiones realizadas en la prueba; el grupo PEMS de 205 a 251 y de 279 a 309 y el grupo estándar de 274 a 308 y de 234 a 272 repeticiones.

Los músculos de los miembros superiores juegan un papel importante en la realización de las AVD tanto en actividades básicas de autocuidado, como en la vida cotidiana. Los cuestionarios de Calidad de Vida Relacionada con la Salud han servido para medir el estado de salud o la repercusión de la enfermedad sobre el bienestar de los pacientes, más allá de medidas fisiológicas o incluso clínicas, reflejan de forma indirecta el grado de compromiso de las AVD, por cuanto miden su impacto en relación con la calidad de vida pero no permiten valorar el nivel de sedentarismo de estos sujetos.

Vilaro y cols⁶⁵ validaron al español y evaluaron la fiabilidad y validez de 2 cuestionarios de actividad física formados por varias subescalas: la escala London Chest Activity of Daily Living (LCADL) y el Modified Baecke Physical Activity Questionnaire (Baecke modificado), en pacientes con EPOC. El LCDAL demostró valor pronóstico en el EPOC, confiabilidad y sensibilidad a cambios clínicos. Las AVD en este estudio, para ambos grupos fueron evaluadas pre y post entrenamiento con el cuestionario LCDAL, el cual evalúa el grado de disnea experimentada en quince AVD distintas. Costi y cols⁸⁰ utilizaron el London Chest en un ensayo clínico controlado para evaluar el efecto de un programa de entrenamiento de miembros superiores sin apoyo en pacientes con EPOC, al igual que en esta investigación.

Holland y cols⁸¹, realizaron un estudio controlado aleatorizado en 38 pacientes con EPOC moderado a severo y compararon el efecto del entrenamiento de MMSS y entrenamiento de MMII, con entrenamiento muscular de MMII. Los autores encontraron que el entrenamiento de MMSS sin apoyo mejora la capacidad de ejercicio los MMSS, pero no tiene ningún efecto adicional sobre los síntomas o la calidad de vida, en comparación con el entrenamiento sólo de los MMII

Bauldoff y cols⁸², realizaron un estudio con el objetivo de conocer si un programa de entrenamiento de MMSS, de 8 semanas de duración y realizado en el domicilio del paciente, tenía efecto en la fuerza y resistencia de los MMSS y en la percepción de disnea y fatiga durante las AVD en 20 pacientes con EPOC grave. Los pacientes fueron asignados al azar a un grupo de entrenamiento de MMSS (n=10) o grupo control sin ningún tipo de entrenamiento (n=10). Los autores encontraron que el entrenamiento domiciliario de MMSS, en pacientes con EPOC grave, aumentaba la capacidad de ejercicio y reducía la percepción de fatiga.

Ries y cols²³ en un estudio controlado aleatorizado incluyeron 45 pacientes con EPOC estable que se encontraban en un programa de rehabilitación pulmonar. Los cuales fueron asignados al azar a tres grupos: Dos grupos con entrenamiento

de MMSS y un grupo control con entrenamiento muscular de MMII, la intervención tuvo una duración de 8 semanas. Los autores no encontraron mejoría significativa con el entrenamiento de la musculatura de MMSS en las pruebas de ejercicio en cicloergómetro, resistencia muscular ventilatoria o prueba de simulación de actividades diarias. En cambio la percepción de la disnea y de fatiga disminuyó significativamente en los tres grupos.

Ferreira en 2004, realizó una revisión sistemática con el objetivo de evaluar los estudios que investigaban el efecto en la magnitud de los síntomas, la capacidad de ejercicio y calidad de vida en los programas de rehabilitación pulmonar que incluían entrenamiento de MMSS en pacientes con EPOC. En esta revisión, de un total de 98 estudios, sólo 5 estudios eran aleatorizados y controlados y cumplían con los criterios de inclusión. Los autores concluyeron que el entrenamiento de MMSS mejoraba la capacidad de ejercicio, pero su efecto sobre la disnea, la fatiga de MMSS y la calidad de vida no era claro.⁸³

Costi y cols⁸⁰, realizaron un ensayo aleatorizado para evaluar los efectos del entrenamiento de MMSS en la capacidad de ejercicio funcional, la habilidad para realizar AVD, y los síntomas percibidos durante las actividades con MMSS en pacientes con EPOC. El entrenamiento de MMSS sin apoyo en el grupo de intervención fue realizado con intensidad al 50% de RM inicial y en el grupo control se entrenó MMII con cicloergómetro más ejercicios generales. Ambos grupos realizaron 15 sesiones de entrenamiento durante tres semanas. Como resultado encontraron que el grupo de intervención mejoró en la prueba de simulación de AVD en comparación con el grupo control. En este estudio igual que en el de Costi y cols se utilizó el LCDAL para evaluar la percepción de disnea en el desempeño de las AVD; la intensidad de la carga de entrenamiento inicial fue la misma, la frecuencia y duración fueron diferentes, pero los resultados similares en cuanto a la mejoría de la capacidad del ejercicio funcional.

Con relación a la percepción de la disnea durante las AVD evaluada con el LCADL, se observó que en el grupo PEMS ambos sujetos fueron clasificados como EPOC severo según la GOLD, y no presentaron mejoría en la puntuación final del LCADL, al igual que el sujeto del grupo estándar con EPOC moderado. Estos resultados concuerdan con los reportados por Ferreira y cols⁷⁸ y Holland y cols¹² quienes observaron mejoría en la capacidad del ejercicio, sin efecto adicional sobre los síntomas o la reducción de la percepción de la disnea durante las AVD.

Algunos autores han reportado el efecto de la hiperinflación pulmonar dinámica durante las AVD, como factor importante en la disminución de la capacidad física en pacientes con EPOC. Porto y cols⁸⁵ reportaron el aumento de la hiperinflación pulmonar dinámica en 16 pacientes con EPOC durante la realización de un test incremental utilizando la diagonal II de PNF. Castro y cols⁸⁶, en un estudio de corte transversal en 19 pacientes con EPOC moderado a severo midieron la

hiperinflación pulmonar dinámica y su influencia en la percepción de la disnea en las AVD, y los resultados evidenciaron que durante las AVD la hiperinflación pulmonar dinámica ocasionó el aumento de la disnea y la fatiga de los MMII, que son las principales causas de limitaciones físicas en estos pacientes.

Los anteriores hallazgos explicarían el comportamiento observado en este estudio, con relación a la percepción de la disnea durante las AVD en los pacientes con EPOC tanto del grupo PEMS como el grupo estándar, en los cuales no se observó mejoría en la puntuación final del LCADL.

En la revisión de la bibliografía no encontramos publicaciones que evaluaron el efecto de hiperinflación dinámica en las actividades de la vida diaria en pacientes con secuelas de TB, sin embargo Di Nasco y cols compararon las alteraciones respiratorias y funcionales en pacientes con secuelas de TB pulmonar que finalizaban el tratamiento anti TB. Incluyeron en el estudio pacientes que recibieron un solo tratamiento durante 6 meses (grupo I) y pacientes con TB pulmonar multirresistente con tratamientos de mayor duración por falla terapéutica del tratamiento inicial (grupo II). Los autores concluyeron que los pacientes con TB multirresistente que realizaban múltiples tratamientos presentaban más compromiso respiratorio y funcional cuando se compararon con los que realizaron tratamiento único. Estos resultados, podrían explicar la disminución en la puntuación del LCADL (inicio=44 y final=28) después de 8 semanas de entrenamiento muscular de MMSS en el sujeto del grupo estándar con secuelas de TB, el cual había recibido un único tratamiento y tenía VEF1 de 63%,

Costi y cols en 2009⁸⁴, reportan los resultados de una revisión sistemática cuyo objetivo fue revisar los estudios aleatorizados y controlados para clarificar el efecto que puede tener el entrenamiento de MMSS al adicionarse al tratamiento estándar de rehabilitación pulmonar. Esta revisión analizó la capacidad de ejercicio, la habilidad para realizar AVD, y la calidad de vida de pacientes con EPOC. Solo fueron incluidas cuatro publicaciones, y mencionan que la heterogeneidad y la calidad metodológica de los estudios dificultó realizar un meta-análisis. Los autores concluyeron que la evidencia para el efecto del entrenamiento de MMSS es limitada y de mala calidad. Por lo tanto, para estos autores, una recomendación clara y precisa para la inclusión o exclusión del entrenamiento de MMSS en programas de rehabilitación pulmonar para los pacientes con EPOC, aún no es posible.

