

# **UNIVERSIDAD DE OVIEDO**

**PROGRAMA DE DOCTORADO:  
DIAGNÓSTICO EN SALUD DE LA COMUNIDAD**

**PROGRAMA HOSPITALARIO-DOMICILIARIO DE  
ENTRENAMIENTO AL ESFUERZO PARA PACIENTES CON EPOC**

**Almudena García García**



## RESUMEN DEL CONTENIDO DE TESIS DOCTORAL

1.- Título de la Tesis	
Español/Otro Idioma: PROGRAMA HOSPITALARIO-DOMICILIARIO DE ENTRENAMIENTO AL ESFUERZO PARA PACIENTES CON EPOC	Inglés: HOSPITAL AND HOME TRAINING PROGRAM IN COPD PATIENTS
2.- Autor	
Nombre: ALMUDENA GARCÍA GARCÍA	
Programa de Doctorado: DIAGNÓSTICO EN SALUD DE LA COMUNIDAD	
Órgano responsable: DEPARTAMENTO DE MEDICINA	

### RESUMEN (en español)

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), es una entidad caracterizada esencialmente por una limitación crónica al flujo aéreo, no reversible, asociada a una respuesta inflamatoria anormal de los pulmones a partículas nocivas y gases. Los pacientes con EPOC tienen una importante pérdida de calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), consecuencia de la limitación respiratoria y de las comorbilidades sistémicas asociadas, que derivan en el desarrollo de miedo y ansiedad ante el esfuerzo, y secundariamente en sedentarismo acomodativo, que en ocasiones, incluso impide al paciente realizar las actividades básicas de la vida diaria. Uno de los pilares del tratamiento de la EPOC es la Rehabilitación Respiratoria (RR), que ha demostrado mejorar la tolerancia al ejercicio y la CVRS, pero no todos los enfermos tienen fácil acceso a la misma, por ser una terapia poco conocida entre los profesionales de la salud. Los objetivos del presente trabajo fueron diseñar, desarrollar y evaluar un programa hospitalario de RR para pacientes con EPOC en régimen ambulatorio dentro de nuestro ámbito de trabajo, el Instituto Nacional de Silicosis.

Registramos parámetros de función respiratoria, de capacidad de ejercicio y de CVRS en 47 pacientes con EPOC antes y después de completar el programa de RR. Cada sujeto completó una sesión de educación y 20 sesiones compuestas de: entrenamiento de resistencia en miembros inferiores, entrenamiento de fuerza en miembros superiores y fisioterapia respiratoria, siguiendo las recomendaciones de la European Respiratory Society, la American Thoracic Society, el American College of Chest Physicians y la American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation.

Tras finalizar el programa de RR objetivamos mejorías significativas en la CVRS y en la capacidad de ejercicio de los pacientes con EPOC estudiados.

Durante el desarrollo del programa de RR también detectamos aspectos sugestivos de mejora como: la optimización de la intensidad del entrenamiento de resistencia en miembros inferiores, cuando indicar entrenamiento de los músculos respiratorios y cuando sería útil el uso de oxigenoterapia coadyuvante. No conseguimos evaluar los beneficios a largo plazo del tratamiento con RR.



## RESUMEN (en Inglés)

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is an entity essentially characterized by an irreversible airflow limitation and an abnormal inflammatory lung response to noxious particles and gases. Consequently to airflow limitation and systemic comorbidity, COPD patients develop fear and anxiety regarding the exercise, and decrease physical activity, even sometimes, the patient is unable to perform basic activities of daily life. This limitation results in a significant loss of quality of life. Pulmonary rehabilitation has been shown to be an effective intervention to increase exercise tolerance and quality of life in COPD patients, but it is little known by health carers and not all patients have easy access to this treatment.

The aims of this project were design, develop and analyze a pulmonary rehabilitation program for COPD outpatients in our work area, Instituto Nacional de Silicosis. We recorded the respiratory function, the exercise capacity and the quality of life in forty seven patients with COPD before and after completing the rehabilitation program. Each patient attended to one educational session and twenty training sessions in which they developed physical therapy, lower limb aerobic exercise and upper limbs resistance exercise, following the recommendations of the European Respiratory Society, the American Thoracic Society, the American College of Chest Physicians and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. We observed significant improvements in quality of life and exercise capacity after the pulmonary rehabilitation program. During the treatment development, we found suggesting improvement aspects like: the optimal intensity of lower limb aerobic exercise; when it is necessary the respiratory muscle training; and when it is useful the coadjuvant oxygen therapy. We were unable to evaluate the long-term benefits from pulmonary rehabilitation program.

SR. DIRECTOR DE DEPARTAMENTO DE MEDICINA

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EN MEDICINA

A Inés

Son muchas las personas que han hecho posible este proyecto y me gustaría expresarles mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar a mis compañeros Neumólogos del Instituto Nacional de Silicosis, Adjuntos y Residentes, que confiaron en mí, me ayudaron a la hora de seleccionar a los pacientes y soportaron mis preocupaciones durante los más de dos años que ha durado este proyecto.

A todo el personal del laboratorio de función pulmonar, por su paciencia con los pacientes y conmigo.

A la Enfermera Blanca Rodríguez, y a la Dra. Marta Iscar, expertas en la realización de pruebas de esfuerzo, por su profesionalidad, por su apoyo incondicional y por el cariño que regalaron a todos los pacientes que participaron en el estudio.

A las fisioterapeutas respiratorias: Ana Lidia Álvarez, María Ángeles Vega, María Teresa Fernández-Villamil, María Teresa Fernández, Natalia Sánchez, Oscar Manuel Blanco y Rosa Ana Álvarez. Sin ellas habría sido imposible desarrollar este proyecto.

A mi directora la Dra. María Ángeles Montoliú y mi tutor el Dr. Casán Clarà, por confiar en mí en momentos difíciles.

## TABLA DE CONTENIDOS

Tabla de contenidos .....	i
Lista de figuras y tablas .....	ii
Abreviaturas .....	iv
Resumen .....	vii
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 ¿Qué es la EPOC? .....	3
1.2 Un poco de historia .....	4
1.3 Epidemiología de la EPOC en nuestros días .....	5
1.4 Etiología de la EPOC .....	8
1.5 Fisiopatología de la EPOC .....	9
1.6 Diagnóstico de la EPOC	
1.6.1 Espirometría .....	15
1.6.2 Otras pruebas diagnósticas .....	19
1.6.3 Medida de la capacidad funcional .....	24
1.7 Evaluación de la gravedad y pronóstico de la EPOC .....	40
1.8 Evaluación de la CVRS en pacientes con EPOC .....	43
1.9 Tratamiento de la EPOC .....	46
1.10 Rehabilitación Respiratoria en la EPOC	
1.10.1 Definición y objetivos .....	51
1.10.2 Un poco de historia .....	52
1.10.3 Efectos de la Rehabilitación Respiratoria .....	55
1.10.4 Población diana .....	63
1.10.5 Organización de un programa de Rehabilitación Respiratoria .....	64
2. HIPÓTESIS .....	65
3. OBJETIVOS .....	68
4. SUJETOS Y MÉTODOS	
4.1 Tipo de estudio y selección de sujetos .....	73
4.2 Desarrollo del estudio .....	74
4.3 Análisis estadístico .....	76
5. RESULTADOS	
5.1 Características de la muestra inicial .....	82
5.2 Características del programa de entrenamiento .....	88
5.3 Características de la muestra que abandonó .....	90
5.4 Evaluación del programa de Rehabilitación respiratoria ...	93
6. DISCUSIÓN .....	98
7. CONCLUSIONES .....	111
8. BIBLIOGRAFÍA .....	114
9. ANEXOS .....	122

# LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

## FIGURAS

### INTRODUCCIÓN

Figura 1: Mapa de mortalidad por comunidades autónomas año 2006. Hombres.

Figura 2: Mapa de mortalidad por comunidades autónomas años 2006. Mujeres.

Figura 3: Bronquio normal y bronquitis crónica.

Figura 4: Bronquiolitis obstructiva.

Figura 5: Enfisema.

Figura 6: Histología de una arteriola pequeña y de la enfermedad vascular pulmonar.

Figura 7: Inflamación en la EPOC.

Figura 8: Volúmenes pulmonares.

Figura 9: Capacidad Vital Forzada.

Figura 10: Hiperventilación dinámica.

Figura 11: Medición de la difusión del monóxido de carbono por respiración única.

Figura 12: Prueba de marcha de 6 minutos.

Figura 13: Escala de disnea BORG modificada.

Figura 14: Respuestas a rangos tolerables de intensidad de trabajo realizado en una prueba de ejercicio incremental.

Figura 15: Consumo de Oxígeno.

Figura 16: Frecuencia cardiaca en una prueba de ejercicio incremental

Figura 17: Máxima Ventilación Voluntaria.

Figura 18: Umbral anaeróbico.

Figura 19: Cálculo del umbral anaeróbico.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Figura 20: Dispositivo Threshold.

Figura 21: Sala de entrenamiento en el Instituto Nacional de Silicosis.

## RESULTADOS

Figura 22: Pacientes incluidos en el estudio.

## **TABLAS**

### INTRODUCCIÓN

Tabla 1: Clasificación de la gravedad de la limitación al flujo aéreo en la EPOC a partir del FEV<sub>1</sub> postbroncodilatador.

Tabla 2: Escala de disnea modificada del mMRC.

Tabla 3: Índice BODE.

Tabla 4: Actividades de la vida diaria.

Tabla 5: Tratamiento de la EPOC.

Tabla 6: Niveles de evidencia.

Tabla 7: Balance riesgo-beneficio del tratamiento.

### RESULTADOS

Tabla 8: Función respiratoria de la muestra que inició el tratamiento.

Tabla 9: Función de la musculatura respiratoria de la muestra que inició el tratamiento.

Tabla 10: Gasometría arterial de la muestra que inició el tratamiento.

Tabla 11: Prueba de esfuerzo cardiopulmonar de la muestra que inició el tratamiento.

Tabla 12: Prueba de marcha de 6 minutos de la muestra que inició el tratamiento.

Tabla 13: Función pulmonar, función de la musculatura respiratoria y gasometría arterial de la muestra que abandonó el tratamiento.

Tabla 14: Prueba de esfuerzo cardiopulmonar y prueba de marcha de 6 minutos de la muestra que abandonó el tratamiento.

Tabla 15: Diferencias entre la muestra que finalizó el tratamiento y la muestra que lo abandonó.

Tabla 16: Diferencias en la función pulmonar, la función de la musculatura respiratoria y la gasometría arterial antes y después del programa de Rehabilitación Respiratoria.



Tabla 17: Diferencias en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar y la prueba de marcha de 6 minutos antes y después del programa de Rehabilitación Respiratoria.

Tabla 18: Diferencias en la Calidad de Vida antes y después del programa de Rehabilitación Respiratoria.

Tabla 19: Diferencia en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar tras al menos 12 meses de haber finalizado el programa de Rehabilitación Respiratoria con respecto a la valoración inicial.

## **ABREVIATURAS:**

AACVPR: Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation.

ACCP: American College of Chest Physicians.

AT: Umbral anaeróbico.

ATP: Adenosin-trifosfato.

ATS: American Thoracic Society

AVD: Actividades básicas de la vida diaria.

CO: Monóxido de carbono.

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono.

CRQ-SAS: Versión española auto-administrada del cuestionario específico de la enfermedad respiratoria crónica.

CV: Capacidad vital.

CVRS: Calidad de vida relacionada de la salud.

DT: Desviación típica.

ECG: Registro electrocardiográfico.

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

ERS: European Respiratory Society.

ERV: Volumen de reserva espiratoria.

FC: Frecuencia cardiaca.

FEF<sub>25-75</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la capacidad vital forzada.

FEV<sub>1</sub>: Volumen espiratorio forzado espirado en el primer segundo.

FR: Frecuencia respiratoria.

FRC: Capacidad residual funcional.

FVC: Capacidad vital forzada.

GC: Gasto Cardíaco

GesEPOC: guía Española de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.

GOLD: Global initiative for chronic obstructive lung disease.

Hb: Hemoglobina.

HR: Hazard ratio.

HRR: Reserva cardíaca.

HUCA: Hospital Universitario Central de Asturias.

IMC: Índice de masa corporal.

INS: Instituto Nacional de Silicosis.

IRV: Volumen de reserva inspiratoria.

LCADL: The London chest activity of daily living scale”.

mMRC: Escala modificada de disnea del Medical Research Council.

MMII: Miembros inferiores.

MMSS: Miembros superiores.

MMV: Máxima ventilación voluntaria.

6MWT: Prueba de marcha de 6 minutos.

O<sub>2</sub>: Oxígeno.

OMS: Organización mundial de la Salud.

PaCO<sub>2</sub>: Presión arterial de dióxido de carbono.

PaO<sub>2</sub>: Presión arterial de oxígeno.

PECP: Prueba de esfuerzo cardiopulmonar.

PETCO<sub>2</sub>: Presión de dióxido de carbono espirada medida al final de la espiración.

PE $\text{TO}_2$ : Presión de oxígeno espirada medida al final de la espiración.

Pv $\text{O}_2$ : Presión venosa de oxígeno.

PEF: Flujo espiratorio pico.

PEM: Presión espiratoria máxima.

PIM: Presión inspiratoria máxima.

RER: Índice de intercambio respiratorio.

RQ: Cociente respiratorio.

RR: Rehabilitación respiratoria.

Sp $\text{O}_2$ : Saturación de oxígeno medida con pulsioxímetro.

TAD: Tensión arterial diastólica.

TAS: Tensión arterial sistólica.

TLC: Capacidad pulmonar total.

V $\text{CO}_2$ : Consumo de dióxido de carbono.

VE: Ventilación minuto.

VE $_{max}$ : Ventilación minuto máxima.

VE/V $\text{CO}_2$ : Equivalente ventilatorio de dióxido de carbono.

VE/V $\dot{\text{O}}_2$ : Equivalente ventilatorio de oxígeno.

VMNI: Ventilación mecánica no invasiva.

V $\dot{\text{O}}_2$ : Consumo de oxígeno.

V $\dot{\text{O}}_{2max}$ : Consumo de oxígeno máximo.

V $\dot{\text{O}}_2$ /FC: pulso de oxígeno.

V $\dot{\text{O}}_{2pico}$ : Consumo de oxígeno pico.

VR: Volumen residual.

VT: Volumen corriente.

## **RESUMEN:**

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), es una entidad caracterizada esencialmente por una limitación crónica al flujo aéreo, no reversible, asociada a una respuesta inflamatoria anormal de los pulmones a partículas nocivas y gases. Los pacientes con EPOC tienen una importante pérdida de calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), consecuencia de la limitación respiratoria y de las comorbilidades sistémicas asociadas, que derivan en el desarrollo de miedo y ansiedad ante el esfuerzo, y secundariamente en sedentarismo acomodativo, que en ocasiones, incluso impide al paciente realizar las actividades básicas de la vida diaria. Uno de los pilares del tratamiento de la EPOC es la Rehabilitación Respiratoria (RR), que ha demostrado mejorar la tolerancia al ejercicio y la CVRS, pero no todos los enfermos tienen fácil acceso a la misma, por ser una terapia poco conocida entre los profesionales de la salud.

Los objetivos del presente trabajo fueron diseñar, desarrollar y evaluar un programa hospitalario de RR para pacientes con EPOC en régimen ambulatorio dentro de nuestro ámbito de trabajo, el Instituto Nacional de Silicosis.

Registramos parámetros de función respiratoria, de capacidad de ejercicio y de CVRS en 47 pacientes con EPOC antes y después de completar el programa de RR. Cada sujeto completó una sesión de educación y 20 sesiones compuestas de: entrenamiento de resistencia en miembros inferiores, entrenamiento de fuerza en miembros superiores y fisioterapia respiratoria, siguiendo las recomendaciones de la European Respiratory Society, la American Thoracic Society, el American College of Chest Physicians y la American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation.

Tras finalizar el programa de RR objetivamos mejorías significativas en la CVRS y en la capacidad de ejercicio de los pacientes con EPOC estudiados. Durante el desarrollo del programa de RR también detectamos aspectos sugestivos de mejora como: la optimización de la intensidad del entrenamiento de resistencia en miembros inferiores, cuando indicar entrenamiento de los músculos respiratorios y cuando sería útil el uso de oxigenoterapia coadyuvante. No conseguimos evaluar los beneficios a largo plazo del tratamiento con RR.

# **1- INTRODUCCIÓN**



## 1.1 ¿Qué es EPOC?

EPOC es el acrónimo de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. Existen diferentes definiciones de EPOC, de las cuales, las más utilizadas son las expresadas en la Guía Española de la EPOC (GesEPOC) y en la Iniciativa Global para la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (Global Initiative for chronic obstructive lung disease) (GOLD).

GesEPOC la describe como: “Enfermedad respiratoria caracterizada esencialmente por una limitación crónica al flujo aéreo que no es totalmente reversible. Esta limitación al flujo aéreo suele manifestarse en forma de disnea y, por lo general, es progresiva. La limitación al flujo aéreo se asocia a una respuesta inflamatoria anormal de los pulmones a partículas nocivas y gases, principalmente derivados del humo del tabaco, que pueden producir otros síntomas como tos crónica, acompañada o no de expectoración. La EPOC se caracteriza también por la presencia de agudizaciones y por la frecuente presencia de comorbilidades que aumentan la gravedad, en algunos pacientes” <sup>(1)</sup>.

GOLD la describe como: “Una entidad prevenible y tratable, caracterizada por una limitación al flujo aéreo persistente, generalmente progresiva y asociada a una respuesta inflamatoria exagerada de las vías aéreas y del parénquima pulmonar frente a partículas o gases nocivos. Las exacerbaciones y comorbilidades que presenta cada paciente influyen en la gravedad de la enfermedad” <sup>(2)</sup>



## **1.2 Un poco de historia.**

Los trastornos obstructivos de la vía aérea son conocidos desde la antigüedad. El aumento de los espacios aéreos respiratorios en los pulmones humanos fue ilustrado por Ruysch en 1691; posteriormente, en 1799, Matthew Baillie, describió por primera vez el enfisema y en 1835 Laennec sugería que las vías aéreas periféricas eran el primer lugar de obstrucción en pacientes con enfisema y especuló que la pérdida del retroceso elástico era un probable contribuyente a la disminución del flujo de aire <sup>(3)</sup>.

La primera alusión al término bronquitis crónica se atribuye a Badham en 1808, pero comenzó a ser estudiada con más interés tras la grave contaminación de Londres en Diciembre de 1952 que conllevó un incremento de la mortalidad <sup>(3)</sup>. En 1977 en una revisión publicada por Flecher y colaboradores, ya se demostraba la relación entre el consumo del tabaco y el declive de la función pulmonar <sup>(4)</sup>.

## **1.3 Epidemiología de la EPOC en nuestros días.**

La Organización mundial de la salud (OMS) estima que actualmente hay 210 millones de personas en el mundo que presentan EPOC <sup>(5)</sup>. En Europa la prevalencia varía entre el 2,1 y el 26,1% dependiendo del país, y de los diferentes métodos utilizados para estimar la prevalencia en términos de definición, de las escalas de gravedad y de los grupos de población <sup>(6)</sup>.

En España según el estudio EPI-SCAN <sup>(7)</sup>, la prevalencia de la EPOC es del 10,2% (15,1% en hombres y 5,7% en mujeres), es decir, 2.185.764 españoles de entre los 21,4 millones con edad entre los 40 y 80 años presentan EPOC. Actualmente en España la EPOC sigue estando infradiagnosticada en aproximadamente un 73% <sup>(8)</sup>.

La EPOC es una enfermedad compleja, multicomponente, crónica, progresiva que puede causar la muerte. La OMS estima que actualmente es la cuarta causa de muerte en el mundo y será la tercera causa de muerte en el año 2030 <sup>(9)</sup>. En España, la mortalidad no es homogénea, siendo Asturias una de las provincias más afectadas. (Figuras 1 y 2). Globalmente es la quinta causa de muerte entre los varones y la séptima entre las mujeres <sup>(10)</sup>.

La EPOC es también una patología que cursa con una elevada morbilidad, con una importante pérdida de Calidad de Vida Relacionada con la Salud (CVRS) de los pacientes y un coste sanitario elevado. En España según el Ministerio de Sanidad y Consumo, la EPOC, supone un coste de 750-1000 millones de Euros al año, o el 0,2% del Producto Interior Bruto español, siendo los gastos más elevados los correspondientes a las hospitalizaciones <sup>(10)</sup>.

Figura 1: Mapa de mortalidad por comunidades autónomas en el año 2006. Tasa ajustada a la población europea/100.000. **Hombres**

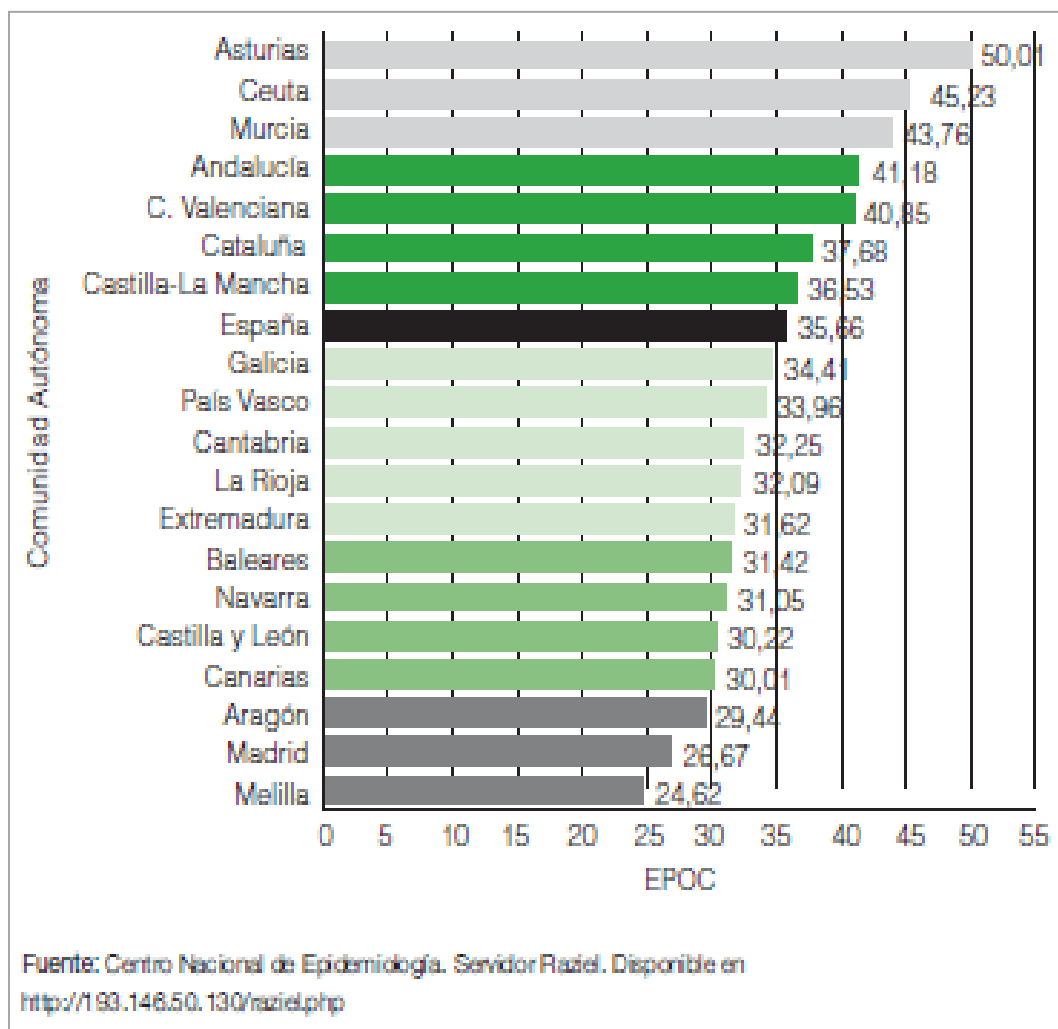
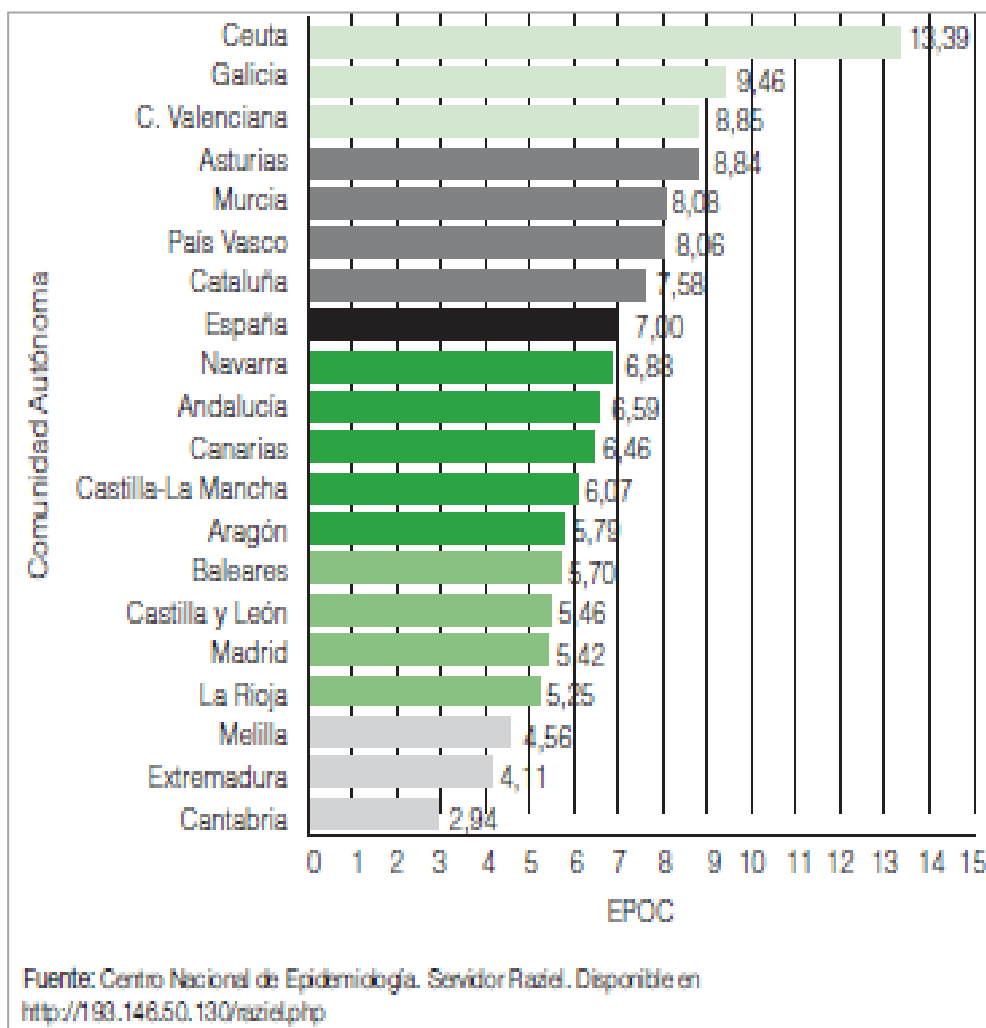


Figura 2: Mapa de mortalidad por Comunidades Autónomas en el año 2006. Tasa ajustada a la población europea/100.000. **Mujeres.**



## 1.4 Etiología de la EPOC.

Como se hacía referencia en la definición de la EPOC, los principales agentes etiológicos son las partículas nocivas y los gases principalmente derivados del humo del tabaco.

La relación causal entre el consumo de tabaco y la EPOC queda suficientemente demostrada en estudios de cohortes prospectivos como el *Framingham Heartt Study Offspring*, publicado en 2009, en el que incluyeron hombres y mujeres en un rango de edad entre 13 y 80 años, y se siguió la evolución de su función pulmonar durante 26 años, con una N de 4.391 sujetos, objetivándose que el porcentaje de fumadores habituales que desarrollan EPOC oscila entre un 33% en hombres y un 24% en mujeres <sup>(11)</sup>. Es más, este riesgo es proporcional al consumo acumulado de tabaco, siendo el riesgo de desarrollar la EPOC del 51% en los fumadores de más de 30 paquetes/año <sup>(7)</sup>.

Una proporción de casos de EPOC, aparece en personas que nunca han fumado, y en este caso las etiologías que se han estudiado son: 1. tabaquismo pasivo o humo ambiental de otra persona <sup>(12)</sup>; 2. la quema de combustible de biomasa, por ejemplo la madera, el carbón vegetal, otras materias vegetales o el estiércol <sup>(13)</sup>; 3. la contaminación atmosférica, sobre todo asociada al tráfico rodado que actuaría más sobre sujetos susceptibles <sup>(14)</sup>; 4. La exposición ocupacional, como en los criadores de cerdos expuestos a polvos orgánicos, soldadores, trabajadores de harineras, trabajadores de la industria textil de algodón. <sup>(15,16)</sup>; 5. el haber padecido una tuberculosis pulmonar y/o el retraso en su tratamiento <sup>(17)</sup>;

6. factores genéticos, como el déficit de alfa-1 antitripsina, una enfermedad de transmisión autosómica recesiva que predispone a una disminución acelerada de la función pulmonar y a una cirrosis hepática y que en España en 2006, se estimaba que unas 12000 personas serían portadores del fenotipo deficiente más grave <sup>(18)</sup>; y por último, 8. un bajo nivel socioeconómico, se ha relacionado con una evolución más tórpida de la EPOC <sup>(19)</sup>.

## **1.5 Fisiopatología de la EPOC.**

El conjunto de partículas nocivas descritas en el capítulo anterior, provocan en un individuo sano una inflamación pulmonar. Esta respuesta se ve amplificada en los pacientes con EPOC y afecta a todos los niveles del aparato respiratorio:

- Vías aéreas proximales: tráquea y bronquios con un diámetro interno mayor de 2 mm. En su superficie aumenta el número de macrófagos, de linfocitos T CD8<sup>+</sup> y en menor medida de neutrófilos y eosinófilos. Estructuralmente se objetiva un aumento de células caliciformes, un aumento del tamaño de las glándulas submucosas productoras de moco y una metaplasia del epitelio <sup>(2)</sup>. (Figura 3)
- Vías aéreas periféricas: bronquios con un diámetro interior menor de 2 mm. En ellas, además del aumento de macrófagos y linfocitos T CD8<sup>+</sup>, se observa aumento de linfocitos B, de folículos linfoides y fibroblastos.

Figura 3: Bronquio normal y bronquitis crónica (20).

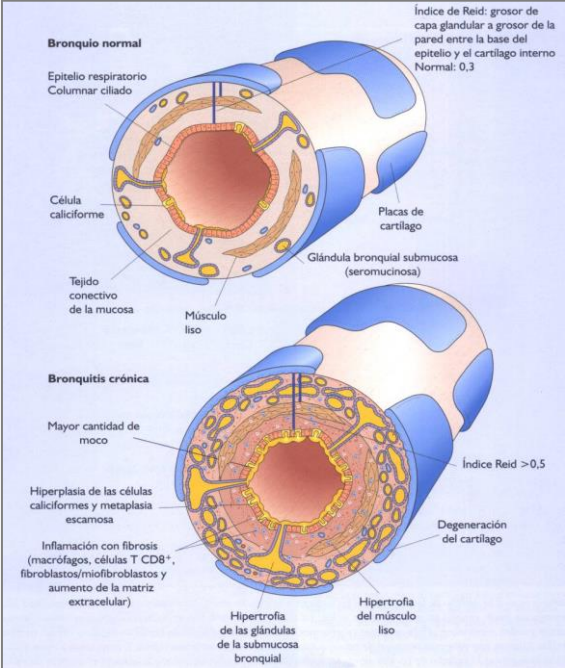
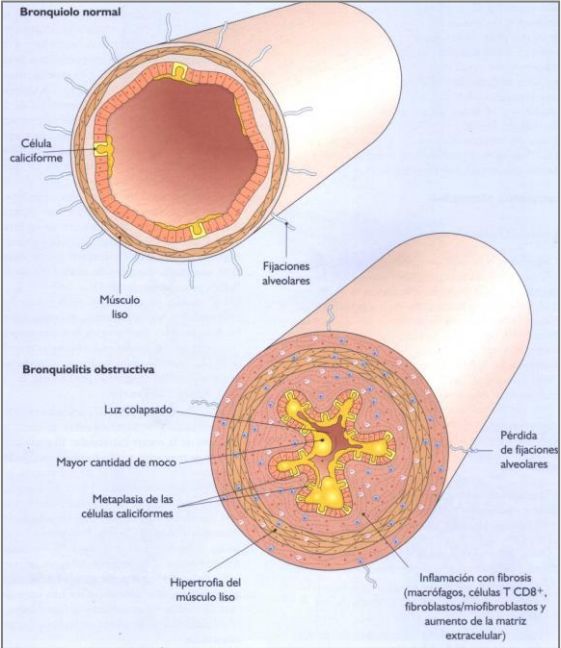


Figura 4: Bronquiolitis obstructiva (20)



A nivel estructural, se observa engrosamiento de las paredes bronquiales, fibrosis peribronquial y estrechamiento de la vía aérea <sup>(2)</sup>. (Figura 4)

- Parénquima pulmonar: bronquiolos respiratorios y alveolos. También se objetiva aumento de macrófagos y linfocitos T CD8<sup>+</sup>, y lo más importante, cambios estructurales con destrucción de la pared alveolar y apoptosis de las células endoteliales y epiteliales, lo que deriva en enfisema centrilobulillar o dilatación y destrucción de los bronquiolos respiratorios y enfisema panacinar o destrucción de los sacos alveolares y de los bronquiolos <sup>(2)</sup>. (Figura 5)
- Vasculatura pulmonar: en ella se objetiva un engrosamiento de la íntima, una disfunción de las células endoteliales y un aumento del músculo liso, lo que da lugar al desarrollo de hipertensión pulmonar, y con el tiempo sobrecarga del ventrículo derecho y CorPulmonale <sup>(2)</sup>. (Figura 6)

Toda esta variedad de células descritas, liberan mediadores inflamatorios (Factor de necrosis tumoral alfa, Interleucina 8) que atraen neutrófilos del torrente sanguíneo y amplifican el proceso inflamatorio. A lo largo de años de lesión mantenida, se producirán numerosos ciclos de inflamación y de reparación que pueden resultar en la resolución del proceso o en la remodelación descrita <sup>(20)</sup>. (Figura 7)



Figura 5: Enfisema (20)

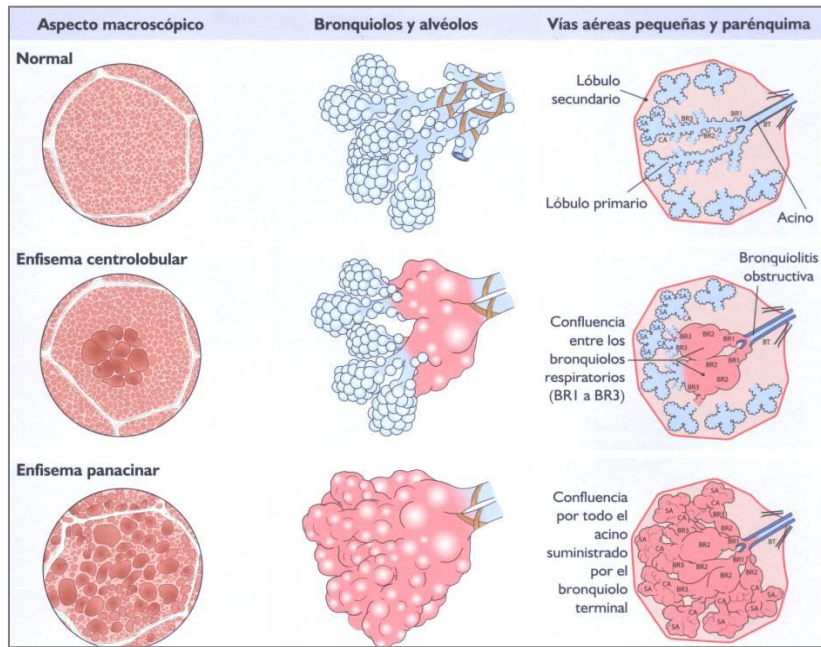
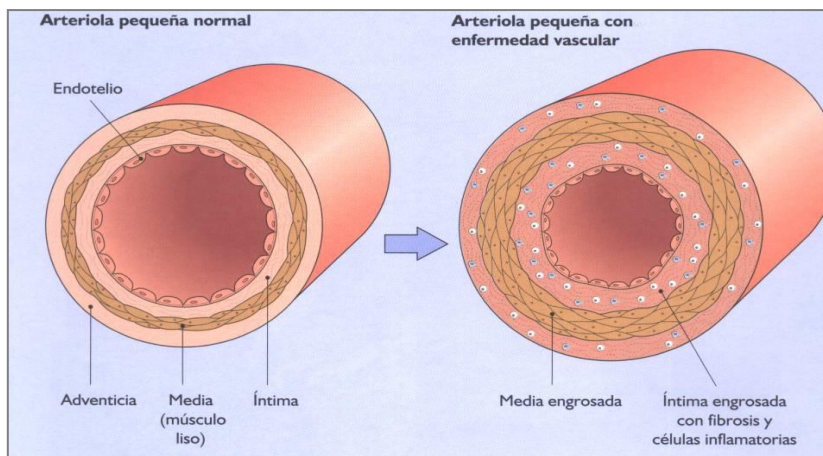


Figura 6: Histología de una arteriola pequeña y de la enfermedad vascular pulmonar (20).



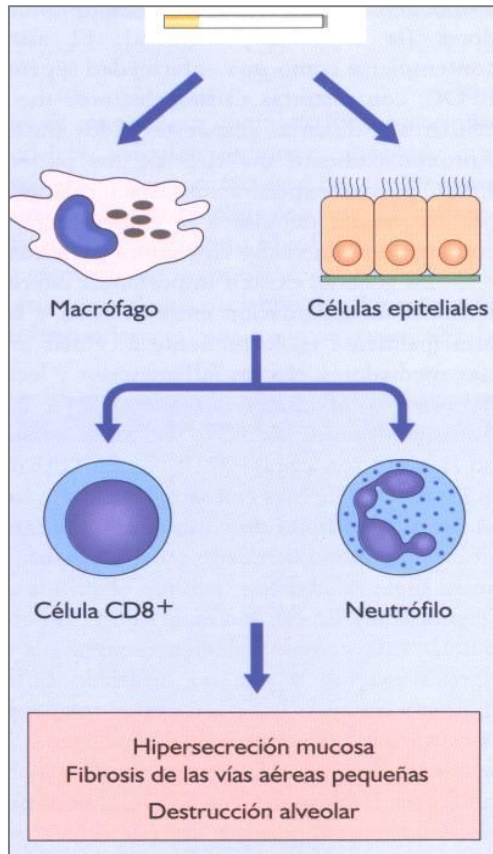


Figura 7: Inflamación en la EPOC: la EPOC conlleva una respuesta inflamatoria amplificada a los oxidantes del humo del tabaco, la cual activa las células epiteliales y los macrófagos alveolares y de las vías aéreas. Esto resulta en la acumulación de células T CD8<sup>+</sup> y de neutrófilos. En respuesta a unos niveles elevados de proteasas y a trastornos en los mediadores inflamatorios y en las citocinas, se produce una hipersecreción mucosa, una fibrosis de las vías aéreas pequeñas y la destrucción alveolar<sup>(20)</sup>.

Los mecanismos por los que esta respuesta está amplificada en los pacientes con EPOC, quizá estén en relación con factores genéticos o por virus latentes como el adenovirus <sup>(20)</sup>.

En la EPOC avanzada se produce también una inflamación extrapulmonar que da lugar a efectos sistémicos como <sup>(21,22)</sup>:

- Anormalidades nutricionales y pérdida de peso. La pérdida de peso es un factor de mal pronóstico independiente, que se relaciona con un incremento del gasto energético en reposo y con alteraciones del metabolismo de los aminoácidos.
- Disfunción muscular: pérdida de masa muscular y limitación de la capacidad de ejercicio, que se relacionan con un aumento de la destrucción de las proteínas celulares en el músculo esquelético, con el fin de proporcionar los aminoácidos necesarios para la obtención de energía, especialmente en situaciones de acidosis, infecciones, o ingesta calórica insuficiente.
- Alteraciones del Sistema Nervioso Central: depresión, disfunción del sistema nervioso autónomo y accidentes cerebrovasculares (RR=1,5, 95% CI: 1,1-2,1) <sup>(23)</sup>.
- Aumento del riesgo cardiovascular: los pacientes con EPOC tienen 2 veces más riesgo de tener cardiopatía isquémica (infarto de miocardio o angina) y 4 veces más riesgo de desarrollar insuficiencia cardíaca, con independencia de otros factores de riesgo cardiovascular, incluido el tabaquismo <sup>(23)</sup>.
- Osteoporosis.

En un reciente metaanálisis, también se describe la EPOC como un factor independiente para presentar cáncer de pulmón con un riesgo de 1,49 (95% CI 1,2-1,85) <sup>(24)</sup>.