Aunque la literatura reporta las limitaciones y la poca evidencia con respecto al entrenamiento de fuerza y resistencia muscular de los miembros superiores, en este estudio los resultados indican que el uso de un protocolo de evaluación que permita determinar la carga (1RM) y realizar el entrenamiento con intensidades entre el 40 y 80% mejoran la fuerza y resistencia muscular, sin disminución en la percepción de la disnea durante las AVD.

Pese a que no fue objetivo del estudio y teniendo en cuenta que la efectividad del entrenamiento también depende de la aceptación y familiaridad que el paciente tenga con el ejercicio, los autores de esta investigación realizaron en ambos grupos (estándar y PEMS) una encuesta de satisfacción con respecto al uso de la mancuerna multipeso y todos expresaron comodidad, facilidad y seguridad en su uso. Los sujetos del grupo PEMS manifestaron comprender la finalidad del entrenamiento con la mancuerna.

8. CONCLUSIONES

El uso del PEMS para evaluar y entrenar la fuerza muscular de los MMSS facilita la determinación de las cargas de trabajo ideal en pacientes que asisten a programas de rehabilitación pulmonar.

En este estudio, con el entrenamiento de fuerza muscular de los MMSS con cargas progresivas del 40% al 80% de 1RM en un periodo de 8 a 12 semanas con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, se consiguió una mejoría en la respuesta muscular al ejercicio en pacientes con enfermedad pulmonar crónica.

La puntuación final de la percepción de disnea de las AVD evaluado con el LCDAL en los pacientes con EPOC (2 grupo PEMS y 1 grupo estándar) no mejoró con el entrenamiento muscular de MMSS.

Los programas de resistencia y de fuerza muscular o combinados parecen alternativas válidas de entrenamiento muscular en pacientes con EPC y son bien tolerados por los pacientes.

El protocolo PEMS, diseñado por Obregón y cols, y utilizado para este estudio puede ser recomendado para la práctica clínica y para futuras investigaciones, pues tuvo adecuada aceptabilidad y entendimiento por parte de los pacientes y no se presentaron complicaciones durante su aplicación.

El uso de las diagonales de PNF para el entrenamiento muscular de los miembros superiores está reportado en la literatura como una buena estrategia debido a las características del movimiento, su relación con las actividades de la vida diaria y sus efectos sobre el ejercicio.

9. LIMITACIONES

Las características socioeconómicas y de seguridad en salud de los pacientes limitaron el tamaño de la muestra.

El diseño metodológico del estudio no permite extrapolar los resultados a toda la población con EPC.

Una posible limitación del estudio es la ausencia de mediciones estáticas de función pulmonar como el volumen residual y capacidad pulmonar total, para relacionar la hiperinflación pulmonar dinámica con la percepción de la disnea en la ejecución de las AVD.

10. RECOMENDACIONES

Son necesarios futuros estudios con una muestra más amplia para poder definir los efectos del entrenamiento de fuerza muscular de MMSS con el PEMS en la percepción de la disnea en la realización de las AVD en pacientes con EPC

Realizar futuras investigaciones dirigidas a relacionar la fuerza y resistencia muscular de los miembros superiores con los cambios en la calidad de vida relacionada con la salud, ansiedad y depresión.

Se recomienda al programa de rehabilitación pulmonar incluir el protocolo PEMS como herramienta de evaluación y entrenamiento.

Aplicar el protocolo en patologías diferentes a la EPOC

11. REFERENCIAS

1. Perspectiva neumológica. Fundación Neumológica Colombiana. 2001; 4.
2. Vinaccia, S. y cols. Calidad de vida relacionada con la salud y emociones negativas en pacientes con diagnóstico de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). *Psicología desde el Caribe*. 2006; 18.
4. Güell R. EPOC y músculos periféricos. *Arch Bronconeumol*. 2000; 36: 519-524.
5. Ramírez Venegas A, Sansores R. H, Manejo de la disnea. Intervenciones no farmacológicas. *Neumología y cirugía de tórax*. 2006; 65: S1.
6. Benzo, R. Rhodius, E. Sívori, M. et al. Consenso argentino de rehabilitación respiratoria. *Medicina (Buenos Aires)*. 2004; 64: 357-67.
7. García, C. Tobón, O. Promoción de la salud, prevención de la enfermedad, atención primaria en salud y plan de atención básica ¿Qué los acerca? ¿Qué los separa?
8. Nici L, Donner C, Wouters E, y cols. American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 1390–1413.
9. De la Prida M, Pavié J, Arancibia F, y cols. Consenso chileno de rehabilitación respiratoria en el paciente con EPOC. Entrenamiento de las extremidades superiores en el paciente con EPOC. *Rev Chil Enf Respir* 2011; 27: 110-115.
10. Portugal J. Lung rehabilitation in stable chronic pulmonary obstructive disease. *Acta Med Per*. 2009: 26(4).
11. Obregón L., Delgado M, Rebolledo D, Terreros A. Diseño de un protocolo de evaluación (PEMS) para determinar el porcentaje de fuerza muscular máximo y la carga del entrenamiento de repeticiones máximas (ERM) para miembros superiores, en pacientes con enfermedad pulmonar crónica. *Fisioterapia*. Facultad de Salud. Universidad del Valle. Cali. Valle del Cauca. 2009.
12. Bartolome R. Upper Extremity Exercise in Rehabilitation of COPD. *Clin Invest Med*. 2001; 24: 3.
13. Killian KJ. Limitation to muscular activity in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2004; 24: 6-7.
14. Vargas O. Entrenamiento físico en enfermedad respiratoria crónica. *Rev. Cienc. Salud* 2003; 1 (2): 180-189.

15. Güell R. Chronic obstructive pulmonary disease and peripheral muscles. Arch Bronconeumol. 2000; 36: 519-524.
- 16 Sivori M, Almeida M, Benzo R, y cols. Nuevo consenso argentino de rehabilitación respiratoria. Actualización 2008. MEDICINA (Buenos Aires) 2008; 68: 325-344.
17. Durán, D. Vargas, O. La enfermedad respiratoria crónica: reflexiones en el contexto del sistema de salud colombiano. Rev. Cienc. Salud. 2007. 5 (2): 106-115.
18. Garrod R, Bestall JC, Paul EA, y cols. Development and validation of a standardized measure of activity of daily living in patients with severe COPD: the London Chest Activity of Daily Living scale (LCADL). Respir Med. 2000; 94 (6):589-96.
19. Álvarez, J. Enfoque terapéutico global de la disfunción muscular en la EPOC. Nutr Hosp 2006; 21 (Supl. 3): 76-83.
20. Carlin, B y cols. Clinical Competency Guidelines for Pulmonary Rehabilitation Professionals. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2007; 27: 355–358.
21. O'shea, S. Paratz, J. Taylor, N. Peripheral Muscle Strength Training in COPD. Chest. 2004; 126 (3): 903-14.
22. Criner GJ, Celli BR. Effect of unsupported arm exercise on ventilatory muscle recruitment in patients with severe chronic airflow obstruction. Am Rev Respir Dis. 1988; 138:856–861
23. Ries, Al. Ellis, B. Hawkins, R. Upper extremity exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. Chest. 1988; 93: 688-692.
24. 54 Ries AL. The importance of exercise in pulmonary rehabilitation. Clin Chest Med. 1994; 15 (2):327-37.
25. Acosta, D. Acuña, E. Efecto de un programa de ejercicio aeróbico y un programa de circuito con pesas sobre la calidad de vida, disnea y resistencia cardiorrespiratoria en sujetos con enfermedad pulmonar crónica. MH Salud. 2007; 4(1): 1-8.
26. Duran D, Wilches EC, Martínez J. Descripción y análisis del estado actual de los programas asistenciales de rehabilitación pulmonar en cuatro ciudades de Colombia. Rev. Cienc. Salud 2010; 8 (1): 41-53.
27. GOLD