## **1.6 Diagnóstico de la EPOC.**

### **1.6.1 Espirometría.**

La EPOC es una enfermedad crónica y progresiva, por tanto su detección en estadios tempranos es importante para poder realizar un tratamiento adecuado y conseguir un mejor pronóstico. Como se exponía en un capítulo anterior, la EPOC es una enfermedad con una alta tasa de infradiagnóstico y esta se debe a que <sup>(10)</sup>:

1. Los síntomas de la EPOC son poco relevantes hasta que la enfermedad está bien establecida.
2. Los enfermos suelen ser fumadores y con poca motivación para dejar el hábito.
3. Existe una falta de conocimiento de las características de la enfermedad y de su tratamiento por parte del público general y de los profesionales sanitarios.
4. Se constata una falta de conocimiento de la morbilidad y mortalidad de la EPOC por parte de los médicos de atención primaria
5. Falta un acceso fácil a la espirometría desde atención primaria.

Ya que los programas de cribado masivo de la población resultan caros y ninguna prueba puede ser utilizada con una sensibilidad y especificidad del 100%, lo más eficiente para aumentar el diagnóstico de la EPOC, sería seleccionar poblaciones de alto riesgo y en ellas realizar pruebas diagnósticas <sup>(10)</sup>.

El comité GOLD, nos recomienda contemplar el diagnóstico de la EPOC en individuos mayores de 40 años, que presenten los siguientes indicadores <sup>(2)</sup>:

- Disnea, que suele ser progresiva, persistente, y agravada por el esfuerzo.
- Tos crónica, que puede ser continua o intermitente, y productiva o no.
- Expectorcación crónica.
- Antecedente a exposición a factores de riesgo.
- Antecedentes familiares de EPOC.

En sujetos que cumplan algún indicador de los anteriores habría que realizar una espirometría forzada, que es una prueba funcional respiratoria que permite cuantificar la cantidad de aire que espira una persona respecto al tiempo total que precisa para ello. Es una prueba con una relación coste/efectividad muy buena siempre que esté realizada según la normativa.

La espirometría consiste en realizar una maniobra inspiratoria máxima, lenta, progresiva y no forzada hasta llegar al volumen de reserva inspiratoria (IRV) y luego una maniobra espiratoria forzada de forma rápida hasta llegar al volumen residual (VR) (Figura 8) a través de una boquilla que va conectada al espirómetro.

Esta maniobra hay que repetirla un máximo de 8 veces para conseguir un mínimo de 3 maniobras que sean técnicamente satisfactorias, y 2 de ellas reproducibles, esto es cuando las diferencias en la capacidad vital forzada (FVC) y en el volumen espiratorio forzado espirado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>) sean menores de 200 ml o del 5% <sup>(25)</sup>. Los resultados de la espirometría se pueden representar gráficamente mediante las denominadas curvas flujo-volumen (Figura 9).

El diagnóstico de la EPOC se basaría en la disminución del flujo espiratorio, medida a través del FEV<sub>1</sub> y su cociente con la FVC. Se considera que hay obstrucción al flujo aéreo, si el cociente FEV<sub>1</sub>/FVC es inferior a 0,7. Para el diagnóstico de la EPOC, la obstrucción descrita debe mantenerse aun después de haber aplicado al paciente un broncodilatador <sup>(1)</sup>, usualmente 2 inhalaciones sucesivas de 100µg de salbutamol mediante un inhalador presurizado con cámara espaciadora <sup>(26)</sup>.

La espirometría nos sirve también para clasificar la gravedad de la limitación al flujo aéreo en la EPOC según los valores del FEV<sub>1</sub> de cada paciente respecto al valor que le correspondería según su edad y sexo. (Tabla 1)<sup>(2)</sup>.

**Tabla 1: Clasificación de la gravedad de la limitación al flujo aéreo en la EPOC a partir del FEV<sub>1</sub> posbroncodilatador**

En pacientes con cociente FEV <sub>1</sub> /FVC posbroncodilatador < 0,7		
<b>GOLD 1</b>	<b>Leve</b>	FEV <sub>1</sub> mayor o igual 80% del valor de referencia.
<b>GOLD 2</b>	<b>Moderada</b>	Mayor o igual al 50% y menor del 80% del valor de referencia.
<b>GOLD 3</b>	<b>Severa</b>	Mayor o igual al 30% y menor del 50% del valor de referencia.
<b>GOLD 4</b>	<b>Muy Severa</b>	Menor del 30% del valor de referencia.

Figura 8: (a) volúmenes pulmonares, representados en una espirometría realizada con capacidad vital lenta. (b) volúmenes pulmonares, representados en una espirometría realizada con capacidad vital forzada. PEF: flujo espiratorio pico. FEF 25-75: flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la FVC.

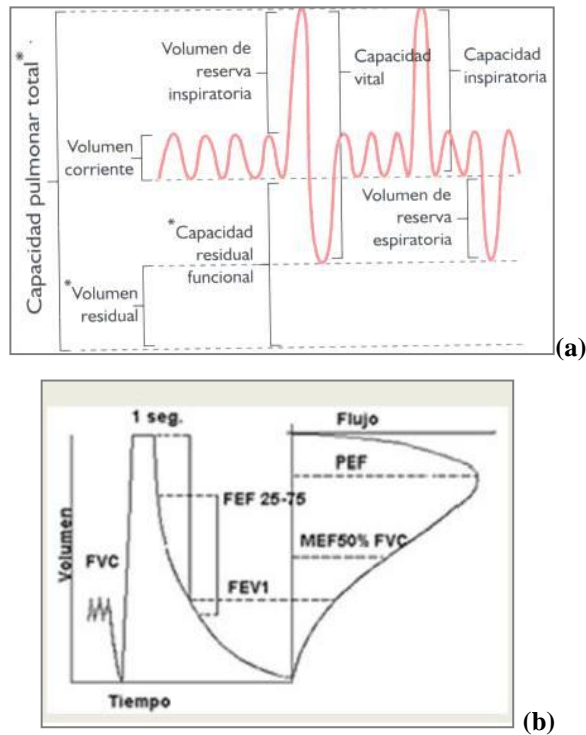
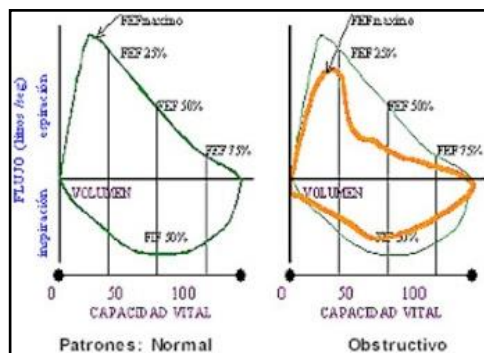


Figura 9: Capacidad vital forzada.



## 1.6.2 Otras pruebas diagnósticas:

- Volúmenes pulmonares:

En caso de pacientes con obstrucción grave y muy grave, se debe añadir a las pruebas diagnósticas un estudio de los volúmenes pulmonares estáticos para medir el grado de hiperinsuflación pulmonar.<sup>(10)</sup>

Los volúmenes pulmonares estáticos son: el Volumen residual (VR) o aire que queda en los pulmones después de un espiración completa, y que solo se puede medir de forma indirecta: Capacidad residual funcional (FRC) – Volumen de reserva espiratoria (ERV), y la Capacidad pulmonar total (TLC), que es el volumen total de aire que cabe en los pulmones y se calcula sumando la capacidad vital (CV), la capacidad residual funcional (FCR) y el VR. (Figura 8).

Para medirlos el método más utilizado es la pletismografía, que consiste en medir los cambios de presión que se producen a nivel de la boca del paciente y de una cabina cerrada herméticamente donde se sitúa a este, cuando el paciente respira a través de una boquilla ocluida. Con estos cambios de presión y aplicando la ley de Boyle se estiman los volúmenes pulmonares. Otra técnica que se pueden utilizar es la basada en la dilución de gases marcadores, en este caso, el paciente se conecta a un circuito cerrado que contiene un volumen conocido de gases inertes (helio, argón, metano), y oxígeno a unas concentraciones también conocidas.



Tras respirar la mezcla de gases hasta conseguir equilibrar las concentraciones del equipo y del pulmón, se calcula el volumen basándose en el siguiente principio físico:

Volumen inicial x Concentración inicial = Volumen final x Concentración final

En pacientes con atrapamiento aéreo, las mediciones obtenidas mediante pletismografía son más exactas debido a que este método mide tanto el gas que está en contacto con la vía aérea como el que se encuentra atrapado.

En sujetos sanos la FRC corresponde al punto de equilibrio entre el componente elástico del pulmón y el de la caja torácica y está alrededor del 50% de la TLC. El VR corresponde al equilibrio entre los músculos espiratorios y las fuerzas elásticas del aparato respiratorio. La TLC está determinada por el componente muscular inspiratorio y las fuerzas elásticas del pulmón <sup>(27)</sup>.

En la EPOC la capacidad de vaciado del pulmón va progresivamente disminuyendo, hasta el punto en que la espiración no permite el vaciado de los pulmones hasta un volumen de relajación, lo que lleva que a un atrapamiento aéreo intrapulmonar o hiperinsuflación. Durante el ejercicio al aumentar la frecuencia respiratoria como consecuencia del aumento de los requerimientos ventilatorios, esta hiperinsuflación aumenta y este hecho es el más importante causante de la disnea de esfuerzo que presentan los pacientes <sup>(28)</sup>. (Figura 10)

Figura 10: Hiperinsuflación dinámica: volúmenes pulmonares operativos durante el ejercicio (20).  $V_T$ : volumen corriente.

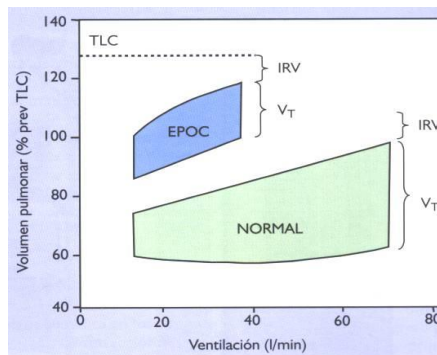
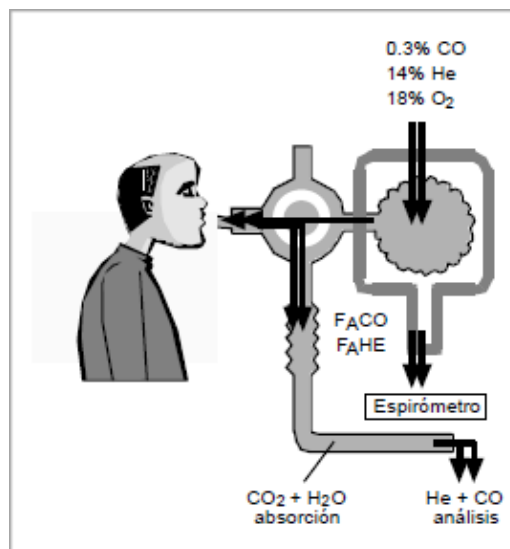


Figura 11: esquema de medición de la difusión del CO por respiración única. (25).



- Capacidad de difusión del monóxido de carbono (CO):

La medición de la capacidad de difusión del CO, es una prueba funcional respiratoria que intenta valorar el estado del intercambio gaseoso a nivel pulmonar. Útil en pacientes con hipoxia o disnea intensa no proporcional al grado de obstrucción y para el estudio del enfisema <sup>(1)</sup>. Con esta prueba se mide la cantidad de CO transferido desde el alveolo a la sangre por unidad de tiempo y unidad de presión parcial de CO <sup>(25)</sup>. La técnica más utilizada habitualmente es la de la “respiración única con apnea” (Figura 11).

En los pacientes con enfisema pulmonar, la capacidad de difusión del CO está disminuida por la reducción inicial del área de intercambio gaseoso, al estar destruidos los alveolos (Figura 5), por reducción del lecho capilar pulmonar y por la limitación del mezclado intrapulmonar <sup>(25)</sup>.

- Gasometría arterial:

En los pacientes con EPOC grave y muy grave existe una descompensación en la relación ventilación/perfusión fisiológica lo que resulta en una hipoxia arterial. La hipoxemia es otro de los contribuyentes a la disnea del paciente con EPOC <sup>(28)</sup>.

Además en algunos pacientes, también aparece un grado de hipoventilación alveolar que conlleva la aparición de hipercapnia

Las indicaciones para realizar una gasometría arterial son <sup>(1)</sup>:

- Obstrucción bronquial grado III y IV o  $FEV_1 < 1$ litro.
- Disnea intensa grado MRC 3-4. (ver capítulo 1.7)
- Signos de hipertensión pulmonar y/o cor pulmonale.

- Indicación y seguimiento de pacientes con oxigenoterapia crónica domiciliaria.
- Hematocrito > 55%
- Cianosis o pulsioximetría < 92%.

La gasometría arterial es un método cruento, que normalmente se realiza en la arteria radial, bajo anestesia local. Para medir el grado de saturación de oxígeno de la hemoglobina, podemos utilizar un método incruento como es la pulsioximetría, mediante un dispositivo denominado pulsioxímetro, que utiliza un espectrofotómetro para diferenciar, mediante la emisión de luz de distintas longitudes de onda, la oxihemoglobina de la desoxihemoglobina.

- Medida de la presión inspiratoria máxima (PIM) y espiratoria máxima (PEM):

Se utilizan para la valoración de la función de los músculos respiratorios. Estas presiones están generadas por los músculos respiratorios durante maniobras forzadas de inspiración y espiración. Para medir la PIM, el paciente debe realizar una inspiración, lo más intensa posible, desde el VR, a través de una válvula cerrada durante 1 segundo.

Para medir la PEM el paciente realiza una espiración forzada lo más intensa posible, desde la TLC, también a través de una válvula cerrada durante 1,5 segundos.

Suelen repetirse las maniobras 3 veces y se registra la mejor de ellas. El principal problema de esta técnica es que es esfuerzo dependiente.

La PIM se considera normal si los valores están por debajo de  $-70 \text{ cmH}_2\text{O}$  y la PEM si está por encima de  $+90 \text{ cm H}_2\text{O}$ . Estos valores son orientativos ya que hay valores específicos dependiendo de la edad y el sexo, siendo algo menores en mujeres y ancianos. Valores de PEM por debajo de  $40 \text{ cm H}_2\text{O}$  están relacionados con tos ineficaz<sup>(29)</sup>.

Se han descrito valores bajos de PIM en pacientes con hiperinsuflación y atrapamiento aéreo, de manera que están inversamente relacionados. Este hecho se relaciona con la disminución de la capacidad de acortamiento de las fibras musculares diafragmáticas en caso de hiperinsuflación pulmonar <sup>(30)</sup>.

### **1.6.3 Medida de la capacidad funcional:**

- Prueba de marcha de 6 minutos (6MWT):

Es una prueba de referencia para evaluar la tolerancia a esfuerzos submáximos en pacientes con EPOC y para evaluar la respuesta a distintos tratamientos, entre ellos la rehabilitación pulmonar. También ha demostrado ser un buen predictor de supervivencia, ya que nos informa sobre la capacidad de realizar actividades de la vida diaria y de la tasa de reingresos hospitalarios por exacerbación <sup>(31)</sup>.

Es una prueba sencilla, que consiste en que el paciente camine durante 6 minutos la mayor distancia posible a lo largo de un pasillo llano de 30-50 metros de largo (Figura 12).

Los parámetros que se miden antes y después de la prueba son la tensión arterial, la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno, mediante un pulsioxímetro. El paciente puede detenerse las veces que necesite, y hay que anotar el número de veces que se detiene y la razón por la que se detiene. La distancia recorrida se expresa en metros. Tanto al inicio como al final de la prueba se recoge la sensación de la disnea del paciente según la escala de BORG modificada (figura 13) <sup>(31)</sup>.

El paciente sigue su propio ritmo y es incentivado por el examinador de manera estandarizada cada minuto con las siguientes frases: *“lo está haciendo muy bien, faltan 5 minutos para finalizar”*, *“perfecto, continúe así, faltan 4 minutos”*, *“está en la mitad del tiempo de la prueba, lo está haciendo muy bien”*, *“perfecto, continúe así, faltan 2 minutos”*, *“lo está haciendo muy bien, falta 1 minuto para acabar la prueba”*, 15 segundos antes de que acabe la prueba: *“pare”* y al final *“pare, la prueba ha finalizado”*.

Las contraindicaciones absolutas para realizar la prueba de marcha de 6 minutos son haber padecido angina inestable o infarto de miocardio en el mes previo. Las contraindicaciones relativas son: frecuencia cardiaca en reposo > 120 latidos/minuto, tensión arterial sistólica (TAS) >180mmHg y/o tensión arterial diastólica (TAD) > 100mmHg. (32). Las causas para detener la prueba son: dolor torácico, disnea intolerable, calambres musculares, diaforesis inexplicada, palidez o sensación de desvanecimiento y saturación de Oxígeno medida con pulsioxímetro (SpO<sub>2</sub>) < 85%, con aire ambiente o con oxígeno suplementario, siempre y cuando el paciente presente sintomatología, y a criterio del examinador<sup>(31)</sup>.

Existen ecuaciones para obtener los valores de referencia normales del 6MWT pero no son válidas para la población española, encontrándose problemas de sobreestimación e infraestimación con las 2 más utilizadas. En general, los valores dependen de la edad, el sexo, la estatura y el peso. La significación clínica, entre dos 6MWT de un mismo paciente se considera cuando hay un aumento de 26±2 metros recorridos<sup>(32)</sup>. Una caída en la SpO<sub>2</sub> por encima del 5% inicial, indica enfermedad cardiaca o respiratoria<sup>(33)</sup>.

Figura 12: 6MWT

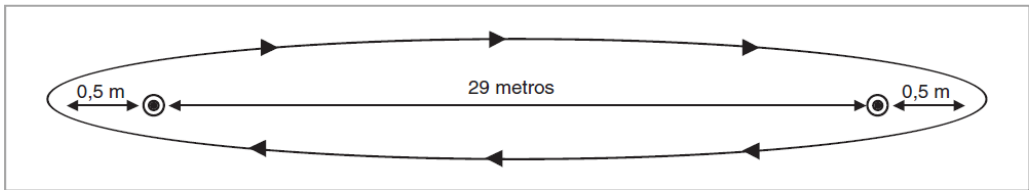


Figura 13: Escala de disnea BORG modificada.

0	Nada
1	Muy leve
2	Leve
3	Moderada
4	Algo grave
5	Grave
6	—
7	Muy grave
8	—
9	Muy, muy grave (casi máxima)
10	Máxima

- Prueba de esfuerzo cardiopulmonar (PECP):

El objetivo de la prueba de esfuerzo cardiopulmonar es provocar un incremento de los requerimientos energéticos mediante una carga de trabajo controlada para evaluar la reserva funcional de los órganos y sistemas involucrados en la respuesta al ejercicio <sup>(34)</sup>.

Nuestro organismo tiene un metabolismo fundamentalmente aeróbico, es decir, la energía se obtiene a través de la respiración mitocondrial. Durante un ejercicio normal, se requiere que una mayor cantidad de oxígeno (O<sub>2</sub>) sea liberado al torrente sanguíneo (función pulmonar), para que pueda ser transportado hasta las células musculares (función cardiovascular), y allí poder ser transformado en energía en forma de adenosin-trifosfato (ATP) (función mitocondrial) <sup>(29)</sup>.

Los productos de desecho de la respiración mitocondrial son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que sigue un camino contrario al del O<sub>2</sub>, hasta ser eliminado al exterior, y el agua <sup>(29)</sup>.

Durante el ejercicio intenso, y en situaciones vitales críticas, el organismo puede producir energía a través de la vía glicolítica, que constituye la fuente más notable de producción de ácido láctico <sup>(34)</sup>.

El fallo en alguno de estos sistemas va a dar lugar a un fallo en la producción de energía y por tanto a una incapacidad para lograr el máximo ejercicio esperado para ese individuo.

Las indicaciones de una prueba de esfuerzo cardiopulmonar son la valoración de la tolerancia al ejercicio y a diferencia del 6MWT, la valoración de los factores limitantes del ejercicio, además la valoración clínica funcional y pronóstica (determinación de la reserva funcional), valoración legal de la discapacidad por enfermedades respiratorias, prescripción de ejercicio, valoración preoperatoria en la cirugía de resección pulmonar y para valorar la respuesta a intervenciones terapéuticas <sup>(35)</sup>.



Para realizar una prueba de esfuerzo cardiopulmonar necesitamos una cinta rodante, o un cicloergómetro, un analizador de gases (se aconseja la medición respiración a respiración) que nos permita analizar la cantidad de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> exhalados, una interfaz, un dispositivo de medición de flujo espiratorio, un pulsioxímetro, un monitor de registro electrocardiográfico (ECG) continuo (se aconseja el de 12 derivaciones) y un esfingomanómetro. El equipo de medición de gases debe ser calibrado antes de cada uso. La prueba debe estar supervisada por un médico y una enfermera con la capacidad de realizar maniobras de reanimación cardiopulmonar avanzada.