28. Fauci A, Braunwald E, Kasper D, y cols Eds. Harrison. Principios de Medicina Interna. 17ª edición.
29. Murray CJ, Lopez AD. Global mortality, disability and the contribution of risk factors: global burden of disease study. Lancet 1997; 349:1436–1442.
30. OMS. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Nota descriptiva N°315. Noviembre de 2011. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs315/es>.
31. Caballero A, Torres C, Jaramillo C, y cols. Prevalence of COPD in Five Colombian Cities Situated at Low, Medium, and High Altitude (PREPOCOL Study). Chest 2008; 133: 343-349.
32. Disponible vía web: <http://www.encolombia.com/medicina/neumologia>.
33. Montserrat, M. Eficacia de la fisioterapia en atención primaria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica moderada y su evaluación económica. Tesis doctoral doctorado en aparato locomotor y deporte. [Tesis Doctoral]. Catalunya; departamento de medicina, Universitat internacional de Catalunya; 2010.
34. Kurta J. Valverde M. La educación terapéutica en el asma. An Pediatr (barc). 2007; 66: 496-517.
35. West, B. Fisiopatología pulmonar. Sexta edición. U.S.A: Editorial Panamericana: 2003.
36. Xaubeta, A. y cols, Diagnóstico y tratamiento de las enfermedades pulmonares intersticiales difusas Arch Bronconeumol 2003; 39(12):580-600.
37. OMS.
38. Laude, R. Marín, K. Morales, C. Entrenamiento físico y educación como parte de la rehabilitación pulmonar en pacientes con EPOC. Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias. 2008; 24: 286-290.
39. Organización mundial de la salud. Clasificación Internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud. Grupo de Clasificación, evaluación, encuestas y terminología. Ginebra, Suiza. Diciembre de 2000.
40. Consejería Presidencial para la Política Social. Plan Nacional de atención a las personas con discapacidad. Manual operativo. 2002, pp. 13-14.
41. VILARO, J. Evaluación clínica de la capacidad del ejercicio en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Tesis Doctoral. Universitat Pompeu Fabra. 2007

42. Jiménez, P et al. Limitación crónica al flujo aéreo en pacientes con secuelas de tuberculosis pulmonar. Caracterización y comparación con EPOC. *Rev Chil Enf Respir.* 2006; 22: 98-104.
43. Costes, J. King, B. Zejda, J. Lung function impairment as a guide to exercise limitation in work-related lung disorders. *Am Rev Respir Dis.* 1988; 137: 1089-1093.
44. Cabello, F. Castillo, J. Montemayor, T. Ortega, F. Sanchez, A. Role of cardiopulmonary exercise testing and the criteria used to determine disability in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994; 150: 747-751.
45. Sue, D. Exercise testing in the evaluation of impairment and disability. *Clin Chest Med.* 1994; 15: 369-387.
46. Trombly CA. *Terapia ocupacional para a disfunção física.* 2a. ed. São Paulo: Santos; 1989.
47. Artés RC, Tarrés PP, Molina PD. *Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, Terapia ocupacional en geriatría: principios y práctica.* Barcelona: Masson. 1999: 99-110.
48. Tangri S, Wolf CR. The breathing pattern in chronic obstructive lung disease during the performance of some common daily activities. *Chest.* 1973; 63(1):126-127.
49. Petty, T. *Pulmonary rehabilitation: A personal historical perspective. Principles and practice of Pulmonary Rehabilitation.* 1993; 1-8.
50. Gómez, D. Güell, L. Torres, C. *Rehabilitación pulmonar de la teoría a la realidad. Perspectiva neumológica.* 2001; 2 (4).
51. Vivanco, J. *Rehabilitación pulmonar en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.* *Acta Med Per.* 2009; 26 (4).
52. Montemayor, T. Ortega, F; *Estrategias de entrenamiento muscular en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. ¿Entrenamiento de resistencia, de fuerza o combinado?* *Arch Bronconeumol.* 2001; 37: 279-285.
53. Mendoza L, Horta P. *Educación en los programas de rehabilitación respiratoria de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Consenso chileno de rehabilitación respiratoria en el paciente con EPOC.* *Rev Chil Respir* 2011; 27: 134-138.

54. Engstro, C y col. Long-term effects of a pulmonary rehabilitation programme in Outpatients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled study. *Scand J Rehab Med.* 1999; 31: 207–213.
55. Celli, BR. Clinical commentary. Pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995; 152: 861-864.
56. Martínez, F. y cols. Supported arm exercise vs. unsupported arm exercise in the rehabilitation of patients with severe chronic airflow obstruction. *Chest.* 1993; 103:1397-402.
57. Alison, J. Ennis, S. McKeough, Z. The effects of arm endurance and strength training on arm exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Physical Therapy Reviews.* 2009; 14 (4): 226-239.
58. Beamis, J. Supported arm exercise vs. unsupported arm exercise in the rehabilitation of patients with severe chronic airflow obstruction. *Chest.* 1993; 103: 1397-1402.
59. Hernández, C. Mejía, R. Bases fisiológicas de la rehabilitación pulmonar. *Neumología y Cirugía de Tórax.* 2005; 64(2): 72-78.
60. Wilches, E y cols. Rehabilitación pulmonar en tuberculosis multirresistente (TB-MDR): informe de un caso. *Colombia Médica.* 2009; 40 (4): 442-447.
61. Behaegel, M. Bihyga, Salhi. Thierry, T, Joos, G. Derom, E. Effects of Pulmonary Rehabilitation in Patients with Restrictive Lung Diseases *Chest.* 2010; 137; 273-279.
62. Adler S, Beckers D, Buck M. La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en la Práctica: guía ilustrada. 2º edición. Madrid: Editorial panamericana; 2002.
63. Guía de Manejo de Rehabilitación Pulmonar de la UMFR de la E.S.E nivel III GI/SSS/UMFR/035.
64. Takahashi, y cols. A New Unsupported Upper Limb Exercise Test for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 2003; 23: 430-437.
65. Vilaró, J. y cols. Actividades de la vida diaria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica: validación de la traducción española y análisis comparativo de 2 cuestionarios. *Med Clin (Barc).* 2007; 129(9):326-332.
66. Hiskisson EC. Measurement of pain. *Lancet* 1974; 2:1127-113.

67. American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 111–117.
68. BESEDA J. y COLL R. Métodos de evaluación de la deficiencia. Pruebas de función pulmonar, gasometría, musculatura respiratoria. *Rehabilitación (Madr)* 2001; 35 (S1):38-43
69. Simpson K, Killian K, McCartney N, y cols. Randomized controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992; 47: 70-75
70. Sívori M, Rhodius E, Kaplan P, et al. Entrenamiento Muscular en la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica severa. Estudio comparativo del entrenamiento aeróbico de miembros inferiores vs. combinación con miembros superiores. *Medicina (Buenos Aires)* 1998; 58: 717-727.
71. Celli BR, Rassulo J, Make BJ. Dyssynchronous breathing during arm but not leg exercise in patients with chronic airflow obstruction. *N Engl J Med* 1986; 314: 1485-90.
72. Martínez F, Vogel D, Dupont D. Supported arm exercise versus unsupported arm exercise in the rehabilitation of patients with severe chronic airflow obstruction. *Chest* 1993; 103: 1397-402.
73. Mador MJ, Bozkanat E, Aggarwal A, et al. Endurance and strength training in patients with COPD. *Chest* 2004; 125: 2036–2045.
74. Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:896–901
75. Ortega F, Toral J, Cejudo P, et al. 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.
76. Ike D, Jamami M, Marmorato D. Efeitos do exercício resistido de membros superiores na força muscular periférica e na capacidade funcional do paciente com DPOC. *Fisioter Mov* 2010; 23(3): 429-37.
77. 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(1):9-18.
78. Ferreira T, Hill K, Goldstein R y cols. Resistance Arm Training in Patients With COPD: A Randomized Controlled Trial. *Chest* 2011; 139; 151-158.

79. Romero, D. (2007). Actividades de la vida diaria. *Anales de Psicología*, 23, 264-271.
80. Costi, S y cols. Effects of Unsupported Upper Extremity Exercise Training in Patients With COPD: A Randomized Clinical Trial. *Chest*. 2009; 136; 387-395.
81. Holland A, Hill C, Nehez E. Does Unsupported Upper Limb Exercise Training Improve Symptoms and Quality of Life for Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease? *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation* 2004; 24: 422-427.
82. Bauldoff y cols. Home-based, upper-arm exercise training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung* 1996; 25: 288-94.
83. Ferreira TJ, Hill K, Goldstein R. Arm exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2009 Sep-Oct; 29(5):277-283
84. Costi S, Di Bari M, Pillastrini P y cols. Short-term efficacy of upper-extremity exercise training in patients with chronic airway obstruction: a systematic review. *Phys Ther* 2009; 89: 443-55.
85. Porto A, Castro A, Nascimento O y cols. Modulation of operational lung volumes with the use of salbutamol in COPD patients accomplishing upper limbs exercise tests. *Respiratory Medicine* 2009; 103: 251- 257.
86. Castro A, Kumpel C, Chaves R y cols. Daily activities are sufficient to induce dynamic pulmonary hyperinflation and dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease patients. *CLINICS* 2012; 67(4):319-325.
87. Roldan J metodología para el desarrollo de la fuerza. Universidad Nacional Autónoma de México.



ACTA DE APROBACIÓN N° 020-011

Proyecto: EFECTO DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA PARA MIEMBROS SUPERIORES SOBRE LAS ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA EN PACIENTES CON ENFERMEDAD PULMONAR CRÓNICA

Sometido por: ESTHER CECILIA WILCHES/OLGA MARINA HERNANDEZ/DIEGO F. CUERO/CARLOS MARIO GUTIERREZ/HAMILTON ELIAS ROSERO

Código Interno: 194-011 Fecha en que fue sometido: 05 10 2011

El Consejo de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, ha establecido el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana (CIRESH); el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión en 2002; y el Código de Regulaciones Federales, título 45, parte 46, para la protección de sujetos humanos, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos 2000.

Este Comité certifica que:

1. Sus miembros revisaron los siguientes documentos del presente proyecto:

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Resumen del proyecto | <input checked="" type="checkbox"/> Protocolo de investigación |
| <input checked="" type="checkbox"/> Formato de consentimiento informado | <input checked="" type="checkbox"/> Instrumento de recolección de datos |
| <input type="checkbox"/> Folleto del investigador (si aplica) | <input checked="" type="checkbox"/> Cartas de las instituciones participantes |
| <input type="checkbox"/> Resultados de evaluación por otros comités (si aplica) | |

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité.

3. Según las categorías de riesgo establecidas en el artículo 11 de la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, el presente estudio tiene la siguiente Clasificación de Riesgo:

SIN RIESGO RIESGO MÍNIMO RIESGO MAYOR DEL MÍNIMO

4. Que las medidas que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.

5. La forma de obtener el consentimiento informado de los participantes en el estudio es adecuada.

6. Este proyecto será revisado nuevamente en la próxima reunión plenaria del Comité, sin embargo, el Comité puede ser convocado a solicitud de algún miembro del Comité o de las directivas institucionales para revisar cualquier asunto relacionado con los derechos y el bienestar de los sujetos involucrados en este estudio.

7. Informará inmediatamente a las directivas institucionales:

- Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.
- Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.

8. Informará inmediatamente a las directivas institucionales toda información que reciba acerca de:

- Lesiones a sujetos humanos.



- Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.
- b. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que haya sido revisado y aprobado por el Comité.
9. El presente proyecto ha sido **aprobado** por un periodo de **1 año** a partir de la fecha de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.
10. El **investigador principal** deberá informar al Comité:
- a. Cualquier cambio que se proponga introducir en este proyecto. Estos cambios no podrán iniciarse sin la revisión y aprobación del Comité excepto cuando sean necesarios para eliminar peligros inminentes para los sujetos.
 - b. Cualquier problema imprevisto que involucre riesgos para los sujetos u otros.
 - c. Cualquier evento adverso serio dentro de las primeras 24 horas de ocurrido, al secretario(a) y al presidente (Anexo 1).
 - d. Cualquier conocimiento nuevo respecto al estudio, que pueda afectar la tasa riesgo/beneficio para los sujetos participantes.
 - e. cualquier decisión tomada por otros comités de ética.
 - f. La terminación prematura o suspensión del proyecto explicando la razón para esto.
 - g. El investigador principal deberá presentar un informe al final del año de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.

Firma: Laura Elvira Piedrahita S. Fecha: 30 11 2011
Nombre: LAURA E. PIEDRAHITA S.
Capacidad representativa: PRESIDENTA Teléfono: 5185677

CERTIFICACIÓN DE LA FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

Por medio de la presente, certifico que la Facultad de Salud de la Universidad del Valle aprueba el proyecto arriba mencionado y respeta los principios, políticas y procedimientos de la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial, de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y de la reglamentación vigente en investigación de la Universidad del Valle.

Firma: Hernan J. Pimenta J. Fecha: 30 11 2011
Nombre: HERNAN J. PIMENTA J.
Capacidad representativa: VICEDECANO DE LA FACULTAD DE SALUD Teléfono: 5185680



UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN
Telefax: 820 80 24 - 820 61 53

Santiago de Cali, 19 de octubre de 2011

02.15

Doctor

LAURENO QUINTERO

Comité de Ética

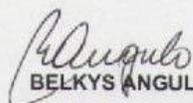
H.U.V

Cordial saludo:

La Subdirección de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación, aprueba la realización del proyecto "EFECTOS DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA PARA MIEMBROS SUPERIORES SOBRE LAS ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA EN PACIENTE CON ENFERMEDAD PULMONAR CRÓNICA". Presentado por los estudiantes Diego Cuero, Carlos Gutierrez y Hamilton Rosero de la Universidad del Valle.

Por lo anterior solicito a usted comedidamente el aval del Comité de Ética, para su desarrollo.

Atentamente,


BELKYS ANGULO

Subdirectora

Unidad de Medicina Física y Rehabilitación



cc. Archivo

ANEXO C. FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

1. INFORMACIÓN DEL ESTUDIO

Usted ha sido invitado a participar en la investigación: ***EFEECTO DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA PARA MIEMBROS SUPERIORES SOBRE LAS ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA EN PACIENTES CON ENFERMEDAD PULMONAR CRÓNICA***, el cual se realiza en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Universitario del Valle. El propósito de este estudio es determinar los efectos del ejercicio de los miembros superiores sobre la fuerza, resistencia muscular y la percepción de falta de aire en las actividades cotidianas de los pacientes con enfermedad pulmonar crónica

Los resultados obtenidos con esta investigación serán expuestos en un documento que será publicado como Trabajo de Grado de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle.

1.1 ¿Qué se le hará si participa en el estudio?

Al inicio del estudio usted debe leer y aprobar su participación en él, por medio de la firma del consentimiento informado. Posteriormente será entrevistado con relación a su condición de salud y se realizará la monitorización de los signos vitales antes, durante y después de la evaluación (inicial y final) de la fuerza y resistencia muscular de los miembros superiores.

La ejecución del entrenamiento de miembros superiores tiene una duración aproximada de 2 a 3 meses, en la que se tiene en cuenta los resultados de la evaluación física y la condición de cada paciente para asignar la carga del entrenamiento, el cual contiene dos tipos de ejercicios: de fuerza para la cual se utiliza una mancuerna y de resistencia con una barra horizontal. De acuerdo a la tolerancia del ejercicio, la carga de entrenamiento se le irá aumentando progresivamente. Durante el entrenamiento se realiza una monitorización continua de los signos vitales.

1.2 ¿Qué beneficios obtiene si participa en el estudio?

Si decide participar de este estudio no recibirá ninguna compensación económica. Sin embargo, recibe de parte del personal vinculado al estudio, la asistencia que requiera durante la ejecución de los ejercicios de miembros superiores y las demás actividades del programa de rehabilitación pulmonar. La participación en el estudio no garantiza beneficio, pero gracias a su participación se aprenderá más sobre las formas de tratamiento para personas con similares condiciones de salud.

1.3 ¿Cuáles son los riesgos del estudio?

La enfermedad respiratoria crónica, la cual no tiene cura, tiene graves efectos en la salud de los que la padecen y esto se refleja en la incapacidad que presentan los individuos al realizar actividades que demanden esfuerzo físico. Todas las acciones dirigidas a tratar la enfermedad tienen como objetivo prevenir el deterioro físico y mejorar el desempeño en la ejecución de las actividades de la vida diaria.