El protocolo que más se utiliza es de tipo incremental, consiste en que el paciente pedalea con una cadencia de entre 50 y 60 ciclos por minuto. Inicialmente el paciente pedalea durante unos 3 minutos sin carga y posteriormente se va incrementando la carga de trabajo de manera lineal. (Figura 14). Estos incrementos se deben de individualizar dependiendo del nivel de entrenamiento de cada individuo (en sujetos con enfermedades importantes se recomienda aumentar 10W cada minuto), de forma que la prueba dure en torno a 8-12 minutos<sup>(35)</sup>, aunque en el caso de pacientes con EPOC, estos incrementos pueden variar y ser menores dependiendo de las características individuales, sin que ello repercuta en los valores del consumo máximo de oxígeno que el paciente es capaz de alcanzar por aparecer síntomas intolerables<sup>(32) (36)</sup>.

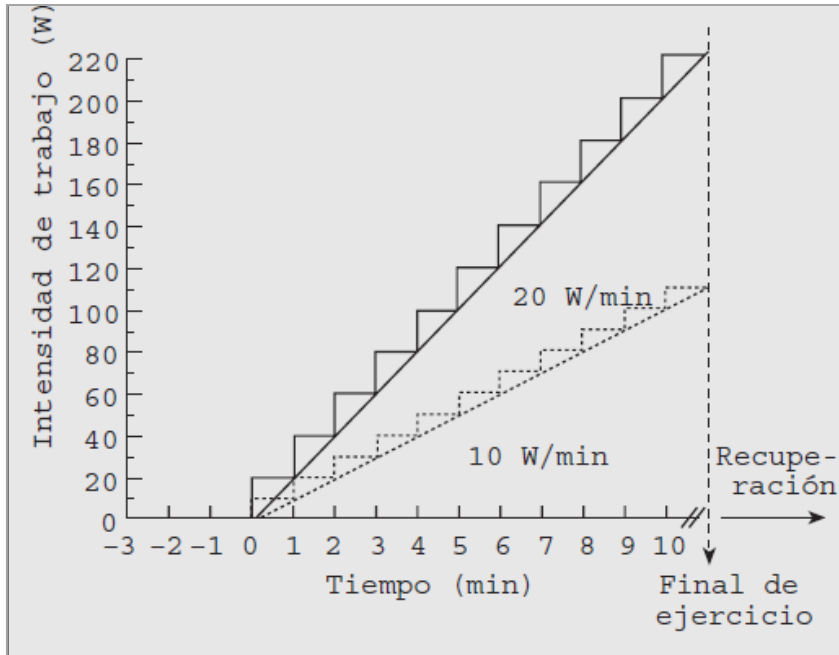


Figura 14: Respuestas a rangos tolerables de intensidad de trabajo realizado en una prueba de ejercicio incremental (35).

Al inicio y al final del ejercicio se registra la tensión arterial, y durante todo el ejercicio la frecuencia cardiaca, la saturación de oxígeno y el ECG. Al final del ejercicio se recoge la sensación de disnea del paciente según la escala de BORG modificada (Figura 13).

Las indicaciones para detener el esfuerzo son: dolor torácico sugestivo de isquemia cardiaca, cambios isquémicos en el ECG, extrasistólia compleja o taquicardia ventricular, bloqueo AV de 2º y 3º grado, taquicardia supraventricular paroxística o fibrilación auricular rápida sintomática, bloqueo de rama izquierda inducido por el esfuerzo, TAS > 250 mmHg, TAD > 120 mmHg, SpO<sub>2</sub> < 81%, cianosis, mareo, confusión, nauseas, palidez, a petición del paciente, que el paciente no sea capaz de mantener una cadencia de pedaleo > 40 ciclos/minuto.

Aunque la prueba de esfuerzo cardiopulmonar tiene un índice de complicaciones bajo: complicaciones graves en 1 por 10.000 pruebas y mortalidad de 2 por 100.000 pruebas existen unas contraindicaciones absolutas y relativas:

- Contraindicaciones absolutas: infarto agudo de miocardio reciente, alteraciones en el ECG sugestivas de cardiopatía isquémica aguda, angina inestable, arritmias cardíacas no controladas, bloqueo A-V de 3º grado, estenosis aórtica grave, aneurisma disecante aórtico conocido o sospechado, pericarditis o miocarditis aguda, insuficiencia cardíaca no controlada o edema de pulmón, TAS > 250 mmHg, TAD > 120 mmHg, SpO<sub>2</sub> < 85% respirando aire ambiente o presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>) > 50 mmHg, asma no controlada, tromboembolismo pulmonar reciente, anomalías graves de los electrolitos, enfermedad febril aguda, enfermedad metabólica no controlada, psicosis graves, tuberculosis activa, enfermedades transmisibles.
- Contraindicaciones relativas: enfermedad valvular descompensada, aneurisma ventricular, taquicardia en reposo (frecuencia cardíaca (FC) > 120 latidos/minuto), extrasístoles ventriculares frecuentes o complejos, miocardiopatías, alteraciones electrolíticas conocidas (hipocaliemia, hipomagnesemia), diabetes no controlada, limitaciones ortopédicas, enfermedades reumáticas, neuromusculares o músculo-esqueléticas que se exacerben con el ejercicio, embarazo avanzado o complicado, epilepsia y enfermedad cerebrovascular<sup>(35)</sup>.

Para interpretar una prueba de esfuerzo nos vamos a basar en los siguientes parámetros:

- Tiempo de la prueba en minutos.

- Potencia alcanzada en Watios: una diferencia de  $4 \pm 1W$  ( $Kg/s^2/m^2$  o Julios/s), en 2 pruebas sugiere una diferencia mínimamente significativa <sup>(32)</sup>.
- Consumo de  $O_2$  ( $\dot{V}O_2$ ) en L/min o en ml/min/Kg: es la cantidad de litros de  $O_2$  que consume el organismo durante un minuto para una determinada carga de trabajo, es un indicador del trabajo metabólico realizado. Se calcula multiplicando la ventilación total por la diferencia entre la fracción inspiratoria de  $O_2$  y la fracción espiratoria de  $O_2$ . A partir de este concepto es importante diferenciar otros dos parámetros: el Consumo de  $O_2$  máximo ( $\dot{V}O_{2max}$ ), que es el punto en el que el  $\dot{V}O_2$  llega a una meseta y ya no muestra ningún aumento adicional al incrementar la carga de trabajo y el Consumo de  $O_2$  pico ( $\dot{V}O_{2pico}$ ), que es el pico de consumo de  $O_2$  que el paciente alcanza en una PECP máxima. Existen valores de referencia para el  $\dot{V}O_2$  máximo que se espera que un individuo sea capaz de alcanzar según su edad, sexo, talla y peso <sup>(29)</sup>.

Los factores que determinan el  $\dot{V}O_2$  de los tejidos vienen expresados en la ecuación de Fick (Figura 15):

$\dot{V}O_2 = GC \times (1.34) \times Hb \times (PaO_2 - PvO_2)$	
GC: gasto cardiaco	PaO <sub>2</sub> : presión arterial de O <sub>2</sub>
Hb: hemoglobina (g/dl)	PvO <sub>2</sub> : presión venosa de O <sub>2</sub>

Figura 15: Consumo de oxígeno.

Según vemos en la ecuación, los factores que determinan el  $\dot{V}O_2$  son el gasto cardiaco (en relación con la función del sistema cardiovascular), la cantidad de hemoglobina (en relación con la capacidad de transporte de  $O_2$  de la sangre) y la diferencia entre la saturación de  $O_2$  en sangre

arterial y venosa (en relación con la capacidad de las células musculares para extraer el  $O_2$  de la sangre). Durante el ejercicio todos estos factores a excepción de la hemoglobina aumentan, de forma que un  $\dot{V}O_2$  bajo, puede estar producido por cualquier fallo en la cadena:

- Si hay afectación cardiaca, el sistema no podrá aumentar el gasto cardiaco de manera adecuada.
- Si hay afectación respiratoria: el sistema no es capaz de aportar suficiente  $O_2$  a la sangre arterial.
- Si hay afectación muscular (disminución de la capacidad oxidativa mitocondrial): no se extraerá el suficiente  $O_2$  de la sangre arterial, por tanto la diferencia arterio-venosa de  $O_2$  estará disminuida.
- Si el paciente tiene anemia, estará disminuida la capacidad de transporte el  $O_2$  hasta las células musculares <sup>(29)</sup>.

El valor del  $\dot{V}O_2$  se utiliza para la valoración de incapacidad laboral, se considera que un individuo está gravemente incapacitado si su  $\dot{V}O_{2max} < 15$  ml/kg/min, si el  $\dot{V}O_{2max}$  no alcanza el 60% de su teórico o si las demandas energéticas de su ocupación superan el 40% de su  $\dot{V}O_2$  <sup>(34)</sup>.

- Pulso de Oxígeno ( $\dot{V}O_2/FC$ ) en L/min: es el  $\dot{V}O_2$  en cada latido cardiaco. Teniendo en cuenta que el GC es igual al volumen de eyección del ventrículo izquierdo por la frecuencia cardiaca, volviendo a la ecuación de Fick, (figura 15), y asumiendo que la hemoglobina y la diferencia arterio-venosa de  $O_2$  permanecen constantes, el pulso de  $O_2$  es equivalente al volumen de eyección del ventrículo izquierdo.

Cuando el pulso de  $O_2$  no se incrementa adecuadamente durante el ejercicio, nos indica que existe una enfermedad cardíaca. El organismo intentará suplir el déficit en el incremento del volumen de eyección del ventrículo izquierdo con un aumento de la frecuencia cardíaca, de forma que el paciente terminará el ejercicio antes de lo previsto y el  $\dot{V}O_2/FC$  será bajo. Este hecho también se observa en pacientes con falta de acondicionamiento físico. Al contrario ocurre en los atletas, en los que existe un alto volumen de eyección del ventrículo izquierdo con baja FC. (Figura 16).

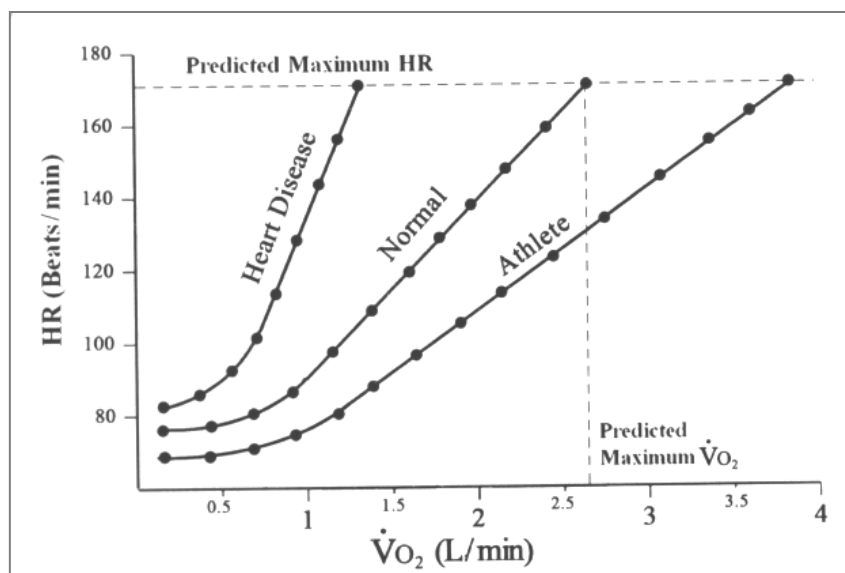


Figura 16: La frecuencia cardíaca (HR) alcanza precozmente su pico máximo en caso de enfermedad cardíaca y tardíamente en caso de entrenamiento aeróbico <sup>(29)</sup>.

De este concepto se puede derivar otro, la llamada Reserva Cardíaca (HRR):

$$HRR = FC \text{ máxima teórica } (220 - \text{edad en años})^{(36)} - FC \text{ alcanzada en el } \dot{V}O_{2\text{pico}}$$

También se puede expresar en forma de porcentaje:

$$\text{HRR \%} = [(\text{FC max teórica} - \text{FC alcanzada en el } \dot{V}O_{2\text{pico}}) / \text{FC max teórica}] \times 100$$

La HRR al final de una PECP, está aumentada en pacientes con enfermedad pulmonar y/o fatiga muscular (disminución de la función contráctil), ya que el ejercicio finaliza por causas ajenas al sistema cardiocirculatorio <sup>(29)</sup>.

- Consumo de CO<sub>2</sub> ( $\dot{V}CO_2$ ) (en L/min): es la cantidad de CO<sub>2</sub> liberado durante el metabolismo tisular en 1 minuto.
- Cociente respiratorio (RQ): es la cantidad de CO<sub>2</sub> que produce el organismo por cada litro de O<sub>2</sub> consumido a nivel tisular (mol). En reposo es de 0,8 moles de CO<sub>2</sub> por cada mol de O<sub>2</sub>. El índice de intercambio respiratorio (RER), es la cantidad de CO<sub>2</sub> producida por litro de O<sub>2</sub> consumido medido a nivel del aire exhalado ( $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ ). En el estado estable, el RER es igual al RQ, por lo que se utiliza el primero como estimación del segundo. El valor del RER, no debe sobrepasar el 1,3 en el máximo ejercicio. Un aumento de este indica alteraciones del intercambio gaseoso a nivel pulmonar <sup>(29)</sup>.
- Ventilación minuto ( $\dot{V}E$ ) (en L/min): es el volumen de aire que respiramos por minuto. Es igual al volumen corriente (VT) x la frecuencia respiratoria (FR). La  $\dot{V}E$  máxima ( $\dot{V}E_{\text{max}}$ ) es la máxima  $\dot{V}E$  que el individuo alcanza en una PECP <sup>(29)</sup>.

- Máxima ventilación voluntaria (MMV): es la máxima ventilación que puede realizar un individuo en un minuto. Se utiliza como una estimación de la  $\dot{V}E$  en el máximo ejercicio.

Se estima a partir del FEV<sub>1</sub> del individuo <sup>(35)</sup>:

$$\text{MMV} = 40 \times \text{FEV}_1$$

La MVV predicha se calcula de la misma manera pero utilizando el FEV<sub>1</sub> teórico según la edad, el peso y el sexo. Rara vez un individuo normal supera el 85% de su MVV o detiene el ejercicio con una reserva ventilatoria menor de 11 L/min <sup>(35)</sup>.

De este concepto deriva el de Reserva Ventilatoria, que es la diferencia entre la MVV predicha y la  $\dot{V}E_{\text{max}}$ . Se puede expresar en forma de %:

$$\text{Reserva ventilatoria \%} = [(\text{MVV} - \dot{V}E_{\text{max}}) / \text{MVV}] \times 100$$

Teniendo en cuenta que la máxima FR que puede alcanzar un individuo es de 50 respiraciones/minuto, y que esta, normalmente, no se alcanza en el  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ , sabemos que durante una PECP de un individuo sano, siempre existe una reserva ventilatoria al alcanzar el  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  (30-40%). Si el paciente alcanza la MMV en una PECP, significa que la causa que ha limitado el ejercicio es una alteración del sistema respiratorio.

En atletas de élite se puede alcanzar la MVV en una PECP pero llegando entonces a un  $\dot{V}O_{2\text{maximo}}$  mayor que el  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  predicho. (Figura 17).



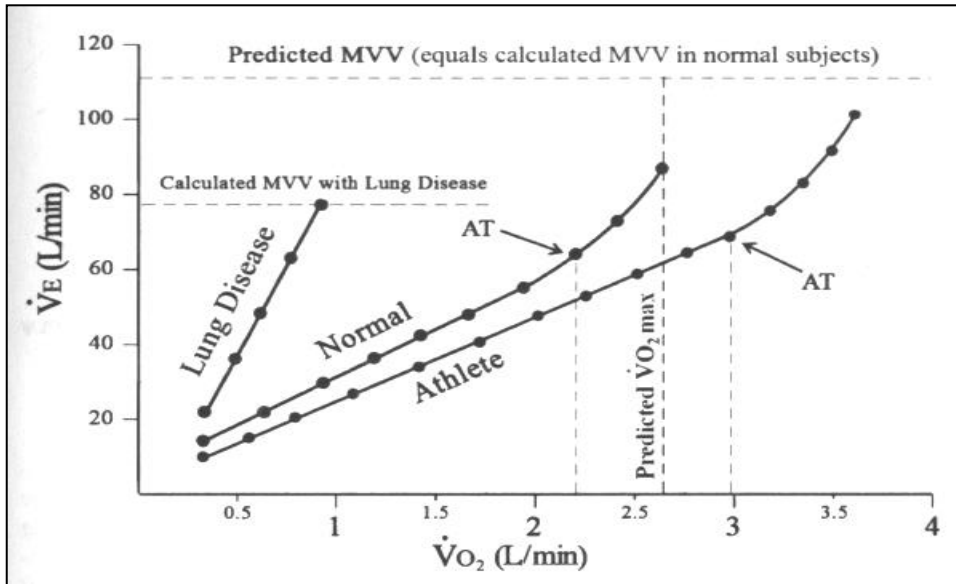
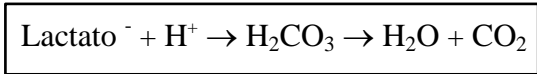


Figura 17: En pacientes con enfermedad pulmonar la MVV teórica es menor que la MVV teórica de un sujeto sano, y se alcanza precozmente, siendo su  $\dot{V}O_{2\max} < \dot{V}O_{2\max \text{ predicho}}$  y no llegan a alcanzar el umbral anaeróbico. Los sujetos sanos, alcanzan su  $\dot{V}O_{2\max}$  sin llegar a utilizar su MVV teórica. Atletas de élite alcanzan un  $\dot{V}O_{2\max} > \dot{V}O_{2\max \text{ predicho}}$  sin llegar a utilizar su MVV <sup>(29)</sup>.

- Equivalente ventilatorio de O<sub>2</sub> ( $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ ): es la cantidad de ventilación para un consumo de O<sub>2</sub> dado.
- Equivalente ventilatorio de CO<sub>2</sub> ( $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ ): es la cantidad de ventilación para un consumo de CO<sub>2</sub> dado.

- Umbral anaeróbico (AT): es el  $\dot{V}O_2$  en el cual hay una transición hacia el metabolismo anaeróbico, ocurre cuando el metabolismo aeróbico no es suficiente para cubrir los requerimientos energéticos del ejercicio y trae como consecuencia la producción de ácido láctico.

El exceso de ácido láctico se combina con el bicarbonato para estabilizar el pH: (Figura 18).



El exceso de  $\text{CO}_2$  producido en relación al  $\text{O}_2$  consumido da lugar a que el  $\text{RER} > 1$ . A partir del umbral anaeróbico el aparato respiratorio se ve obligado a aumentar la  $\dot{V}E$  para eliminar el exceso de  $\text{CO}_2$ .

El AT, se puede hallar de forma invasiva determinando la concentración de ácido láctico y bicarbonato en muestras de sangre arterial durante el ejercicio (Figura 18) y también de forma indirecta (Figura 19) <sup>(29)</sup>.

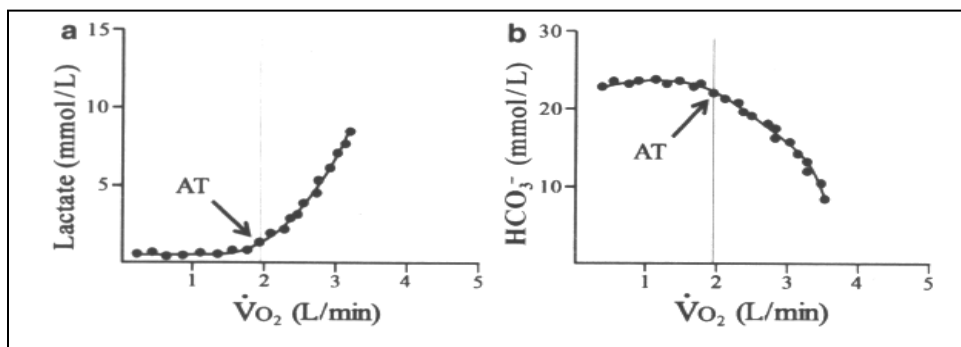


Figura 18: En el umbral anaeróbico (AT) el  $\text{HCO}_3^-$  empieza a disminuir por consunción y el lactato empieza a incrementarse (29).