Al participar en esta investigación debe aceptar los posibles riesgos relacionados con realizar ejercicios, tales como: falta de aire, cansancio, dolor en el pecho, palpitaciones fuertes, sensación de desmayo, y con poca probabilidad, paro cardíaco y respiratorio, según la historia de los programas de rehabilitación pulmonar.

Para reducir los riesgos y posibles complicaciones, los investigadores realizarán personalmente el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular de los miembros superiores de acuerdo a las posibilidades de cada paciente y al seguimiento de su condición de salud; además la institución cuenta con los elementos y profesionales necesarios para superar las emergencias presentadas.

1.4 ¿Qué costos tiene la participación en el estudio?

La participación en este estudio es absolutamente voluntaria y no incurrirá en ningún gasto adicional, ni tendrá compensación económica o material.

1.5 Responsabilidad con el estudio

Su responsabilidad al ser parte de esta investigación, es dar cumplimiento a sus citas programadas tanto de evaluación, tratamiento y seguimiento, así como de poner en práctica las indicaciones en los ejercicios sugeridos por los investigadores o profesionales. Usted será libre de salirse de la investigación en cualquier momento, LE SOLICITAMOS informar a los investigadores, sin que esto conlleve a cambios en su cuidado o en la atención médica que reciba.

1.6 Confidencialidad

Se brindará garantía en la confidencialidad de la información que usted brinde, así como el derecho a conocer la información nueva respecto a este estudio. Toda esta información se tendrá almacenada en una base de datos en un computador manejado solo por los investigadores. Su nombre se mantendrá en privacidad y no será identificado en ninguna publicación. Su historia clínica podrá ser revisada con fines de garantizar la veracidad de la información sólo por personal autorizado y con fines académicos.

1.7 Las circunstancias bajo las cuales se termina su participación en el estudio

- Exacerbación de la enfermedad pulmonar crónica (infección viral respiratoria) que impida la continuidad del entrenamiento, máximo 3 sesiones.
- Cambio de la autorización de las sesiones de rehabilitación pulmonar de IPS por parte de la EPS.
- Decisión propia del participante de no continuar en el estudio.

2.0 DECLARACIÓN DEL PACIENTE

Declaro que soy mayor de edad, me encuentro en pleno uso de mis capacidades mentales y mi participación es voluntaria. Se me ha explicado y he entendido la naturaleza y propósito de los procedimientos que me realizarán. Así mismo, comprendo los riesgos y complicaciones más importantes del mismo que son: falta de aire, cansancio, dolor en el pecho, sudoración excesiva, palpitaciones fuertes, sensación de desmayo, paro respiratorio y/o muerte.

Se me ha informado que el procedimiento será realizado por estudiantes de último semestre de Fisioterapia de la Universidad del Valle: Diego Fernando Cuero Campaz, Carlos Mario Gutiérrez García y Hamilton Elías Rosero Carvajal, bajo el acompañamiento de las Fisioterapeutas Esther Wilches Luna y Olga Marina Hernández.

Se me ha informado que en cualquier momento puedo dejar de participar en la realización de este estudio.

Se me ha informado que mi identidad no será revelada al publicar o dar a conocer los resultados del estudio en que estoy participando.

Se me ha informado que los resultados de dicho procedimiento serán expuestos en un estudio que será publicado como Trabajo de Grado de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, Así mismo se me informara acerca de los resultados obtenidos, al igual que al Hospital Universitario del Valle.

En caso de tener alguna inquietud acerca del estudio o desee información, puedo comunicarme con los estudiantes encargados del mismo.

He leído este consentimiento y he aclarado las dudas con respecto al estudio, además he recibido una copia del mismo. Estoy de acuerdo en participar en este estudio y como prueba de lo anterior firmo en conformidad.

-Nombre del paciente Documento de identidad Firma del Paciente Fecha Teléfono

-Nombre del testigo 1 Firma del testigo 1 Teléfono Relación con el paciente

-Nombre del testigo 2 Firma del testigo 2 Teléfono Relación con el paciente

Declaro que se me respeten las siguientes condiciones (si no hay, escriba ninguna)

Usted recibirá una copia del presente consentimiento informado.

3. DECLARACIÓN DEL SUPERVISOR Y LOS ESTUDIANTES INVESTIGADORES.

Hemos informado al paciente el propósito y naturaleza del procedimiento descrito anteriormente, de sus posibles riesgos y la utilización de los resultados del mismo.

Nombre de los investigadores	Documento de identidad	Firma del investigador
-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Carlos Mario Gutiérrez García 3146147701	_____	_____
---	-------	-------

Diego Fernando Cuero Campaz 3164514021	_____	_____
---	-------	-------

Hamilton Elías Rosero Carvajal 3163987053	_____	_____
--	-------	-------

Esther Cecilia Wilches Luna	_____	_____
-----------------------------	-------	-------

Olga Marina Hernández	_____	_____
-----------------------	-------	-------

Fecha: _____

ANEXO D. Protocolo (PEMS) para determinar el porcentaje de fuerza muscular máximo y la carga de entrenamiento de los miembros superiores en pacientes con Enfermedades Respiratorias Crónicas utilizando el Test de predicción de 1 Repetición Máxima (RM)

1.0 Introducción

La determinación de la carga correspondiente a una repetición máxima (1RM) es uno de los métodos más utilizados para determinar la fuerza máxima dinámica de cada grupo muscular. Su importancia radica en poder realizar una correcta prescripción del ejercicio que se adapte a las necesidades de cada sujeto

La fuerza muscular se encuentra disminuida en aproximadamente el 20-30% de pacientes con EPOC moderado a severo^{1, 2} La disminución de la actividad física, que se presenta en estos pacientes, afecta al músculo tanto en su trofismo como en su capacidad oxidativa, causando pérdida de masa muscular, reduciendo la capacidad de generar fuerza, y disminuyendo el umbral de fatiga afectando la resistencia muscular.

Güell R Rous, refiere en su estudio que diferentes investigaciones han demostrado que los efectos del entrenamiento muscular de miembros superiores consiguen mejorar la disnea, la capacidad de esfuerzo y la Calidad de Vida relacionada con la Salud (CVRS), y que a su vez con la implementación del ejercicio físico se consiguen cambios estructurales y funcionales en el músculo.³

La revisión bibliográfica, realizada por la ACCP/AACVPR, según criterios de medicina basada en la evidencia (MBE), reconoce una evidencia de tipo B, para el entrenamiento de miembros superiores, por lo que los autores aconsejan valorar la incorporación de este componente a los programas.⁴

De esta manera, para lograr entrenamiento satisfactorio de los miembros superiores es importante realizar una evaluación inicial y final, que permita la medición de la fuerza muscular de los miembros superiores y de acuerdo a los resultados, establecer de forma objetiva el entrenamiento de los miembros superiores según la necesidad de cada paciente.

¹ 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.

² Bernard S, Leblanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, *et al.* Peripheral Muscle Weakness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998; 158: 629-634.

³ Güell R. Chronic obstructive pulmonary disease and peripheral muscles. *Arch Bronconeumol* 2000; 36: 519-524.

⁴ Kaplan R. Effects of pulmonary in rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med.* 1995; 123: 833.

2.0 Descripción

Un 1RM es definido como la máxima carga que puede ser levantada por un sujeto con una buena técnica en un rango completo de movimiento una sola vez⁵. Sin embargo, la seguridad se convierte en la mayor preocupación; intentar levantar un peso máximo una sola vez requiere de una gran habilidad y técnica de ejecución, además puede generar alto estrés en los músculos, huesos y tejidos conectivos del cuerpo, aumentando el riesgo de lesiones.

El test de predicción de 1 Repetición Máxima (1RM) es una prueba de campo que evalúa la fuerza máxima de un grupo muscular específico en los miembros superiores e inferiores de todos los sujetos, quienes levantan un peso determinado entre 7 y 10 veces, lenta y controladamente⁶. Para evaluar los resultados de la prueba se utilizará una ecuación, formulada por Brzycki (1993)⁷, para la predicción de 1RM mediante el peso alcanzado y el número de repeticiones realizadas. Esta fórmula es válida solamente para predecir 1RM cuando el número de repeticiones es menor de 10. A partir de este resultado, se realizará un cálculo de la carga de entrenamiento.