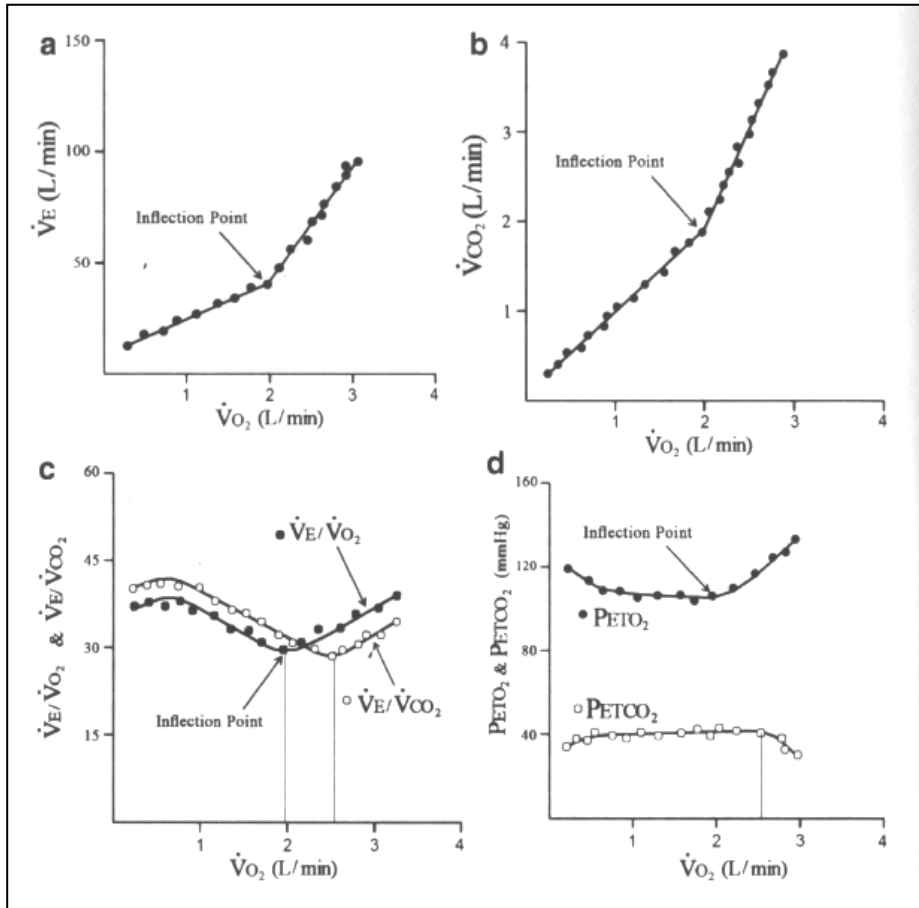


Figura 19: (a) en una gráfica en la que enfrentamos la  $\dot{V}_E$  y el  $\dot{V}O_2$ , el punto de inflexión en el cual la  $\dot{V}_E$  aumenta más rápidamente corresponde al AT. (b) en una gráfica en la que enfrentamos el  $\dot{V}CO_2$  y el  $\dot{V}O_2$ , el punto de inflexión en el que el  $\dot{V}CO_2$  aumenta más rápidamente es el AT, este método se denomina “V-slope” (c) en una gráfica en la que enfrentamos el equivalente ventilatorio de  $O_2$  ( $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ ) y el equivalente ventilatorio de  $CO_2$  ( $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$ ) con el  $\dot{V}O_2$ , el AT corresponde al punto de corte entre ambas curvas. (d) la presión de  $O_2$  espirada medida al final de la respiración ( $PETO_2$ ), permanece estable durante todo el ejercicio hasta que se alcanza el AT, en este punto aumenta. La presión espirada de  $CO_2$  medida al final de la respiración ( $PETCO_2$ ), también permanece estable durante el ejercicio y el AT y cae, en el momento en que la Ventilación aumenta desproporcionadamente y se establece una acidosis metabólica franca <sup>(29)</sup>.

El umbral anaeróbico en un sujeto joven y sano se alcanza entorno al 50% del  $\dot{V}O_{2\max}$ <sup>(34)</sup>. Está descendido (< 40% del  $\dot{V}O_{2\max}$ ) en caso de enfermedades cardiovasculares, falta de entrenamiento, reducción de la capacidad de transporte de O<sub>2</sub> y trastornos a nivel de la oxidación muscular. En caso de enfermedades respiratorias el umbral anaeróbico es normal o no se alcanza, ya que la PECP se limita por síntomas<sup>(29)</sup>.

- Tensión arterial (TA): en condiciones normales durante el ejercicio aumenta la TAS como consecuencia del aumento del gasto cardiaco y la TAD se mantiene constante o disminuye por la vasodilatación producida a nivel muscular que hace que descendan las resistencias vasculares. Un excesivo aumento de la TAS (> 220 mmHg) o TAD (> 100 mmHg), aparece en caso de pacientes con hipertensión arterial de reposo o alteración en el control simpático de la TA. Un fallo en el aumento de la TAS indica trastorno cardiaco o alteración del control simpático. Una caída en la TAS durante el ejercicio indica enfermedad cardiaca (estenosis aórtica, isquemia, insuficiencia cardiaca congestiva) o enfermedad vascular pulmonar<sup>(29)</sup>.

- Saturación de O<sub>2</sub> medida mediante un pulsioxímetro (SpO<sub>2</sub>): debe permanecer constante durante el ejercicio. Caídas mayores o iguales al 5% indican alteración del intercambio gaseoso. Una desaturación sintomática < 80% durante el ejercicio es indicación de detener la PECP<sup>(29)</sup>.

## 1.7 Evaluación de la gravedad y pronóstico en la EPOC.

Como se ha descrito con anterioridad, la EPOC es una enfermedad que afecta no solo al aparato respiratorio sino que implica a otros sistemas del organismo, por lo tanto, a la hora de valorar la gravedad y el pronóstico de la enfermedad, no solo nos podemos basar en el FEV<sub>1</sub> (Tabla 1). Además del FEV<sub>1</sub>, se han postulado como factores pronósticos de mortalidad en la EPOC, la disnea o sensación de dificultad para respirar, la hipoxemia, la hiperinsuflación pulmonar, la anemia, la malnutrición y la incapacidad para realizar las actividades básicas de la vida diaria <sup>(38)</sup>

La disnea es el síntoma que produce más incapacidad, y la percepción del grado de disnea es diferente en cada paciente. La relación entre el FEV<sub>1</sub> y el grado de disnea ha demostrado ser débil <sup>(39)</sup>.

La escala que se recomienda para evaluar el grado de disnea es la escala modificada de disnea del Medical Research Council (mMRC) <sup>(40)</sup>

(Tabla 2)

Grado	Actividad
0	Ausencia de disnea al realizar ejercicio intenso
1	Disnea al andar de prisa en llano, o al andar subiendo una pendiente poco pronunciada.
2	La disnea le produce una incapacidad de mantener el paso de otras personas de la misma edad caminando en llano o tener que parar a descansar al andar en llano a su propio paso.
3	La disnea hace que tenga que parar a descansar al andar unos 100 m o pocos minutos después de andar en llano.
4	La disnea le impide al paciente salir de casa o aparece con actividades como vestirse o desvestirse.

Tabla 2: Escala de disnea modificada del mMRC.

La malnutrición, y en concreto un índice de masa corporal (IMC)  $< 25 \text{ Kg/m}^2$  se ha asociado a un incremento significativo de la mortalidad ( $p < 0,001$ )<sup>(38)</sup>.

La calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), de la que hablaremos más extensamente en el siguiente capítulo, también se ha identificado como predictor de mortalidad en pacientes con EPOC.

Una de las escalas de gravedad y pronóstico más utilizadas en la actualidad es el Índice BODE, propuesto por Celli et al en 2004<sup>(41)</sup>, que incorpora los más importantes predictores de mortalidad: IMC, el FEV<sub>1</sub>, la disnea medida según la escala mMRC y la capacidad de ejercicio medida mediante la distancia caminada en el 6MWT. La tabla 3 muestra los componentes del BODE y su ponderación, que oscila entre 0 y 10 puntos, de menor a mayor riesgo de mortalidad.

Marcadores		Puntuación			
		0	1	2	3
<b>B</b>	IMC	$> 21$	$\leq 21$		
<b>O</b>	FEV <sub>1</sub> (%)	$\geq 65$	50 - 64	36 - 49	$\leq 35$
<b>D</b>	Disnea (mMRC)	0 - 1	2	3	4
<b>E</b>	6MWT (metros)	$\geq 350$	250 - 349	150 - 249	$\leq 149$

Tabla 3: Índice BODE: IMC: índice de masa corporal = peso (Kg)/ Talla (m)<sup>2</sup>. mMRC: escala de disnea modificada, 6MWT: distancia recorrida durante el test de marcha de 6 minutos, medida en metros.

La puntuación se agrupa en 4 cuartiles: Cuartil 1: 0-2 puntos, Cuartil 2: 3-4 puntos, Cuartil 3: 5-6 puntos, Cuartil 4: 7-10 puntos. Un incremento de 1 punto del índice BODE se asocia e un aumento del 34% en la mortalidad por todas las causas (Hazard Ratio (HR)= 1,34; IC del 95%, 1,26-1,42;  $p < 0,001$ ) y del 62% en la mortalidad de causa respiratoria (HR= 1,62; IC del 95%, 1,48-1,77;  $p < 0,001$ )<sup>(41)</sup>. Un paciente que se encuentre dentro del cuartil 4, tiene un una tasa de mortalidad del 80% a los 52 meses<sup>(38)</sup>.

Otro parámetro a tener en cuenta son las exacerbaciones frecuentes que contribuyen a un descenso más acusado en los valores del FEV<sub>1</sub>, en pacientes con EPOC moderado y severo<sup>(42)</sup>. Recientemente en un estudio realizado en más de 20.000 individuos con un seguimiento a 10 años<sup>(43)</sup>, se concluye que las hospitalizaciones por agudización de EPOC aumentan el riesgo de mortalidad por todas las causas (HR=2,7, 95% CI: 2,5-3).

GesEPOC<sup>(1)</sup>, propone un quinto nivel de gravedad añadido al BODE que identifica los pacientes con elevado riesgo de muerte o de final de la vida. Para alcanzar este nivel el paciente debe tener un BODE  $\geq 7$  y además cumplir unos de los siguientes:

- Tres o más hospitalizaciones al año.
- Disnea 3 o 4 en la escala mMRC, a pesar de tratamiento óptimo.
- Baja actividad física: menos de 30 minutos al día de actividad física moderada (caminar, tareas domésticas, pasear animales domésticos).
- Elevada dependencia para las actividades diarias.
- Insuficiencia respiratoria crónica.

## **1.8 Evaluación de la Calidad de Vida relacionada con la Salud en pacientes con EPOC.**

La disnea y la limitación en la capacidad de ejercicio que sufren los pacientes con EPOC, magnificado por síntomas de ansiedad y depresión los avocan a un progresivo aislamiento de su entorno y ambiente social, afectando negativamente a su CVRS.

En términos generales, el concepto de Calidad de Vida es multidimensional, subjetivo y universal, y engloba tanto aspectos físicos y psicológicos como sociales y económicos. La Organización Mundial de la Salud en su grupo de estudio de Calidad de Vida la define como: “la percepción personal de un individuo de su situación en la vida, dentro del contexto cultural y de los valores en que vive y en relación con sus objetivos, expectativas y valores e intereses” <sup>(44)</sup>.

Las medidas tradicionales en medicina se correlacionan escasamente con la capacidad funcional real y el bienestar del individuo, por eso es importante medir la CVRS que nos va a aportar información de lo que siente el paciente y como vive con sus limitaciones <sup>(45)</sup>.

Para medir la CVRS hay instrumentos genéricos y específicos, entendiendo por genéricos los aplicados a todo tipo de poblaciones y enfermedades, y por específicos los que incorporan preferentemente las dimensiones más relevantes para una determinada población, enfermedad, función o síntoma, de tal manera, que focalizan uno o más síntomas o los componentes de la vida que pueden estar directamente relacionados con esa enfermedad.



Los cuestionarios específicos son más sensibles al cambio después de un tratamiento o en el curso de una enfermedad <sup>(45)</sup>.

En el presente trabajo se ha utilizado la versión española autoadministrada del cuestionario específico de la enfermedad respiratoria crónica (CRQ-SAS), validado para su uso en pacientes con EPOC y demostrada su buena sensibilidad a los cambios <sup>(46)</sup>.

Las 20 preguntas de este cuestionario se dividen en 4 áreas: Disnea, que incluye 5 preguntas que evalúan 3 actividades que producen dificultad respiratoria en la mayoría de los pacientes con EPOC (sentir emociones como enfado o disgusto, realizar los cuidados básicos de la vida diaria (AVD) como son bañarse, ducharse, comer o vestirse), caminar, realizar tareas rutinarias (faenas de la casa, ir de compras), participar en actividades sociales (reuniones con familiares, amigos, vecinos o grupos); Fatiga (4 preguntas); Factor emocional (7 preguntas) y Control de la enfermedad (4 preguntas) (Anexo 1).

Las respuestas de cada área se cuantifican en una escala tipo Likert de 7 puntos. La suma de puntos de cada área se divide por el número de preguntas, obteniéndose un valor entre 1 y 7 para cada una de las áreas. La evaluación de la CVRS resultante oscila entre 1 (máxima afectación de la CVRS) y 7 (no afectación).

Un cambio de  $\geq 0,5$  puntos por área se considera como el mínimo cambio clínicamente significativo <sup>(47)</sup>.

La intolerancia al ejercicio favorece el sedentarismo y este repercute incluso en las AVD (Tabla 4) que pueden estar intensamente restringidas en pacientes con EPOC.

---

## **Actividades de autocuidado**

*Vestirse, comer, evitar riesgos, aseo e higiene personal*

### **Otras AVD**

*Comunicación*

*Actividad física*

Intrínseca (levantarse, vestirse, reclinarse....)

Funcional (llevar, elevar, empujar...)

*Función sensorial*

*Funciones manuales (agarrar, sujetar, apretar....)*

*Transporte (se refiere a la capacidad para utilizar los medios de transporte)*

*Función sexual*

*Sueño*

*Actividades sociales y de ocio.*

Tabla 4: Actividades de la vida diaria (AVD).<sup>(74)</sup>

Las escalas de Calidad de Vida reflejan de forma indirecta el grado de afectación de las AVD pero no permiten valorar el nivel de sedentarismo de estos sujetos, por lo que además del cuestionario anterior, decidimos completar la evaluación, con el cuestionario denominado “The London Chest Activity of Daily Living Scale” (LCADL) que fue validado, en su versión inglesa, para su uso en pacientes con EPOC en el año 2000 por Garrod et al<sup>(48)</sup> y posteriormente demostró su capacidad para detectar cambios después de un programa de rehabilitación: diferencia media en puntuación global pre-post rehabilitación: -5,91 (CI 95%: 9,23-2,6)<sup>(49)</sup>. La versión española del LCALD también demostró ser una herramienta válida para evaluar el grado de actividad física en las actividades de la vida diaria de los pacientes con EPOC<sup>(50)</sup>. Es un cuestionario autoadministrado y específico para pacientes con EPOC.

Se compone de 15 ítems que miden el grado de disnea percibida durante las AVD. Consta de 4 subdimensiones: 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 nunca lo haría de ninguna manera (nunca he realizado esta tarea)” y 5 a “Necesito que otra persona lo haga por mí (no puedo hacerlo)”. (Anexo 2)

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 de aproximadamente 10 minutos.

## **1.9 Tratamiento de la EPOC.**

Los objetivos del tratamiento de los pacientes con EPOC son: aliviar los síntomas, prevenir la progresión de la enfermedad, mejorar la tolerancia al ejercicio, mejorar el estado de salud, prevenir y tratar las complicaciones, prevenir y tratar las exacerbaciones y reducir la mortalidad.<sup>(2)</sup>

Para alcanzar estos objetivos disponemos de las siguientes estrategias:<sup>(2)</sup>  
(ver tabla 6 para los niveles de Evidencia)

- Educación (Evidencia B), dentro de este apartado se encuentran la educación para promover la deshabituación tabáquica (Evidencia A), información sobre factores de riesgo, fisiopatología básica de la EPOC, uso correcto de inhaladores, como reconocer y tratar una exacerbación, estrategias para disminuir la disnea. En pacientes con EPOC estadio IV de la GOLD, debe añadirse información acerca de las complicaciones, el tratamiento con oxigenoterapia y ayuda a la toma de decisiones al final de la vida.
  - Tratamiento farmacológico:
    - Broncodilatadores de acción corta: *Bromuro de Ipratropio* y agonistas  $\beta$ -2 adrenérgicos de acción corta (4-6 horas) como el *Salbutamol* y la *Terbutalina*: disminuyen los síntomas y mejoran la tolerancia al esfuerzo, actúan alterando el tono del músculo liso traqueobronquial dando lugar al ensanchamiento de las vías respiratorias, lo que facilita el vaciado de los pulmones y disminuye la hiperinsuflación en reposo y durante el ejercicio (Evidencia A).
    - Broncodilatadores de acción larga:  $\beta$ -2 adrenérgicos de acción larga (>12 horas) como el *Salmeterol*, el *Formoterol* y el *Indacaterol*, y anticolinérgicos como el *Bromuro de Tiotropio*. Este grupo de fármacos se utiliza como primer escalón en todos los pacientes con síntomas permanentes que precisan tratamiento de forma regular (Evidencia A). Además de los efectos de los broncodilatadores de acción corta, han demostrado disminuir el riesgo de agudizaciones y mejorar los resultados de la Rehabilitación pulmonar.
- Inicialmente se utilizan en monoterapia, pero en pacientes muy sintomáticos se puede utilizar en biterapia (un fármaco  $\beta$ -2 adrenérgico con un anticolinérgico).

- Teofilinas: son broncodilatadores débiles. Pequeñas dosis de teofilina reducen las exacerbaciones en la EPOC, (Evidencia B). Debido a sus múltiples efectos secundarios se considera un fármaco de tercera línea en pacientes con estadio III y IV de la GOLD.

- Corticosteroides inhalados: en pacientes con FEV<sub>1</sub> < 50% y exacerbaciones repetidas (3 en los últimos 3 años), el uso de estos fármacos mejora los síntomas, la función pulmonar y la CVRS, y reduce la frecuencia de exacerbaciones (Evidencia A). En algunos pacientes el abandono del tratamiento con corticosteroides inhalados puede provocar exacerbaciones. El uso combinado de un β-2 agonista de acción larga con un glucocorticoide inhalado, es más efectivo que su uso de manera individual, en cuanto a disminuir de las agudizaciones, mejorar la función pulmonar y la CVRS (Evidencia A), pero por otro lado, incrementa el riesgo de neumonía.

La adición de Bromuro de Tiotropio a un β-2 agonista de acción prolongada/corticosteroide inhalado parece conferir beneficios adicionales.

- Inhibidores de la fosfodiesterasa IV: *Roflumilast*. Reduce la inflamación y el número de exacerbaciones en pacientes con EPOC en estadio III-IV de la GOLD con historia de exacerbaciones frecuentes. (Evidencia B).

- Vacunas: la vacuna de la gripe se recomienda una vez al año, reduce en un 50% la gravedad y la mortalidad de la infección en pacientes con EPOC (Evidencia A). La vacuna neumocócica polisacárida se recomienda en pacientes ≥ 65 años y en pacientes < 65 años con FEV<sub>1</sub> <

40% ya que reduce la incidencia de neumonía adquirida en la comunidad. (Evidencia B).

- Antibióticos: útiles en el tratamiento de exacerbaciones de origen infeccioso.
  
- Otros tratamientos:
  - Oxigenoterapia durante > 15 horas al día está indicado en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica ( $\text{PaO}_2 \leq 55\text{mmHg}$ ), o  $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$  junto con evidencia de hipertensión pulmonar, insuficiencia cardiaca congestiva o hematocrito > 55%. Su uso ha demostrado aumentar la supervivencia (Evidencia A). El uso de oxígeno durante el ejercicio puede incrementar la duración y la intensidad de este. (Evidencia A)
  - Soporte ventilatorio mecánico: añadido a la oxigenoterapia en pacientes con retención de  $\text{CO}_2$ , puede disminuir esta y mejorar la disnea y la supervivencia.
  - Tratamientos quirúrgicos: bullectomía, cirugía de reducción del volumen pulmonar y trasplante pulmonar son las técnicas quirúrgicas utilizadas en los pacientes con EPOC.
  - Rehabilitación respiratoria: dado que este apartado constituye el tema principal de este trabajo, vamos a desarrollarlo más ampliamente en el siguiente capítulo.

En la tabla 5 se resume el tratamiento adecuado según la gravedad de la EPOC <sup>(2)</sup>.

Tabla 5: Tratamiento de la EPOC.

GOLD I	GOLD II	GOLD III	GOLD IV
Reducción de factores de riesgo, educación, vacunación antigripal. Broncodilatadores de acción corta cuando sean necesarios.			
		Añadir broncodilatadores de acción larga y <b>Rehabilitación Respiratoria</b>	
		Añadir corticosteroides inhalados si existen agudizaciones repetidas.	
		Añadir oxigenoterapia si existe insuficiencia respiratoria y considerar los tratamientos quirúrgicos.	

Tabla 6: Niveles de evidencia.

Niveles de evidencia		
Categoría	Fuente	Definición
<b>A</b>	Trabajos controlados y aleatorizados. Con un número elevado de datos.	La evidencia proviene de trabajos controlados y aleatorizados bien diseñados que proporcionan un patrón consistente de hallazgos en la población para la que se hizo la recomendación. Requiere un número sustancial de estudios con un número importante de participantes.
<b>B</b>	Trabajos controlados y aleatorizados. Con un número limitado de datos.	La evidencia proviene de estudios que incluyen pequeños grupos de pacientes, análisis de subgrupos de trabajos controlados y aleatorizados, o metaanálisis, que fueron realizados en poblaciones diferentes a la población para la que se hace la recomendación, o los resultados son algo inconsistentes.
<b>C</b>	Trabajos no aleatorizados. Estudios observacionales.	La evidencia proviene de trabajos no controlados ni aleatorizados o de estudios observacionales.
<b>D</b>	Panel de consenso.	Basada en la experiencia clínica.

## **1.10 Rehabilitación respiratoria en la EPOC.**

### **1.10.1 Definición y objetivos:**

En el consenso de la American Thoracic Society y European Respiratory Society (ATS/ERS), la rehabilitación respiratoria o pulmonar se define como: “una intervención basada en la evidencia, multidisciplinar y global, para pacientes sintomáticos y con afectación de las actividades de la vida diaria como consecuencia de enfermedades respiratorias crónicas, que debe formar parte del tratamiento individualizado del paciente y va dirigida a reducir los síntomas, optimizar la capacidad funcional, incrementar la participación y reducir los costes sanitarios, estabilizando o revirtiendo las manifestaciones sistémicas de la enfermedad”.<sup>(51)</sup>

El principal objetivo de la Rehabilitación Respiratoria (RR) es restaurar en el paciente el nivel más alto posible de independencia funcional. Este objetivo se alcanza mediante:

- El control de la disnea.
- La mejoría de la capacidad de esfuerzo.
- La reducción de los factores psicosociales que modulan la evolución de la enfermedad y la mejoría en la CVRS.



### **1.10.2 Un poco de historia.**

En 1952, Barach publicó un artículo en el que se describía que un programa de ejercicios había mejorado la capacidad de ejercicio en 2 pacientes con enfisema y disnea de esfuerzo. Previamente lo que se recomendaba a los pacientes con disnea de esfuerzo, era evitar las actividades que produjeran disnea, como actualmente se recomienda evitar las actividades que desencadenan dolor torácico a los pacientes que tienen angina de esfuerzo.<sup>(52)</sup>

A finales de la década de 1960, Petty estandarizó un programa de rehabilitación para pacientes ambulatorios que incluía educación acerca de la enfermedad, técnicas de higiene bronquial, reacondicionamiento físico y terapia farmacológica individualizada. En 1969 publicó un artículo con la experiencia adquirida tras tratar 124 pacientes, con un resultado beneficioso en 94 pacientes en cuanto a la tolerancia al ejercicio, reducción de la hospitalización y vuelta a sus puestos de trabajo. En 1980 la Sociedad Americana de Patología Torácica definía el entrenamiento físico como un componente esencial del tratamiento de pacientes con EPOC.<sup>(52)</sup>

Posteriormente, en los años 80, hubo una regresión de la RR, este periodo es denominado por algunos “la época oscura de la rehabilitación”. En este periodo se consideraba a la pérdida de la función pulmonar como la causa principal de la limitación de la capacidad de esfuerzo en los pacientes con EPOC, y ya que la RR no había demostrado ser capaz de mejorar la función pulmonar, quedó relegada. Además se dudó que los pacientes con EPOC fueran capaces de entrenar a la intensidad suficiente para alcanzar el punto crítico de entrenamiento necesario para poder mejorar la función muscular.

Estas teorías se apoyaron en artículos como el publicado por Bellman y Kendregan titulado “el entrenamiento no incrementa las enzimas musculares en pacientes con EPOC”, en el que se examinaron las biopsias musculares de 7 pacientes que habían sido entrenados durante 6 semanas y las compararon con pacientes no entrenados, viendo que no aumentaban enzimas específicas, que si aumentaban en pacientes sanos entrenados. <sup>(53)</sup>

En la década de los 90, empezó de nuevo a resurgir la RR con trabajos como el de Casaburi, publicado en 1991, titulado “Reducción en la acidosis láctica y la ventilación durante el ejercicio, como resultado del entrenamiento de pacientes con EPOC”; en este trabajo se incluía el nuevo concepto de entrenamiento de alta y baja intensidad. Pacientes con EPOC moderado-severo ( $FEV_1$ :  $56 \pm 12\%$ ) (N=19) fueron entrenados durante 45 minutos en cicloergómetro a intensidades bajas (30W) y altas (71W), 5 días por semana, durante 8 semanas; se concluyó que tras el entrenamiento, disminuían los niveles de ácido láctico en sangre en pacientes que previamente los tenían elevados con bajas cargas de trabajo, y que el ejercicio de alta intensidad era más efectivo que el de baja intensidad <sup>(54)</sup>. En 1996, Maltais y su grupo demostraron el incremento de las concentraciones de enzimas participantes en la oxidación muscular (citrate sintetasa, 3-hidroxyacilconenzima A deshidrogenasa) en los músculos de la marcha (Biopsia de Vasto Lateral) en 11 pacientes entrenados con un programa de ejercicios de alta intensidad (30 minutos, 3 días por semana, 12 semanas)<sup>(55)</sup>.

Con estos trabajos se cambió la visión del Bellman y se empezó a considerar a la rehabilitación respiratoria como un pilar básico dentro del tratamiento de los pacientes con EPOC.

Por tanto ya entrando casi en el siglo XXI, es cuando se comienza de nuevo a dar la importancia que se merece a la RR, lo que explica que no esté tan extendida como debiera en nuestro medio. En 2003 el grupo de Quebec, mediante un sencillo trabajo, presentó evidencias consistentes de que, en un grupo importante de pacientes con EPOC, la fatiga de MMII producía más incapacidad que la imposibilidad de aumentar la ventilación pulmonar durante el ejercicio <sup>(56)</sup>.

En los últimos años los estudios han ido encaminados a explicar los mecanismos responsables de la disminución de la percepción de la disnea que producen los programas de entrenamiento, ya que ha quedado suficientemente demostrado que no se debe a una mejoría en la función pulmonar y se investiga de qué manera se pueden conseguir niveles de entrenamiento de mayor intensidad.

Actualmente, en las últimas guías publicadas de tratamiento de la EPOC se considera a la RR como un pilar básico del mismo.<sup>(1,2)</sup>

### 1.10.3 Efectos de la Rehabilitación Respiratoria.

Antes de comentar los efectos de la RR en la EPOC, vamos a detallar las causas que producen incapacidad funcional en los pacientes con EPOC:

- **LIMITACIÓN VENTILATORIA:** durante un ejercicio máximo en un individuo sano, no se alcanza la máxima ventilación voluntaria y por tanto, nunca es esta la causa de finalizar el ejercicio, ya que es capaz de aumentar el volumen corriente y la frecuencia respiratoria necesarias para aumentar los requerimientos de O<sub>2</sub> y la eliminación de CO<sub>2</sub>.

En los pacientes con EPOC, el trabajo respiratorio aumenta más de lo normal (hasta 5-10 veces) por: <sup>(51,57)</sup>

- El desacondicionamiento muscular, secundario al sedentarismo acomodativo causado por la disnea precoz y a la atrofia muscular secundaria al consumo de esteroides, provoca una excesiva producción de ácido láctico y de CO<sub>2</sub> que alteran del pH fisiológico y aumentan los requerimientos ventilatorios con bajas cargas de trabajo.
- La alteración del intercambio gaseoso, provocada por una alteración de la relación ventilación/perfusión y una disminución del tiempo de tránsito de la sangre oxigenada por los capilares pulmonares durante el ejercicio, unido a la alteración de la membrana de intercambio alveolo-capilar, pueden producir hipoxemia, la cual, es un potente estímulo del cuerpo carotídeo que provoca también aumento de la ventilación.
- La elevada resistencia de la vía aérea, y la disminución de la retracción elástica pulmonar impiden un correcto vaciamiento pulmonar favoreciendo la hiperinsuflación pulmonar dinámica, que a su vez dificulta la correcta movilidad de los músculos respiratorios: el

diafragma desciende y se aplana disminuyendo su capacidad de generar tensión, lo que provoca un patrón respiratorio a bajo volumen y con aumento de la ventilación del espacio muerto, que obliga a un incremento excesivo de la frecuencia respiratoria:

$$\dot{V}E = \text{volumen corriente} \times \text{frecuencia respiratoria}$$

En condiciones normales los músculos respiratorios pueden estar trabajando a un 40% de su capacidad máxima de manera indefinida, pero cuando aumenta el trabajo respiratorio los músculos respiratorios pueden fatigarse.

Además de lo anterior, hay que recordar que los músculos superiores del tórax (intercostales internos y externos, esternocleidomastoideo y triangular esternal) tienen inserciones tanto en la caja torácica como en la cintura escápulo-humeral y ejercen funciones respiratorias o posturales dependiendo del punto de fijación, por tanto, cuando el paciente realiza acciones en las que se utilizan los miembros superiores sin apoyo (peinarse, lavarse el pelo, coger objetos situados por encima de la cabeza), hay una menor contribución de la musculatura superior a la ventilación y se desencadena también mayor sensación de disnea. <sup>(45)</sup>

- **LIMITACIÓN CARDIOVASCULAR:** en individuos sanos, el sistema cardiovascular es el primer causante de la limitación en el ejercicio máximo, llegándose a alcanzar frecuentemente la frecuencia cardiaca máxima (220 – edad en años).

En pacientes con EPOC se producen los siguientes acontecimientos:

- Sobrecarga del ventrículo derecho: cuando la PaO<sub>2</sub> es menor de 55 mmHg (SpO<sub>2</sub> < 85%), se produce una vasoconstricción de la vasculatura pulmonar que provoca sobrecarga del ventrículo derecho.

Si esta sobrecarga se mantiene en el tiempo, deriva en hipertrofia miocárdica y fallo ventricular derecho.

- Déficit de función del ventrículo izquierdo, por disminución del volumen diastólico secundario a la disfunción del ventrículo derecho.

- Arritmias inducidas por el ejercicio, secundarias a la hipertrofia ventricular.

- Descondicionamiento físico consecuencia de la inactividad, que condiciona una frecuencia cardiaca elevada, con baja carga de trabajo.

- **DISFUNCIÓN MUSCULAR PERIFÉRICA:** de origen multifactorial en los pacientes con EPOC:

- Inflamación crónica: los mediadores de la inflamación que permanecen elevados en la EPOC aceleran el recambio proteico dando lugar a: atrofia muscular, incremento del estrés oxidativo, dificultad en el transporte de O<sub>2</sub> a través del citoplasma mitocondrial y su utilización, y todo ello, conlleva a un metabolismo anaeróbico con bajas carga de ejercicio.

- Malnutrición (presente en un 30% de los pacientes con EPOC), secundaria a la disminución de la ingesta calórica, y a la inflamación crónica, dan lugar al catabolismo proteico.

- Tratamiento corticoideo oral, utilizado en el tratamiento de las agudizaciones de la EPOC, produce disminución de las proteínas contráctiles, acelera el recambio proteico, regula a la baja los factores de crecimiento e induce atrofia de las fibras tipo II.
- Desacondicionamiento físico secundario a la inactividad, que produce atrofia muscular con pérdida de fibras tipo I (fundamentales en el ejercicio de resistencia), disminuyendo la capacidad oxidativa muscular.
- Disminución del número de capilares intramusculares.
- OTROS FACTORES:
  - Falta de motivación.
  - Problemas ortopédicos.
  - Trastornos psiquiátricos: ansiedad, depresión.
  - Anemia.
  - Coexistencia de Diabetes tipo II.

Una vez expuestas las razones que provocan limitación funcional precoz en los pacientes con EPOC, exponemos que beneficios aporta el tratamiento de RR, que consigue sus objetivos alterando el estilo de vida de los pacientes:

- Los programas de RR proporcionan una oportunidad de coordinar el cuidado de los pacientes y focalizarse individualmente en cada paciente.<sup>(51)</sup>
- Se rompe el círculo vicioso de disnea → sedentarismo → desacondicionamiento.<sup>(58)</sup>

- El entrenamiento de la musculatura esquelética periférica, que es uno de los pilares básicos de un programa de RR, aumenta la capacidad de ejercicio, al aumentar la eficiencia de los músculos esqueléticos. <sup>(51)</sup>

A la hora de diseñar el programa de RR, nos hemos basado en las recomendaciones dadas por la European Respiratory Society (ERS) y la American Thoracic Society (ATS) en la guía publicada en 2006 y las recomendaciones basadas en la evidencia del American College of Chest Physicians (ACCP) y la American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACVPR), publicadas en 2007.

A continuación exponemos un resumen de las recomendaciones de la ATS/ERS: <sup>(51)</sup>

1. Duración y frecuencia del programa: los programas de RR deberían de contar con al menos 20 sesiones de más de 30 minutos de duración, repartidas en 3 días por semana.
2. El entrenamiento de resistencia de alta intensidad debería intentarse siempre, ya que produce mayores beneficios fisiológicos que el de baja intensidad. Entendiéndose como ejercicio de alta intensidad el que se lleva a cabo a una frecuencia cardiaca  $> 60\%$  de la frecuencia cardiaca máxima.
3. Deberían entrenarse miembros superiores e inferiores.
4. En pacientes con atrofia muscular debería indicarse también entrenamiento de fuerza.
5. Antes de comenzar el entrenamiento el paciente debería recibir un tratamiento broncodilatador óptimo.



6. El uso del O<sub>2</sub> suplementario durante la RR en todos los pacientes, independientemente de si tienen desaturación con el ejercicio (SpO<sub>2</sub> < 90%) o no, permite aumentar la intensidad del entrenamiento y reducir los síntomas, pero no están claros los beneficios clínicos de su uso.
7. En pacientes seleccionados con enfermedad respiratoria crónica severa y mala respuesta al ejercicio, la ventilación mecánica no invasiva (VMNI), podría considerarse como adyuvante ya que podría aumentar la intensidad del entrenamiento, al descargar a los músculos respiratorios.
8. El entrenamiento de los músculos respiratorios, debe considerarse como adyuvante en pacientes con debilidad de los mismos.
9. El uso de estimulación eléctrica transcutánea, podría ser considerada como adyuvante en pacientes encamados, o con debilidad muscular extrema.
10. La educación como componente importante de la RR, debe incluir información acerca de estrategias de autocuidado, reconocimiento precoz y tratamiento de las exacerbaciones y enfatizar en la importancia de continuar con el tratamiento en domicilio.
11. En pacientes seleccionados, debería considerarse la educación en técnicas de higiene bronquial y patrón respiratorio óptimo.
12. El cribado de ansiedad y depresión debería ser un componente de la valoración inicial del paciente. Se conoce que los programas de RR, pueden mejorar niveles leves y moderados de ansiedad y depresión.

Y a continuación, seguiremos con un resumen de las recomendaciones basadas en la evidencia dadas por la ACCP/AACVPR <sup>(59)</sup>: (ver tabla 7 para el nivel de evidencia).

- 1- El entrenamiento de los músculos de la deambulación es un componente obligatorio de un programa de RR para pacientes con EPOC. **1A**

- 2- La RR mejora la disnea en pacientes con EPOC. **1A**
- 3- La RR mejora la CVRS en pacientes con EPOC. **1A**
- 4- Programas de RR de 6 – 12 semanas, producen beneficios que desaparecen gradualmente en 12-18 meses. **1A**. Algunos beneficios de la RR, como la mejoría en la CVRS se mantienen a los 12-18 meses. **1C**
- 5- Tanto el entrenamiento de baja intensidad como el de alta intensidad producen beneficios clínicos en pacientes con EPOC. **1A**. El entrenamiento de MMII de alta intensidad produce mayores beneficios fisiológicos que el de baja intensidad en pacientes con EPOC. **1B**. Entendiendo como entrenamiento de alta intensidad, el que se realiza al 60-80% del  $\dot{V}O_2$  alcanzado en una PECP, o bien periodos de entrenamiento de 1 minuto a una intensidad elevada (cercana a la alcanzada en el  $\dot{V}O_2$  de la PECP) seguidos de períodos de 4 minutos al 40 - 45% del  $\dot{V}O_2$  o bien entrenamiento a la FC alcanza en el umbral anaeróbico.
- 6- Añadir el entrenamiento de fuerza a un programa de RR, incrementa la fuerza y la masa muscular. **1A**
- 7- El entrenamiento de resistencia de miembros superiores (MMSS) no controlado beneficia a pacientes con EPOC. **1A**
- 8- La educación en un componente de la RR que debería incluir información sobre el autocuidado y la prevención y el tratamiento de las agudizaciones. **1B**
- 9- La evidencia no apoya el uso rutinario del entrenamiento de los músculos respiratorios en un programa de rehabilitación pulmonar. **1B**. Se recomienda el entrenamiento de los músculos respiratorios en pacientes con EPOC que tienen debilidad de esta musculatura y disnea. Se

considera que un paciente tiene debilidad de la musculatura inspiratoria si la PIM es  $\leq 60$  cmH<sub>2</sub>O.

Los tipos de entrenamiento de la musculatura respiratoria más utilizados son: el entrenamiento con resistencia al flujo inspiratorio (respirar a través de orificios con diámetros progresivamente menores), el entrenamiento con umbral de presión inspiratorio predeterminado (dispositivos que permiten el flujo de aire inspiratorio una vez que se ha alcanzado una cierta presión inspiratoria, este tipo de entrenamiento, mejora la respiración resistida y la velocidad de la contracción muscular, acortando el tiempo inspiratorio) y el entrenamiento tipo ventilación isocápnica (el paciente mantiene una ventilación máxima en condiciones isocápnicas durante al menos 15 minutos)<sup>(45)</sup>.

- 10- Se recomienda el uso de oxígeno suplementario durante la RR en pacientes con hipoxemia severa inducida por el ejercicio. **1C.** Administrar O<sub>2</sub> suplementario durante el entrenamiento en pacientes sin hipoxemia podría permitir un entrenamiento de más alta intensidad. En general los trabajos evaluados aportan O<sub>2</sub> para mantener una SpO<sub>2</sub> > 90%, (3-5 L/min).
- 11- Hay evidencia insuficiente para determinar si la RR mejora la supervivencia en pacientes EPOC. La RR reduce el número de días de hospitalización en pacientes con EPOC. **2B**
- 12- La VMNI asociada al entrenamiento en pacientes seleccionados con EPOC severo produce mejorías modestas en el rendimiento tras RR. **2B.**
- 13- Los programas de RR aportan beneficios psicológicos. **2B.** Hay evidencia mínima que apoya la intervención psicosocial como un componente esencial de la RR. **2C.** La experiencia clínica y la opinión de expertos apoyan la inclusión de intervenciones psicosociales como un componente de la RR para pacientes con EPOC.

- 14- Los programas de RR de duración > 12 semanas, comparados con los programas más cortos, producen beneficios más duraderos. **2C**
- 15- Las estrategias de mantenimiento tras la RR tienen un efecto modesto en los resultados a largo plazo. **2C**. Las estrategias de mantenimiento evaluadas son: programas de ejercicio en domicilio, 1 sesión de entrenamiento supervisado al mes + contacto telefónico semanal + sesiones de educación de refuerzo, repetir todo el programa tras un año de su finalización o programas de marcha de 4Km/día, 4 días por semana + sesiones supervisadas cada 3 meses.

Tabla 7: Balance riesgo-beneficio del tratamiento.

		Balance riesgo – beneficio.			
Fuerza evidencia		Los beneficios superan a los riesgos	Los riesgos superan a los beneficios	Riesgos y beneficios equilibrados	Incierto
	Alta	<b>1A</b>	<b>1A</b>	<b>2A</b>	
	Moderada	<b>1B</b>	<b>1B</b>	<b>2B</b>	
	Baja	<b>1C</b>	<b>1C</b>	<b>2C</b>	<b>2C</b>

**Grado 1** implica recomendación fuerte. **Grado 2** implica recomendación débil

#### 1.10.4 Población diana:

La RR está indicada en todos los pacientes con enfermedad respiratoria crónica con síntomas persistentes (disnea grado  $\geq 3$  en la escala mMRC) (ver tabla 2) y limitación de la actividad a pesar del tratamiento médico óptimo. Además el paciente debe estar motivado y estar dispuesto a colaborar activamente con el tratamiento. Hasta el momento actual, los programas de RR se han desarrollado durante una fase de estabilidad de la enfermedad. <sup>(51)</sup> La RR estaría contraindicada, en caso de enfermedad cardíaca en situación inestable, problemas ortopédicos que reduzcan la

movilidad, enfermedad neurológica severa o trastornos psiquiátricos que impidan la capacidad de cooperación durante el entrenamiento. <sup>(51)</sup>

### **1.10.5 Organización de un programa de Rehabilitación Respiratoria:**

Todos los componentes del equipo deben estar entrenados en técnicas de resucitación cardiopulmonar y tener acceso al equipo adecuado. <sup>(51)</sup>

El elemento clave a la hora de construir un programa de RR es la figura del coordinador, que tiene como misión establecer las necesidades en cuanto a recursos humanos, organizar la colaboración entre los diferentes miembros del equipo, decidir las técnicas terapéuticas indicadas en cada situación y estructurar diferentes tipos de programas.