3.0 Indicaciones

3.1 Personas con Enfermedad Respiratoria Crónica (EPOC, Asma, etc.) que asistan al Programa de Rehabilitación Pulmonar del HUV, con el objetivo de determinar cuál es el porcentaje de peso levantado o carga de entrenamiento conveniente para ejercitar cada grupo muscular dentro de un plan de tratamiento³.

3.2 Personas que presenten debilidad o pérdida de fuerza muscular.

4.0 Contraindicaciones

4.1 Exacerbación de la EPOC o enfermedad respiratoria crónica,

4.2 Aumento de la tos o aumento de expectoraciones

4.3. SpO₂ menor de 87% con FIO₂ mayor del 50%.

4.4 FC máxima alcanzada en el test de caminata de los 6 minutos mayor del 70%.

4.5 disnea y fatiga mayor de 5 (Escala de Borg) en reposo

4.6 Lesión y/o alteración musculoesquelética de miembros superiores.

4.7 Dolor en Miembros Superiores mayor de 5 (Escala visual análoga del dolor) en reposo.

4.8 Enfermedades cardíacas no controladas

4.9 Dificultad para seguir órdenes y Trastornos neurológicos

5.0 Riesgos y Complicaciones

5.1 Dolor mayor de 3 (Escala visual análoga) en miembros superiores al levantar la carga.

5.2 Lesión en el miembro superior a evaluar.

⁵ Phillips W, Benton M, Wagner C, Riley C. The Effect of Single Set Resistance Training on Strength and Functional Fitness in Pulmonary Rehabilitation Patients. *J Cardiopulm Rehabil* 2006; 26:330/337.

⁶ Knutzen KM, Brilla LR, Caine D. Validity of 1RM prediction equations for older adults. *J Strength Cond Res.* 1999; 13: 3: 242–246.

⁷ Brzycki M. Strength testing: predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *JOPERD.* 1993; 64: 1: 88-90.

5.3 FIO2 mayor del 40% con cánula nasal.

5.4 Fatiga muscular.

6.0 Condiciones para el Procedimiento

6.1 Tener los recursos necesarios para elaborar el test

6.1.1 Equipo de Monitorización.

6.1.2 Mancuernas.

6.1.3 Oxígeno.

6.2 Saturación de oxígeno mayor del 89%, en aire ambiente⁸

6.3 Disnea menor de 3 según Escala de Borg y menos del 70% de la frecuencia cardiaca máxima alcanzada en el test de caminata de los 6 minutos.

6.4 El paciente oxígeno dependiente, debe usarlo para la realización del test.

6.5 El procedimiento debe ser realizado por un profesional técnicamente habilitado.

6.6 El profesional debe realizar valoración inicial, seguimiento y re-evaluación al paciente.

6.7 Tener en el lugar del test el equipo de reanimación y atención en caso de una urgencia.

7.0 Procedimiento

7.1 El paciente realizará los movimientos de las diagonales de miembro superior de la Técnica de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva; se explican a continuación:

7.1.1. Diagonal I

- Diagonal flexora: inicia con movimiento de Flexión-aducción-rotación externa (Escápula en elevación anterior; hombro en flexión, aducción, rotación externa; codo en flexión; antebrazo en supinación; muñeca en flexión hacia el lado radial; dedos en flexión en desviación radial; pulgar en flexión, aducción y oposición); y finaliza en extensión-abducción-rotación interna (En escápula descenso posterior; hombro en extensión, abducción y rotación interna; Codo en extensión; antebrazo en pronación; muñeca en extensión hacia el lado cubital; dedos en extensión y desviación cubital; pulgar en abducción y extensión)

7.1.2. Diagonal II:

- Diagonal flexora: inicia con movimiento de flexión-abducción-rotación externa. (En escápula elevación posterior; en hombro flexión, abducción, rotación externa; codo extendido; antebrazo en supinación; muñeca en extensión hacia el lado radial; dedos en extensión con desviación radial; pulgar en extensión y abducción) y finaliza en Extensión-aducción-rotación interna (Escápula en descenso anterior; hombro en extensión, aducción y rotación interna; codo extendido; antebrazo en pronación; muñeca en flexión hacia el lado radial; dedos en flexión y desviación cubital; pulgar en flexión, aducción y oposición)

7.2 Explicar el procedimiento al paciente, con palabras claras, y asegurarse que comprendió el movimiento a realizar.

7.3 Valorar la condición inicial del paciente:

7.3.1 Signos vitales, disnea (Escala de Borg)

7.3.2 Signos de dificultad respiratoria.

⁸ Phillips W. Op Cit.

7.3.3 Auscultación.

7.3.4 Pulsoximetría.

7.4 Explicación y demostración

Antes de realizar el test se explicará al paciente los movimientos que tendrá que hacer; el evaluador realizara los movimientos de las Diagonales y la forma de hacerlos. Para esto se utilizarán los siguientes comandos (la Técnica de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva tiene sus propios comandos, sin embargo se utilizarán un comando diferente teniendo en cuenta la población a la cual se le aplicará el protocolo. Se tendrá en cuenta que el paciente estará ubicado delante una pared en posición bípeda para que los comandos se entiendan y realicen de mejor manera:

- Diagonal I: “Agarre la pesa con su mano dominante y ubíquela al lado de su cuerpo con el codo estirado; llévela la pesa desde esta posición hasta su oreja contraria y toque la pared, levantando el codo, ahora baje su brazo hasta tocar la pared con la pesa”. todo el movimiento debe hacerse lentamente y siguiendo la respiración que será así: “tome aire en la posición inicial y lo bota hasta llegar a su oreja, luego vuelve a tomar aire y al bajar el brazo lo va botando”.
- Diagonal II: “Agarre la pesa con su mano dominante y ubíquela sobre la cadera del lado contrario; llévela la pesa hacia arriba y hacia atrás tocando con la pesa la pared, estirando el codo, baje su brazo por delante hasta tocar su cadera contraria nuevamente”. todo el movimiento debe hacerse lentamente y siguiendo la respiración que será así: “tome aire en la posición inicial y lo bota hasta llegar a la pared, luego vuelve a tomar aire y al bajar el brazo lo va botando”.

7.4.1 El test se iniciará de pie si el paciente presenta SpO₂ mayor de 89% (aire ambiente) y disnea menor de 3, según Escala de Borg y menos del 70% de la frecuencia cardiaca máxima alcanzada en el test de caminata de los 6 minutos.

7.4.2 El paciente con diagnóstico médico de EPOC, utilizará broncodilatadores 15 minutos antes de iniciar el test.

7.4.3 El test se realizará en posición sedente si:

- Existen limitaciones físicas que impiden adoptar posición bípeda.
- Si al inicio del test el paciente presenta spO₂ menor de 87% en aire ambiente por más de un minuto. En este caso se deberá colocar oxígeno hasta alcanzar una spO₂ mayor de 89%.

7.5 Ejecución

El paciente iniciará el test después de utilizar los Broncodilatadores, y después de esto se esperará 5 minutos más para realizar la toma de los signos vitales. Una comunicación clara con el paciente es necesaria para facilitar la determinación de 1RM.

7.5.1 Realizar un calentamiento previo con 10 repeticiones del movimiento con una carga de 0.5 libras (lb). Esto ayudará a que el paciente aprenda y practique el movimiento. Se mide SpO₂, disnea y frecuencia cardiaca.

7.5.2 El sujeto descansará durante 1 minuto sentado.

7.5.3 Después de 1 minuto de descanso, el sujeto realizará 1 serie de 4 repeticiones con una carga de 1lb. Posteriormente se continuarán realizando series de 4 repeticiones, con un minuto de

descanso (de pie) entre estas, aumentando la carga 0,5 lb hasta encontrar una carga que genere compensaciones tales como: elevación del hombro y rotación de tronco.⁹

7.5.4. Después de descansar 1 minuto, con ese último peso, el paciente realizará el movimiento entre 7-10 repeticiones¹⁰. Las repeticiones continúan hasta que el paciente no pueda realizar el arco de movimiento completo con la carga. Se tomara al final de las repeticiones: Frecuencia cardiaca, SPO2 y disnea.