El equipo multidisciplinar consta de: <sup>(45)</sup>

- Neumólogo y/o Médico Rehabilitador: su función es la selección y valoración del paciente, optimización del tratamiento médico convencional, indicación del tipo de entrenamiento, control y seguimiento del paciente y coordinación del equipo.
- Fisioterapeuta: su función es adiestrar y entrenar al paciente. Supervisan al paciente durante toda la sesión de entrenamiento.
- Enfermera: suele ser el encargado de la educación. Es parte fundamental en la evaluación del paciente: pruebas de función pulmonar, pruebas de marcha, PECP.
- Otros componentes, que enriquecerían un programa de RR, serían: nutricionista, psicólogo, terapeuta ocupacional, trabajador social.

## **2- HIPÓTESIS.**



La medicina basada en la evidencia ha demostrado que la RR es un pilar fundamental en el tratamiento de la EPOC, ya que es capaz de aliviar los síntomas, como la disnea y la ansiedad, mejora la capacidad funcional al evitar el sedentarismo acomodativo, reduce los costos sanitarios al disminuir las manifestaciones sistémicas de la enfermedad y en definitiva mejora la CVRS <sup>(51)</sup>, pero sorprendentemente, para muchos pacientes es difícil, sino imposible, acceder a un programa de RR debido a la falta de disponibilidad del mismo en muchos hospitales y centros de atención primaria, y también en ocasiones, por el desconocimiento o la falta de interés que los profesionales de salud tienen ante terapias no farmacológicas para el tratamiento de la EPOC.

Por todo lo anterior, en nuestro ámbito de trabajo, el Instituto Nacional de Silicosis (INS-HUCA), creímos necesario desarrollar un programa estandarizado de RR específico para pacientes con EPOC en régimen ambulatorio, para así poder analizarlo desde un inicio y evaluar los resultados del mismo, con el fin de poder detectar los aspectos subsidiarios de mejora, tanto a nivel organizativo, como técnico, que nos permitieran diseñar un futuro programa lo más eficiente posible, y así incluirlo en la rutina del tratamiento de la EPOC en nuestro Servicio.



### **3- OBJETIVOS:**



Los objetivos principales del presente trabajo fueron:

- 1- Diseñar un programa estandarizado de RR hospitalario, específico para pacientes con EPOC en régimen ambulatorio.
- 2- Analizar cómo afecta a la función respiratoria un programa de RR específico para pacientes con EPOC.
- 3- Analizar cómo se modifica la capacidad de ejercicio tras el entrenamiento en el contexto de un programa de RR para pacientes con EPOC.
- 4- Analizar el impacto sobre la CVRS de un programa de RR para pacientes con EPOC.

Los objetivos secundarios fueron:

- 1- Documentar el grado en que los pacientes con EPOC, de nuestra área de trabajo, aceptarían y cumplirían un programa de RR hospitalario en régimen ambulatorio.
- 2- Analizar el mantenimiento a largo plazo de los beneficios obtenidos en la capacidad de ejercicio y en la CVRS de los pacientes con EPOC tras un programa de RR específico.

## **4- SUJETOS Y MÉTODOS:**



**TIPO DE ESTUDIO:** Se trata de un estudio prospectivo de intervención, con mediciones repetidas.

#### **4.1 SELECCIÓN DE SUJETOS:**

Los sujetos fueron derivados desde los Centros de Atención Primaria del área Sanitaria IV, las Consultas Externas de Neumología y la planta de hospitalización del Instituto Nacional de Silicosis. Los pacientes firmaron un consentimiento informado (Anexo 3) y el estudio fue autorizado por el comité ético del Hospital Universitario Central de Asturias. (Anexo 4)

##### Criterios de inclusión:

Pacientes con diagnóstico de EPOC que cumplan los criterios siguientes:

- Edad entre 18 y 80 años.
- Tratamiento médico óptimo, incluyendo abstinencia tabáquica.
- Grado II-III según la clasificación GOLD <sup>(2)</sup>.
- Compromiso de participar en el programa y consentimiento informado.

##### Criterios de exclusión

- Pacientes con comorbilidades asociadas que contraindiquen la realización de una prueba máxima incremental: problemas ortopédicos que reduzcan la movilidad, enfermedad neurológica severa o trastornos psiquiátricos que impidan la capacidad de cooperación durante el entrenamiento y enfermedad cardíaca en situación inestable.<sup>(51)</sup>
- Pacientes que no se comprometan a participar en la totalidad del programa.

Iniciamos la inclusión de pacientes el 1 de Junio de 2010 y finalizamos el 30 de Abril de 2012. Se valoró inicialmente a 80 pacientes con EPOC procedentes de las Consultas Externas de Neumología y las plantas de hospitalización de Neumología (72 pacientes), y los centros de Atención Primaria (8 pacientes), que en un primer momento cumplían los criterios de inclusión y exclusión.

## **4.2 DESARROLLO DEL ESTUDIO**

### Valoración inicial:

1- Historia clínica.

2- Exploración física que incluyendo el IMC.

3- Valoración funcional inicial:

- Espirometría forzada y prueba broncodilatadora.
- Volúmenes pulmonares estáticos mediante el método de la pletismografía.
- Capacidad de difusión de CO.
- Gasometría arterial basal.

4- Valoración de la capacidad de ejercicio:

- Prueba máxima incremental en cicloergómetro, con mascarilla oronasal, caudalímetro tipo tubo de Pitot y analizando los gases respiración a respiración.
- Test de marcha de los 6 minutos.

5- Índice BODE.

6- Valoración de la fuerza de la musculatura respiratoria mediante la PIM y la PEM.

7- Valoración clínica de la disnea: mMRC.

8- Valoración de la CVRS: CRQ-SAS. (Anexo 1)

9- Valoración de la actividad física en las AVD: LCADL. (Anexo 2)

## Desarrollo del programa hospitalario:

- 1- Una sesión de educación individual, impartida por el Neumólogo en la primera visita, para el paciente y su familiar, en la que se aborde: definición de EPOC, los síntomas que produce y porque se producen, la identificación precoz de las agudizaciones, e importancia de llevar una vida activa y realizar ejercicio físico regularmente.
- 2- Una sesión impartida por un fisioterapeuta en el que se enseñará al paciente:
  - Técnica de respiración abdómino-diafragmática.
  - Técnica del ciclo activo respiratorio, que consta de 3 componentes: ejercicios de expansión torácica, ejercicios de control respiratorio y ejercicios de espiración forzada, en un ciclo adaptable a las necesidades del paciente.
  - Técnica de la tos dirigida, que consiste en realizar una contracción brusca y sinérgica de los músculos respiratorios abdominales desde la capacidad pulmonar total, seguida de un control respiratorio abdómino-diafragmático.
  - Técnica de subir escaleras: 1º detenerse delante de la escalera, 2º inspirar a capacidad pulmonar total, 3º subir mientras se espira con los labios fruncidos (así desplazamos el punto de igual presión, hacia vías aéreas de mayor calibre), 4º pararse al final de la inspiración, 5º volver a inspirar y seguir la pauta. <sup>(45)</sup>
  - Técnicas de relajación consistentes en posturas de reposo para aliviar la disnea.

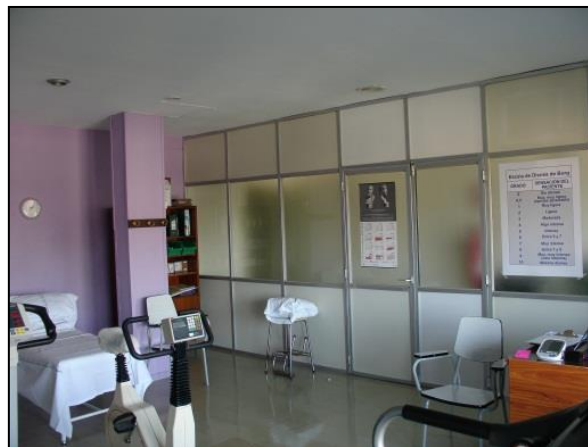


- 3- Se completaran un total de 20 sesiones, repartidas en una frecuencia de 3 veces / semana, en las que el paciente acudirá al Instituto Nacional de Silicosis para realizar el siguiente programa de entrenamiento, siempre supervisado por un fisioterapeuta:
- a. 15 minutos de fisioterapia respiratoria (respiración abomino-diafragmática, ciclo activo respiratorio y tos eficaz) y en caso de debilidad muscular inspiratoria, entrenamiento de los músculos respiratorios. Se entrenará la musculatura respiratoria mediante un sistema de trabajo con umbral de carga inspiratorio, utilizando el dispositivo denominado Threshold. Iniciando el entrenamiento a un 30% de la PIM. <sup>(45)</sup> (Figura 20).
  - b. Quince minutos de estiramientos y entrenamiento de los músculos de miembros superiores, con pesas de 1 o 2 Kg, según la tolerancia del paciente. (Anexo 5).
  - c. Treinta minutos de entrenamiento de miembros inferiores en cicloergómetro o tapiz rodante: iniciando al 60% de la carga máxima alcanzada en la prueba incremental (Wattios) hasta que el paciente tolere 30 minutos de ejercicio e ir incrementando escalones de 10 W según tolerancia, es decir, manteniendo una  $SpO_2 \geq 90\%$  y/o una sensación de carga de trabajo de 4-6 según la escala de BORG. Siempre se realizará inicialmente calentamiento y relajación sin carga durante 5 minutos. Durante el entrenamiento los pacientes serán monitorizados mediante pulsioximetría y control de tensión arterial al inicio y al final. A aquellos pacientes que lo requieran por haberse constatado desaturación con el ejercicio en la valoración inicial ( $SpO_2 < 90\%$ ), se les aplicará oxígeno suplementario para mantener  $SpO_2$  por encima de 90%.

Figura 20: Dispositivo Threshold.



Figura 21: Sala de entrenamiento del Instituto Nacional de Silicosis.



El espacio disponible, es de aproximadamente 30 m<sup>2</sup> y contamos con 2 cicloergómetros, con posibilidad de inicio a 0 Watos de potencia, por lo que las sesiones pueden ser en grupos de 2 pacientes, supervisados por 1 fisioterapeuta. (Figura 21)

#### 4- Valoración intermedia:

Se realizará, preferentemente, durante el mes siguiente a la finalización del programa e incluirá los puntos del 2 al 9 de la valoración inicial.

#### Desarrollo del programa domiciliario:

Con una frecuencia diaria el paciente realizará en su domicilio:

- Quince minutos de fisioterapia respiratoria ya aprendida y entrenamiento de musculatura respiratoria, similar al realizado en el Hospital.
- Quince minutos de estiramientos y entrenamiento de musculatura de miembros superiores ya aprendidos
- Sesiones de 30 minutos en cicloergómetro, a la intensidad alcanzada al final del entrenamiento hospitalario o bien, sesiones de 60 minutos de marcha en llano asociada a 5 minutos de escaleras, a una intensidad de 4 según la escala de BORG, en este caso, iniciando con 30 minutos de caminata la 1<sup>a</sup> semana, 45 minutos la 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> semanas y a partir de la 5<sup>a</sup>, 60 minutos.

Si surgiera algún problema durante el desarrollo del programa domiciliario, se revisará al paciente en consulta externa.

### Valoración final:

Se realizará trascurridos al menos 12 meses de la valoración inicial, e incluirá los puntos 2 - 9 de la valoración inicial. Además se pedirá al paciente que responda a las siguientes cuestiones: ¿Considera que el programa de entrenamiento que realizó fue beneficioso para usted?; ¿Continuó realizando ejercicio después de finalizar el programa?; ¿Volvería a realizar el programa si tuviera ocasión?

### **4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Utilizamos el programa estadístico R. Las variables cuantitativas se expresan en media, mediana, desviación típica, mínimo, máximo y percentiles 25, 50 y 75. Para evaluar los resultados del programa de entrenamiento comparamos a cada paciente consigo mismo antes y después del programa de RR utilizando la Prueba T para muestras relacionadas y considerando una diferencia significativa si el valor de  $p < 0,05$  con un intervalo de confianza del 95%. Para comparar la muestra que finalizó el tratamiento con la muestra que lo abandonó utilizamos la Prueba T para la igualdad de medias de muestras independientes, considerando una diferencia significativa si el valor de  $p < 0,05$  con un intervalo de confianza para la diferencia del 95%.

## **5- RESULTADOS**

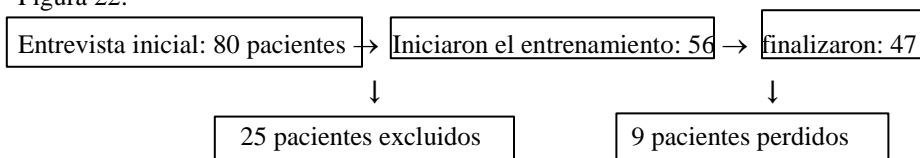


## 5.1 Características de la muestra inicial.

A los 80 pacientes seleccionados, que cumplían los criterios de inclusión y exclusión se les explicó en la primera visita, en qué consistía el programa de RR y cuáles eran los objetivos del mismo. De ellos 25 sujetos, fueron excluidos, bien por su negativa a participar en el programa de RR (16 pacientes), o bien por aparecer durante las exploraciones iniciales algún criterio que contraindicaba el tratamiento (9 pacientes). Estos problemas fueron: fumador activo (2 pacientes), PECP dentro de límites normales (1 paciente), neoplasia pulmonar (1 paciente), HTA no controlada (1 paciente), problemas ortopédicos que impidieron realizar la PECP en cicloergómetro (1 paciente), aparición de angina no diagnosticada previamente (1 paciente), insuficiencia cardiaca no controlada (1 paciente) y expectoración hemoptoica sin filiar (1 paciente).

Los 56 pacientes restantes comenzaron a realizar el entrenamiento. De ellos, 9 pacientes abandonaron el tratamiento una vez iniciado. Ver Figura 22.

Figura 22.



La media de edad de los 56 pacientes que iniciaron el entrenamiento, fue de 62 años, 40 sujetos eran hombres, lo que corresponde con el 71,4% de la muestra y 16 mujeres (28,6%). Los pacientes tenían un IMC medio de 27 Kg/m<sup>2</sup> (DT: 5,4), es decir, sufrían sobrepeso (considerado si  $25 \leq \text{IMC} < 30$  Kg/m<sup>2</sup>).

En relación con la **función respiratoria** del conjunto de pacientes que iniciaron el entrenamiento, el FEV<sub>1</sub> medio fue de 48% (DT: 17,7), es decir, se trataba de pacientes con EPOC severa (GOLD 3), con atrapamiento aéreo asociado ya que la relación VR/TLC media fue de 132% (DT: 29). La difusión pulmonar estaba moderadamente afectada en la mayoría de los pacientes (difusión media: 57%, DT: 26).(Ver tabla 8).

Tabla 8. Función respiratoria de la muestra que inició el tratamiento.

	FVC ml	FEV <sub>1</sub> ml	FVC %	FEV <sub>1</sub> %	FEV <sub>med</sub> %	RV/TLC %	Difusión %
Media	2592	1338	70	48	26	132	57
Mediana	2540	1180	68	44	18	131	53
Desv. típica	774	576	19	17	19	29	26
Mínimo	1090	430	23	12	7	62	21
Máximo	4780	3530	113	100	84	228	142
Percentiles 25	1950	888	56	35	14	111	36
50	2540	1180	68	44	18	131	53
75	3040	1778	83	58	34	149	74

Solo 38 pacientes fueron capaces de realizar una maniobra válida de PIM y PEM en la valoración inicial, el resto fueron maniobras no valorables por falta de colaboración correcta en algunos casos y por sensación de claustrofobia dentro de la cabina del pletismógrafo en otros.



En nuestro conjunto de pacientes, la PIM inicial media fue de  $-66$  cmH<sub>2</sub>O (DT: 30) o del 64% (DT: 24,9), es decir, los pacientes en su mayoría no presentaban debilidad de la musculatura respiratoria.

Únicamente se objetivó debilidad de musculatura de músculos inspiratorios (PIM  $< 60$  cmH<sub>2</sub>O) en el 37% de los pacientes que realizaron la maniobra correctamente (14 pacientes). En estos, se indicó entrenamiento de musculatura respiratoria con el dispositivo Threshold. (Ver tabla 9).

Tabla 9: Función de la musculatura respiratoria de la muestra que inició el tratamiento.

	PEM cmH <sub>2</sub> O	PEM %	PIM cmH <sub>2</sub> O	PIM %
Media	88	48	66	64
Mediana	91	50	68	64
Desv. típica	33	17	30	25
Mínimo	20	9	11	11
Máximo	157	80	136	116
Percentiles 25	66	36	38	46
50	91	50	68	64
75	110	60	87	85

Se realizó gasometría arterial, al inicio del entrenamiento con el fin de detectar la existencia de insuficiencia respiratoria. La PaO<sub>2</sub> media fue de 68 mmHg (DT: 11,5), la saturación de oxígeno en sangre arterial media del 94%, (DT: 4,7) y la PaCO<sub>2</sub> media de 41 mmHg. (Ver Tabla 10).

En 7 pacientes se objetivaron cifras de  $\text{PaO}_2 \leq 55$  mmHg (12,5%), estos ya se encontraban en tratamiento con Oxígeno domiciliario y se les indicó Oxígeno durante el entrenamiento, aumentando el flujo para mantener  $\text{SpO}_2 > 90\%$ . En pacientes sin insuficiencia respiratoria en reposo, en los que se objetivó desaturación con el ejercicio (7 pacientes: 12,5%), bien en la 6MWT o en la PECP, se indicó igualmente  $\text{O}_2$  durante el entrenamiento.

También en 7 pacientes se objetivaron cifras de  $\text{PaCO}_2 \geq 55$  mmHg, a estos se les envió a la Unidad de Ventilación Mecánica no Invasiva (VMNI) y a 1 paciente se indicó VMNI nocturna en domicilio, que inició al mismo tiempo que la RR.

Tabla 10: Gasometría arterial de la muestra que inició el tratamiento.

	$\text{PaO}_2$ (mmHg)	$\text{PaCO}_2$ (mmHg)	Saturación %	$\text{HCO}_3^-$	Ph	$\text{SpO}_2$ entrenamiento %	
Media	68	41	94	25	7,4	94	
Mediana	68	40	95	26	7,4	94	
Desv. Típica	12	6	5	1	0,03	2	
Mínimo	37	31	68	22	7,4	91	
Máximo	96	60	99	31	7,5	97	
Percentiles	25	61	37	93	24	7,4	93
	50	68	40	95	26	7,4	94
	75	74	44	96	27	7,4	95

En cuanto a la capacidad funcional, destacar que solo el 5% de los pacientes, llegaron a realizar una PECP máxima ( $\text{RQ} > 1$  y  $\% \text{FC}_{\text{max}} > 90\%$  de la  $\text{FC}_{\text{max}}$  teórica en el esfuerzo máximo), es decir, fueron PECP limitadas por síntomas como corresponde a enfermos respiratorios y en ellas el  $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$  medio alcanzado fue de 1168 ml/min (DT: 378), o 16 ml/kg/min (DT: 4).

El 43% de los pacientes <sup>(24)</sup>, tuvieron un  $\dot{V}O_2 < 15$  ml/Kg/min. Si recordamos que se considera a un paciente “gravemente incapacitado” para la actividad laboral si su  $\dot{V}O_2 < 15$  ml/Kg/min <sup>(34)</sup>, nuestros pacientes tenían una importante incapacidad funcional antes del entrenamiento. Se objetivó insuficiencia respiratoria ( $SpO_2 < 90\%$ ) durante la PECP en el 20% de los pacientes. (Ver Tabla 11).

Tabla 11: Prueba de esfuerzo cardiopulmonar de la muestra que inició el tratamiento.

PECP	$\dot{V}O_2$ (ml/min)	$\dot{V}O_2$ (ml/Kg/min)	FC max %	VE (L/min)	Frec. Resp. (resp/min)	SpO <sub>2</sub> final %
Media	1168	16	77	42	29	92
Mediana	1085	15	76	39	29	93
Desv. Típica	378	4	11	12	5	5
Mínimo	600	9	49	14	14	78
Máximo	2360	28	103	75	41	98
Percentiles 25	872	13	69	32	26	90
50	1085	15	76	39	29	93
75	1390	18	83	51	31	95

En la prueba de marcha de 6 minutos, la distancia media recorrida por los pacientes que iniciaron el entrenamiento fue de 424 metros y se asoció con insuficiencia respiratoria al final de la prueba en el 52% de los pacientes.