7.5.5 El objetivo es encontrar el porcentaje de fuerza muscular máximo, con la ecuación de predicción de 1RM de Brzycki¹⁰, mediante un peso máximo y un número determinado de repeticiones satisfactorias (realizadas con un arco completo de movimiento) que no sobrepasen las.¹¹

7.5.7 Al finalizar la primera diagonal se auscultara al paciente, se tomaran signos vitales (frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, SPO2, dolor y escala de Borg) y descansará sentado por 5 minutos, antes de iniciar la segunda diagonal.

7.5.8 al finalizar la prueba se realizarán estiramientos que involucren miembros superiores, cuello y tronco.

7.6 Entrenamiento

Se realiza con los mismos movimientos diagonales utilizados para la evaluación, la prescripción de la carga se realiza con base al resultado de la medición de 1RM con una progresión del 40 al 80% de la medición inicial distribuida en 5 ciclos, 3 series de 10 a 15 repeticiones y una frecuencia de 2 a 3 veces por semana.

8.0 Monitorización

8.1 Signos clínicos.

8.1.1 aleteo nasal

8.1.2 Uso de músculos accesorios

8.2 Auscultación

8.3 Signos vitales.

8.4. Pulsoximetría

8.4.1 La SpO2 debe ser monitorizada permanentemente.

8.5 La disnea debe ser medida pre-prueba y post-prueba.

8.6 El Dolor en miembros superiores debe ser evaluado pre-prueba y post-prueba.

9.0 Indicaciones para suspender el Procedimiento

9.1 Disnea mayor de 5 (Escala de Borg)

9.2 Saturación por pulsoximetría menor de 88% por 20 segundos o más, con FIO2 mayor al 50%.

9.3 Presencia de sibilancias que no mejora con el uso de beta dos adrenérgicos.

9.4 Cuando el paciente refiera molestias subjetivas intensas.

9.5 Si se observa cada vez con mayor dificultad y/o con aumento sostenido de la frecuencia respiratoria

9.6 Cuando el paciente refiera dolor en la extremidad evaluada mayor de 3(escala visual del dolor)

⁹ Benton M, Swan P. Addition of Resistance Training to Pulmonary Rehabilitation Programs: An Evidence-based Rationale and Guidelines for Use of Resistance Training with Elderly Patients with COPD. *Cardiopulm Phys Ther J* 2006; 17: 4.

¹⁰ Knutzen K. Op Cit.

¹¹ Ibídem

10. Recursos

Para realizar el test se utilizará:

- 10.1 Pesas o Mancuernas Metálicas con pesos diferentes en libras (0.5, - 10.5).
- 10.2 Telemetría
- 10.3 Oxígeno
- 10.4 Fonendoscopio
- 10.5 Cronometro

11.0 Re-Evaluación

- 11.1 Se realiza al finalizar las sesiones de rehabilitación pulmonar asignadas.
- 11.2 Realizar toma de signos vitales (Fc, Fr, SpO₂, dolor, Disnea) mediante telemetría.
- 11.3 Auscultar al paciente para identificar ruidos respiratorios que sugieran complicaciones.
- 11.4 Registrar los datos de la re-evaluación, así como cualquier problema que haya ocurrido durante el procedimiento.

12.0 Manejo de Complicaciones

- 12.1 Administración de oxígeno por sistema de bajo flujo (cánula nasal) o alto flujo (sistema ventury) para mantener SpO₂ > 89%
- 12.2 Administración de salbutamol IDM con inhalo cámara. Cada 10 minutos tres veces, 2 o 4 puffs y/o 3 nebulizaciones con Salbutamol (2.5 a 5.0 mg).
- 12.3 Todos los eventos adversos deben ser consignados en la historia clínica del paciente.

13.0 Evaluación de los Resultados

- 13.1 Con la aplicación de la prueba al inicio y al final las sesiones de rehabilitación pulmonar se espera obtener:
 - 13.1.1 Valoración de la fuerza muscular.
 - 13.1.2 Valoración de las respuestas cardiorrespiratorias durante el levantamiento de los miembros superiores.

Bibliografía

- BENTON M, SWAN P. Addition of Resistance Training to Pulmonary Rehabilitation Programs: An Evidence-based Rationale and Guidelines for Use of Resistance Training with Elderly Patients with COPD. *Cardiopulm Phys Ther J* 2006; 17: 4
- BERNARD S, LEBLANC P, WHITOM F, CARRIER G, JOBIN J, BELLEAU R, *et al.* Peripheral Muscle Weakness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998; 158: 629-634.
- BRZYCKI M. Strength testing: predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *JOPERD.* 1993; 64: 1: 88-90.
- GÜELL R. Chronic obstructive pulmonary disease and peripheral muscles. *Arch Bronconeumol* 2000; 36: 519-524.
- 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.
- KAPLAN R. Effects of pulmonary in rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med.* 1995; 123: 833.
- KNUTZEN KM, BRILLA LR, CAINE D. Validity of 1RM prediction equations for older adults. *J Strength Cond Res.* 1999; 13: 3: 242–246.

- PHILLIPS, W; BATTERHAM, A; VALENZUELA, J; BURKETT, L. Reliability of Maximal Strength Testing in Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:329-34
- PHILLIPS W, BENTON M, WAGNER C, RILEY C. The Effect of Single Set Resistance Training on Strength and Functional Fitness in Pulmonary Rehabilitation Patients. *J Cardiopulm Rehabil* 2006; 26:330/337.

ANEXO E. Mancuerna Multipeso LDM2

Debido a que los pacientes con enfermedad pulmonar crónica presentan una condición de salud variable entre ellos, y el entrenamiento de la fuerza muscular de los miembros superiores debe hacer parte de su programa de ejercicio, se deben establecer cargas con pesos determinados que estimulen el entrenamiento de esta cualidad, y que les permita responder a las demandas en las actividades de la vida diaria realizadas con sus miembros superiores.

En el comercio solo se encuentran mancuernas de pesos exactos, es decir de 1, 2, 3, 4 y 5 libras o mayores. Por éste motivo, la Mancuerna Multipeso fue diseñada especialmente para el desarrollo de éste estudio, facilitando cargas intermedias de $\frac{1}{2}$ libra, es decir, pesos entre 250 gramos hasta 10 libras, brindando la oportunidad de variar el peso, para que pueda ser levantado tanto por personas de 40 años como de 80 años en cualquier condición clínica.

Esta nueva versión de Mancuerna Multipeso ha sufrido pequeñas modificaciones en pro de mejorar el desempeño del producto en cuanto a uso y manejo del mismo. (Figura 2)

FICHA TÉCNICA

La estructura principal de la mancuerna está compuesta de:

- 2 Discos de madera de pino seco y estabilizado con tratamiento fitosanitario
- 1 Disco de MDF de 3.5 mm de espesor con cubierta melamínica color madera
- 1 Tubo de aluminio anodizado de 2.5cm (1" pulgada) de diámetro
- 1 Tornillo de $\frac{1}{2}$ " galvanizado, cabeza hexagonal con 16.5 cm (6 $\frac{1}{2}$ " pulgadas) de longitud
- 1 Tuerca ciega de $\frac{1}{2}$ " cromada
- 1 disco de fomi (material de espuma)
- Plomo



Figura 2. Mancuerna Multipeso LDM2 con barras

La madera está pintada con laca transparente mate catalizada y en los bordes se empleó un atomizador de caucho negro.



Figura 3. Mancuerna Multipeso LDM2 con barras

Las barras están compuestas de:

1. Tubo de aluminio de 2.5cm (1") de diámetro anodizado en 3 colores
2. 2 Tapones plásticos por cada barra
3. Plomo

Los colores son natural mate, champaña, y anoloc para marcar las diferencias de masa: Natural mate 250 gramos, Champaña 500 gramos y Anoloc 750 gramos.

Se procuró respetar en lo posible las dimensiones y aspecto de la primera versión. Todas las modificaciones realizadas fueron con el único objetivo de mejorar el desempeño y el costo beneficio del producto. Los discos de madera tienen un diámetro de 18.5 cm (7 $\frac{1}{4}$ "), el espesor de los discos es de 19 mm ($\frac{3}{4}$ ") y 24 mm (1") aproximadamente.

Cada mancuerna consta de (Figura 3):

- 1 Barra de 250 gr ($\frac{1}{2}$ Lb)
- 8 Barras de 500 gr (1 Lb)
- 1 Mancuerna de 750 gr (1 $\frac{1}{2}$ Lb)

La variación del producto en este caso consiste en el mejoramiento del mecanismo de aumento/reducción de pesos en la mancuerna. En la primera versión se debía retirar una tuerca mariposa para extraer uno de los discos de mdf

y así adicionar/extraer las barras; esto se debía hacer en todo momento que se quisiera variar la masa de la mancuerna, además, en la medida en que aumentaran las barras el profesional que estuviera realizando la evaluación tenía que mantener el equilibrio de las mismas para poder armar de nuevo el producto; labor molesta y complicada, resultando en pérdida de tiempo durante el proceso de evaluación con cada paciente. Esta nueva versión, La LDM2 mejora considerablemente el desempeño del producto para el cambio de las masas con solo girar un disco, agilizando notablemente el proceso. Lo que antes requería algunos minutos, ahora solo necesitara unos cuantos segundos, sin necesidad de desarmar el producto o apoyarse sobre una mesa.

La Mancuerna Multipeso LDM2 y cada una de sus barras se calibraron en una Gramera Digital Scale referencia SF-400 (Figura 4), para ajustar las masas requeridas en este estudio.



Figura 4. Gramera Digital Scale (Ref. SF-400)

ANEXO F. UULEX (Unsupported Upper Limb Exercise) Modificado

Esta es una prueba de ejercicio incremental para MMSS sin soporte; sin embargo, para efectos de este estudio, al protocolo del test original se le realizaron algunos ajustes. De este modo se utiliza como método de ejercicio complementario al entrenamiento de la fuerza.

Procedimiento

El ejercicio se realizará en posición sedente utilizando el tablero UULEX, que consta de ocho barras horizontales de 84 cm de longitud y 8 cm de ancho, separadas 15 cm entre los centros de las barras, ajustado al nivel de las rodillas de cada paciente, quien debe estar sentado con los pies apoyados sobre el piso formando un ángulo de 90° (cadera-rodilla). La silla debe tener espaldar sin apoya brazos.

Se inicia con 1 minuto de calentamiento, durante el cual la persona levanta simultáneamente sus brazos con los codos extendidos, levantando una barra liviana de 250gr de una posición neutra al primer nivel. Después del calentamiento, la amplitud vertical del movimiento de la barra irá incrementando 15cm cada minuto, el paciente ira avanzando a cada nivel (número) del tablero (figura 1 y 2). El paciente continuará el ejercicio hasta la estación más alta, con un minuto de descanso entre los niveles, realizando aproximadamente 30 movimientos por minuto.



Figura 5. Posición neutra del UULEX modificado



Figura 6. Movimiento hacia los niveles del UULEX

ANEXO 6. Formato de evaluación y entrenamiento para miembros superiores

Datos Personales

Sujeto N° _____ Historia Clínica: _____ Género M___ F___
 Edad: _____ años Dominancia: Derecha___ Izquierda___ Diagnóstico _____ Broncodilatador: Si___ No___ FC
 Máx. (Test de caminata): _____

Fecha-Evaluación inicial: __/__/____

Fecha-Evaluación final: __/__/____

Peso en libras	Diagonal 1		Diagonal 2	
	Rep	1 RM	Rep	1 RM
0.5				
1.0				
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				
3.5				
4.0				
4.5				
5.0				
5.5				
6.0				
6.5				
7.0				
7.5				
8.0				
8.5				
9.0				
9.5				
10.0				
10.5				

Peso en libras	Diagonal 1		Diagonal 2	
	Rep	1 RM	Rep	1 RM
0.5				
1.0				
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				
3.5				
4.0				
4.5				
5.0				
5.5				
6.0				
6.5				
7.0				
7.5				
8.0				
8.5				
9.0				
9.5				
10.0				
10.5				

Diagonal I

Fecha-Evaluación inicial: __/__/____

Signos	Inicial	Calent.	Final
FC			
FR			
SpO2			
TA			
FIO2			
Disnea BORG			
Dolor			

Diagonal I

Fecha-Evaluación Final: __/__/____

Signos	Inicial	Calent.	Final
FC			
FR			
SpO2			
TA			
FIO2			
Disnea BORG			
Dolor			

Diagonal II

Fecha-Evaluación inicial: __/__/____

Signos	Inicial	Calent.	Final
FC			
FR			
SpO2			
TA			
FIO2			
Disnea BORG			
Dolor			

Diagonal II

Fecha-Evaluación Final: __/__/____

Signos	Inicial	Calent.	Final
FC			
FR			
SpO2			
TA			
FIO2			
Disnea BORG			
Dolor			

RM= peso levantado (PL) / 1.0278-(0.0278* Repts)= Equivale al 100% de esfuerzo

Se suspende la prueba: Si ____ No ____ Motivo: _____

Recolección de datos del entrenamiento de fuerza

Diagonal I 1RM=_____

Diagonal II 1RM=_____

Ciclos	% de esfuerzo	Peso en libras*		Nº de Series	Nº de Repeticiones
		Est	Real		
1	40%			3	15
2	50%			3	15
3	60%			3	12
4	70%			3	12
5	80%			3	10

Ciclos	% de esfuerzo	Peso en libras*		Nº de Series	Nº de Repeticiones
		Est	Real		
1	40%			3	15
2	50%			3	15
3	60%			3	12
4	70%			3	12
5	80%			3	10

Observaciones: _____

Recolección de datos del entrenamiento de resistencia (UULEX)

NIVEL	# Repeticiones inicio	# Repeticiones final
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Signos	Inicial	Calent.	Final	Signos	Inicial	Calent.	Final
FC				FC			
FR				FR			
SpO2				SpO2			
TA				TA			
FI02				FI02			
Disnea BORG				Disnea BORG			
Dolor				Dolor			

ANEXO H. Escala de actividades de la vida diaria. London Chest Activity of Daily Living (LCADL)¹²

Datos Personales

Sujeto N° _____ Historia Clínica: _____ Test N° _____
 Género M ___ F ___ Edad: _____ años Diagnóstico _____
 ¿Vive solo? Sí _ No _

Por favor, díganos cuánto ahogo ha sentido en los últimos días haciendo las siguientes actividades:

Autocuidado

- | | | | | | | |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1) Secarse | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 2) Vestirse la parte superior del cuerpo | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 3) Ponerse zapatos/calzetas | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 4) Lavarse el pelo | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |

Domésticas

- | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 5) Hacer las camas | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 6) Cambiar las sábanas | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 7) Limpiar ventanas/cortinas | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 8) Limpiar/sacar el polvo | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 9) Lavar los platos | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 10) Aspirar/barrer | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |

Físicas

- | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 11) Subir escaleras | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 12) Agacharse/inclinarse | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
- Ocio (de tiempo libre)**
- | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 13) Caminar por casa | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 14) Salir para distraerse | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |
| 15) Hablar | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 |

Cuánto le afecta a usted su respiración en sus actividades habituales de la vida diaria:

Mucho__ Un poco__ Nada__

Por favor, lea atentamente y marque con un círculo el número que corresponda en cada actividad.

Este cuestionario ha sido diseñado para saber cuáles son aquellas actividades que usted no puede realizar debido al ahogo y para conocer cuánto ahogo siente durante aquellas actividades que usted todavía realiza. Todas las respuestas son confidenciales. Si usted no realiza una actividad, porque no es pertinente o porque nunca la ha realizado, por favor responda:

0. No lo haría de ninguna manera

Si una actividad es fácil para usted, por favor responda:

1. No siento ahogo

Si la actividad le produce un poco de ahogo, por favor responda:

2. Siento moderado ahogo

Si la actividad le produce mucho ahogo, por favor responda:

3. Siento mucho ahogo

Si usted tiene que parar la actividad debido al ahogo que siente y no tiene a nadie que la realice por usted, por favor responda:

4. No puedo hacerlo de ninguna manera

Si alguna persona lo hace por usted o le ayuda porque siente demasiado ahogo (p. ej., un asistente me hace la compra), por favor responda:

5. Necesito otra persona que lo haga por mí.

¹² Vilaró, J. y cols. Actividades de la vida diaria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica: validación de la traducción española y análisis comparativo de 2 cuestionarios. Med Clin (Barc). 2007; 129(9):326-332.