Los pacientes incluidos en el programa partieron con las cifras de TA dentro de los límites considerados normales (TAS < 135 mmHg y TAD < 85 mmHg) con una media de TAS basal de 130 mmHg y de TAD basal de 79 mmHg.

Al final de la prueba de marcha de 6 minutos, el grado de disnea percibido por los pacientes, medido por la escala de BORG, fue de 4 y sin embargo la sensación de fatiga de MMII percibido al final del examen solo fue de 2.

El índice BODE al inicio del entrenamiento osciló entre 0 y 9, con una media de 3 y una mMRC media de 2. (Ver Tabla 12).

Tabla 12: Prueba de marcha de 6 minutos de la muestra que inició el tratamiento.

<b>6MWT</b>	Distancia (m)	SpO <sub>2</sub> final %	BORG Disnea final	BORG MMII final	TAS final (mmHg)	TAD final (mmHg)	BODE	mMRC
Media	424	88	4	2	134	79	3	2
Mediana	420	89	4	0	140	80	3	3
Desv. Típica	98	7	2	2	19	11	2	1
Mínimo	210	65	0	0	70	51	0	1
Máximo	600	98	8	7	182	106	9	4
Percentiles								
25	360	86	2	0	126	70	2	2
50	420	89	4	0	140	80	3	3
75	491	94	5	3	150	86	3	3

## **5.2 Características del programa de entrenamiento:**

Durante el entrenamiento en cicloergómetro los 47 pacientes que finalizaron el programa, alcanzaron un nivel de FC media del 63% de su FC máxima teórica (DT: 13,5), es decir, realizaron ejercicio de intensidad moderada, que se correspondió con una sensación de disnea percibida, según la escala de BORG modificada, correspondiente a una intensidad de ejercicio también moderada (Mediana: 3), aunque con una elevada variabilidad, (BORG mínimo: 0 y BORG máximo: 7).

El entrenamiento de fuerza de MMSS se desarrolló en 2 o 3 series de 10 repeticiones, con 1 o 2 Kg de peso según la tolerancia.

Durante las sesiones de entrenamiento no se produjeron incidencias significativas, salvo molestias perineales en algunos pacientes varones, consecuencia de la incomodidad del sillín del cicloergómetro.

Ocho pacientes requirieron tratamiento adicional durante el programa por agudización de la EPOC consistente en esteroides orales (5 pacientes) y antibióticos (3 pacientes).

El máximo flujo de Oxígeno requerido durante el entrenamiento fue de 3 L/min por gafas nasales. La media de SpO<sub>2</sub> durante el ejercicio fue de 94% (DT: 1,6). (Ver tabla 10).

### **Coste del programa de entrenamiento:**

Teniendo en cuenta el salario medio de un fisioterapeuta y que en cada sesión de 1h se trata a 2 pacientes, se calcula un coste directo por sesión de entrenamiento de 16 €, por tanto el total del programa de entrenamiento tendría un coste de 320€. No incluidos los costes del alquiler del local, en este caso, utilizamos una sala del Instituto Nacional de Silicosis destinada también a otros tratamientos de fisioterapia.

En cuanto a las pruebas previas al entrenamiento, la PECP, sería la única exploración específica necesaria para diseñar el programa y su coste es de 135€, ya que el resto de exploraciones como espirometría, difusión, volúmenes pulmonares, 6MWT y gasometría arterial, en la mayor parte de los casos ya se habían realizado en el diagnóstico inicial de la EPOC. Por tanto calculamos un coste directo del programa de entrenamiento de unos 500 € por paciente.

### 5.3 Características de la muestra que abandonó el tratamiento.

Nueve pacientes abandonaron el entrenamiento una vez iniciado. De estos sujetos 6 fueron hombres y 3 mujeres. La edad media fue de 58 años. El IMC medio fue de 27 Kg/m<sup>2</sup>.

Las características de su función respiratoria se muestran en la tabla 13.

Si comparamos las pruebas funcionales respiratorias de los pacientes que abandonaron el tratamiento con las de los pacientes que lo finalizaron, observamos que los primeros tenían peor saturación arterial de O<sub>2</sub> (91% frente a 94%), siendo esta la única diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ( $p < 0,05$  para un 95% de intervalos de confianza). (Ver Tabla 15).

Tabla 13: Función pulmonar, función de la musculatura respiratoria y gasometría arterial de la muestra que abandonó el tratamiento.

	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo
FVC ml	2457	838	1090	3490
FEV <sub>1</sub> ml	1141	392	430	1860
FVC %	71	28	23	101
FEV <sub>1</sub> %	46	19	12	75
FEV <sub>med</sub> %	48	13	9	39
RV/TLC %	145	39	105	228
Difusión %	49	19	26	85
PEM %	46	18	15	66
PIM %	66	30	30	97
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	62	13	37	83
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	44	8	35	60
Saturación %	91	9	68	98

Las características de la PECP y de la prueba de marcha de 6 minutos de los pacientes que abandonaron el entrenamiento se muestran en la tabla 14.

Tabla 14: Prueba de esfuerzo cardiopulmonar y prueba de marcha de 6 minutos de la muestra que abandonó el tratamiento.

	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
$\dot{V}O_2$ (ml/min)	1209	1807	407	660
$\dot{V}O_2$ (ml/kg/min)	16	24	5	11
$\dot{V}E$ (L/min)	32	44	9	14
% FC max en PECP	72	94	14	49
Distancia 6MWT (m)	381	99	210	510
SpO <sub>2</sub> final 6MWT (%)	85	9	72	97
TAS final 6MWT (mmHg)	138	16	116	170
TAD final 6MWT (mmHg)	82	14	60	99
BORG Disnea final 6MWT	4	2	2	7
BORG MMII final 6MWT	2	1	1	5

En cuanto a la capacidad funcional, no encontramos diferencias estadísticamente significativas en la PECP entre los pacientes que abandonaron y los que finalizaron. En el 6MWT, los pacientes que abandonaron el entrenamiento caminaron menos metros: una media de 381 metros, frente a una media de 424 metros, y finalizaron el test con una menor saturación de O<sub>2</sub>: media de 85% frente a 89%, sin ser estas diferencias estadísticamente significativas. (Ver Tabla 15).



Tabla 15: Diferencias entre la muestra que finalizó el tratamiento y la muestra que lo abandonó.

- (1) Se han asumido varianzas iguales.
- (2) No se han asumido varianzas iguales.

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig	t	gl	Sig bilateral	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Super
Sat arterial %									
(1)	10,1	<b>,002</b>	2,3	50	,02	3,80	1,65	,49	7,11
(2)			1,2	8,3	,25	3,80	3,05	-3,18	10,79
BORG MMII									
6MWT (1)	5,3	<b>,026</b>	-,6	47	,53	-,55	,86	-2,29	1,19
(2)			-,8	11,2	,42	-,55	,65	-1,97	,88
SpO <sub>2</sub> 6MWT									
(1)	3,9	,052	1,4	54	,15	3,78	2,60	-1,42	8,99
(2)			1,1	9,6	,28	3,78	3,28	-3,56	11,13

Finalmente enumerar las causas que motivaron la salida del programa: inicio de angor de esfuerzo y cifras elevadas de tensión arterial no diagnosticadas previamente (1 paciente), dolor cervical incapacitante (1 paciente), reinicio del hábito tabáquico (1 paciente), intolerancia al sillín del cicloergómetro por comorbilidad urológica (1 paciente), ingreso por neumonía y diagnóstico de neoformación laríngea durante el mismo (1 paciente), problemas de transporte para acudir al hospital (3 pacientes), derivación a otra Comunidad Autónoma para valoración de trasplante pulmonar (1 paciente).

## 5.4 Evaluación del programa de Rehabilitación Respiratoria.

Para evaluar el programa nos basamos en 4 puntos: función respiratoria, capacidad funcional, CVRS e índice BODE.

En relación a **la función respiratoria**, únicamente encontramos diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$  para un 95% de intervalo de confianza) antes y después de realizar el programa de entrenamiento, en el grado de hiperinsuflación pulmonar expresado en la relación RV/TLC. (Ver Tabla 16).

En relación a **la capacidad funcional**, tras el programa de RR, los pacientes aumentaron significativamente la carga soportada en la PECP (expresada en Watos), y esta carga, consiguieron alcanzarla con un % de su FC máxima, menor. Aunque el  $\dot{V}O_2$  también mejoró, la diferencia no fue estadísticamente significativa. (Ver tabla 17)

Tras el entrenamiento observamos una menor caída de la  $SpO_2$  al final de la PECP, y disminución en las cifras de TA finales, tanto la TAS como la TA pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. (Ver tabla 17).

En la prueba de marcha de 6 minutos, analizamos la distancia caminada, la  $SpO_2$  al final de la prueba, la TAS y TAD al final de la prueba, y el grado disnea y de fatiga de MMII al final de la prueba (escala de BORG modificada).

No obtuvimos diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la distancia caminada, la SpO<sub>2</sub>, el grado de disnea y la sensación de fatiga de MMII entre el test realizado antes y después del entrenamiento (Ver Tabla 17).

Si obtuvimos diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las cifras de TAD, que disminuyeron después del entrenamiento, tanto en situación basal, como tras el ejercicio, en el índice BODE y en la sensación disneica medida por la escala mMRC (Ver Tabla 17).

Tabla 16: Diferencias en la función pulmonar, la función de la musculatura respiratoria y la gasometría arterial, antes y después del programa de rehabilitación respiratoria.

				Diferencias relacionadas				
				95% Intervalo de confianza para la diferencia				
	Media	Desv. típica	Error tip. De la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
FVC ml	-70,24	329,79	49,16	-169,33	28,84	-1,43	44	,160
FVC %	-,43	10,56	1,58	-3,61	2,74	-,27	44	,785
FEV <sub>1</sub> ml	-30,74	195,13	28,77	-88,68	27,21	-1,07	45	,291
FEV <sub>1</sub> %	-,79	8,32	1,23	-3,27	1,67	-,65	45	,520
FEVmed %	4,79	7,77	1,59	1,51	8,07	3,02	23	,006
RV/TLC %	-10,13	19,48	3,08	-16,35	-3,90	-3,29	39	<b>,002</b>
Difusión %	,31	15,14	2,39	-4,53	5,15	,13	39	,98
PaO <sub>2</sub> mmHg	-1,69	10,02	1,67	-5,89	1,70	-1,01	35	,317
PaCO <sub>2</sub> mmHg	,47	4,07	,68	-,90	1,85	,70	35	,491
PIM (cmH <sub>2</sub> O)	3,44	24,93	4,41	-5,55	12,42	,78	31	,441
PIM (%)	,75	24,36	4,31	-8,03	9,53	,17	31	,863
PEM(cmH <sub>2</sub> O)	-3,41	30,20	5,34	-14,29	7,48	-,64	31	,528
PEM (%)	-1,75	15,89	2,81	-7,48	3,98	-,62	31	,538

Tabla 17: Diferencias en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar y la prueba de marcha de 6 minutos antes y después del programa de rehabilitación respiratoria.

				Diferencias relacionadas				
				95% Intervalo de confianza para la diferencia				
	Media	Desv. típica	Error típ de la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Wattios	- 6,90	11,84	1,82	-10,59	-3,21	- 3,78	41	<b>,001</b>
$\dot{V}O_2$ (ml/min)	- 56,18	237,86	35,86	- 128,50	16,14	- 1,57	43	,125
$\dot{V}O_2$ (ml/kg/min)	,25	2,31	,35	-,95	,45	-,72	43	,447
$\dot{V}E$ (L/min)	-,09	7,30	1,11	-2,33	2,16	-,77	42	,939
% FC max	4,77	12,54	1,91	,91	8,63	2,49	42	<b>,017</b>
FR	-,11	5,59	1,00	-2,16	1,93	-,11	30	,911
TAS final PECP	3,64	25,49	4,08	-4,62	11,90	,892	38	,199
TAD final PECP	3,18	11,54	1,84	-,56	6,92	1,72	38	,093
SpO <sub>2</sub> final PECP	,553	2,59	,42	-,30	1,40	1,32	37	,196
Distancia 6MWT (m)	2,96	54,75	8,26	-13,69	19,60	,36	43	,72
SpO <sub>2</sub> 6MWT	-,71	3,54	,53	-1,78	,37	-1,32	43	,19
TAS basal 6MWT	4,54	16,61	2,50	-,51	9,60	1,82	43	,007
TAS final 6MWT	3,98	19,46	2,97	-2,01	9,97	1,34	42	,187
TAD basal 6MWT	4,64	11,60	1,75	1,11	8,16	2,65	43	<b>,011</b>
TAD final 6MWT	4,26	10,56	1,61	1,01	7,51	2,64	42	<b>,011</b>
BORG disnea final 6MWT	,44	1,97	,32	-,20	1,08	1,38	38	,175
BORG MMII final 6MWT	-,205	1,95	,312	-,84	,43	-,66	38	,515
BODE	,46	1,39	,21	,32	,88	2,17	43	<b>,035</b>
mMRC	,47	,92	,14	,19	,75	,90	44	<b>,011</b>

En relación a la **CVRS**, objetivamos una mejoría clínicamente significativa después de realizar el programa de RR, en todos los ámbitos medidos con el cuestionario CRQ-SAS: disnea, fatiga, control de la enfermedad y esfera emocional. Sin embargo, no detectamos diferencias significativas en la capacidad para realizar las ABVD medidas con el cuestionario: “The London Chest Activity of Daily Living Scale” (LCADL). (Ver Tabla 18)

Tabla 18: Diferencias en la Calidad de Vida antes y después del programa de RR.

CRQ-SAS				Diferencias relacionadas				
				95% Intervalo de confianza para la diferencia				
	Media	Desv. típica	Error típico de la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Disnea	-,42	1,11	,17	- ,77	- ,72	- 2,44	40	<b>,019</b>
Fatiga	-,63	1,18	,18	- 1,01	- ,26	- 3,45	40	<b>,001</b>
Factor emocional	-,58	1,09	,17	- 0,93	- ,24	- 3,42	40	<b>,001</b>
Control enfermedad	-,78	1,08	,17	- 1,12	- ,44	- 4,61	40	<b>,000</b>
LCADL	1,77	13,37	2,14	2,56	- 5,00	- 2,44	38	,413

En el diseño inicial del programa pretendíamos reevaluar a todos los pacientes tras al menos 12 meses de haber finalizado el tratamiento. Únicamente pudimos realizar la PECP en 6 pacientes, que aseguraron haber continuado con el programa en su domicilio.

En estos, el  $\dot{V}O_2$  y los W alcanzados en la PECP tras más de 12 meses, aumentaron con respecto a la PECP previa al entrenamiento, pero sin ser este aumento estadísticamente significativo y el % de FC máxima que precisaron para realizar el esfuerzo máximo, disminuyó pero sin ser la diferencia estadísticamente significativas. (Ver Tabla 19).

Los 6 pacientes consideraron que el programa de entrenamiento había sido beneficioso para ellos y todos ellos volverían a realizarlo si tuvieran ocasión.

Tabla 19: Diferencias en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar tras al menos 12 meses de haber finalizado el programa de rehabilitación respiratoria con respecto a la valoración inicial.

				Diferencias relacionadas				
	Media	Desviación típica	Error típico de la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Wattios	-8,33	12,11	4,94	-21,04	4,38	-1,69	5	,153
$\dot{V}O_2$ (ml/min)	-41,67	164,61	67,20	-214,41	131,08	-,62	5	,562
%FC ma	-2,17	3,66	1,50	-6,00	1,67	-1,45	5	,206

## **6- DISCUSIÓN**





Apoyando nuestra hipótesis, el entrenamiento es una terapia poco aceptada entre los pacientes con EPOC por ansiedad y miedo a enfrentarse al ejercicio, y ante este escollo nos encontramos al seleccionar a los sujetos de estudio, ya que el 20% de los pacientes a los que propusimos el programa lo rechazaron por causas no médicas. También como esperábamos, la gran mayoría de los pacientes reclutados, provinieron de nuestras consultas y planta de hospitalización de Neumología y solo una pequeña minoría, el 10%, fueron enviados desde los Centros de Atención Primaria, lo que nos reafirma en la idea de que la RR es una terapia poco reconocida entre los profesionales de la salud, fuera del ámbito neumológico.

Para analizar los componentes del programa de RR que diseñamos, nos basaremos en las recomendaciones de las últimas guías de práctica clínica publicadas por el ATS/ERS <sup>(51)</sup> y la ACCP/AACVPR <sup>(59)</sup>. Cumplimos con los requisitos mínimos, tanto en la población diana: pacientes con diagnóstico de EPOC severo (GOLD 3) e incapacidad funcional asociada, como en sus componentes: educación, entrenamiento de resistencia de los músculos de la deambulación, entrenamiento de fuerza de MMSS, fisioterapia respiratoria, entrenamiento de la musculatura respiratoria y estrategias de mantenimiento; y en su duración: 20 sesiones repartidas en 3 días por semana.

Un aspecto a destacar dentro de la población a la que dirigimos el programa, es el hecho de que decidiéramos excluir a los pacientes que continuaban activamente con el hábito tabáquico. Inicialmente tomamos esta decisión, porque consideramos que el abandono del tabaco se encontraba dentro del primer escalón de tratamiento de la EPOC y debería por tanto abordarse en primer lugar antes de continuar con el resto de terapias.

Tras observar el alto grado de colaboración y aceptación que mostraron nuestros pacientes ante todos los componentes del programa de RR, creemos que como se demuestra en estudios como el publicado por Paone et al <sup>(60)</sup>, el combinar un programa de cesación tabáquica con un programa de RR, aumentaría las tasas de éxito del primero.

Según las recomendaciones de la ATS/ERS <sup>(51)</sup>, en las sesiones de educación explicamos a todos los pacientes la definición de EPOC, los síntomas que produce y porque se producen y los síntomas que permiten identificación precoz de las agudizaciones, e insistimos en la necesidad de llevar una vida activa y realizar ejercicio físico regularmente. Revisada la literatura no hay muchos trabajos que evalúen de manera independiente la educación dentro de un programa de RR, uno de ellos, fue el desarrollado por Sassi-Dambron et al <sup>(61)</sup>, en 1995, en el cual compararon la eficacia de un programa de educación para enfermos con EPOC de 6 semanas de duración compuesto por técnicas de relajación muscular, de control respiratorio y de control de pánico, con sesiones generales de educación para la salud, y vieron que ambos formatos eran válidos para disminuir la disnea. Otros trabajos <sup>(51)</sup> evalúan los efectos de la educación en pacientes con EPOC en términos de disminuir la ansiedad, o en términos de mejorar los resultados del entrenamiento, pero no hay un consenso en cuanto al formato de las sesiones de educación, es decir, en cuanto a su duración, si es mejor realizarlas individuales o en grupo, o quien debe impartirlas (médico, enfermero, fisioterapeuta).

Nuestras sesiones de educación fueron impartidas por el Neumólogo encargado de coordinar el programa de RR de manera individualizada en la primera visita. Una vez iniciado el estudio tuvimos la oportunidad de completar la sesión inicial con otra impartida por una enfermera

educadora en la que se incidió en el uso correcto de la terapia broncodilatadora y técnicas de ahorro de energía (29 pacientes). No se impartió esta segunda sesión de educación a todos los pacientes por falta de disponibilidad de la enfermera educadora.

Decidimos utilizar este formato por ser el que más se adecuaba a nuestro sistema de trabajo.

No evaluamos de manera independiente a los 2 grupos, por tanto, este sería un punto a debatir en futuros trabajos, con el fin de obtener los mejores resultados posibles con la mínima intervención.

Como se abordó en la introducción, en la EPOC avanzada, existe una inflamación sistémica que entre otros efectos produce anomalías nutricionales y pérdida de peso por incremento del gasto energético en reposo y alteraciones del metabolismo de los aminoácidos, por tanto, el asesoramiento nutricional se ha postulado como uno de los componentes de los programas de RR para pacientes con EPOC. En nuestro proyecto no incluimos este componente por no ser uno de los recomendados como fundamentales en las guías ATS/ERS<sup>(51)</sup> y ACCP/AACVPR<sup>(59)</sup>. Tras analizar las características antropométricas de nuestra muestra, en la que predominaron pacientes con sobrepeso, y ninguno tuvo un IMC < 19 Kg/m<sup>2</sup>, creemos que fue un componente prescindible del programa, y en un futuro quizás sería suficiente con un asesoramiento individual en aquellos pacientes con obesidad o desnutrición.

Un aspecto a debatir dentro del entrenamiento de los músculos de la deambulación, es el uso de O<sub>2</sub> suplementario. En las guías de la ATS/ERS<sup>(51)</sup> y la ACCP/AACVPR<sup>(59)</sup>, parece clara su indicación en caso de pacientes con insuficiencia respiratoria y en pacientes en los que

se demuestra desaturación con el ejercicio, pero no está claro su uso en pacientes que no cumplan estas premisas.

En nuestro proyecto, decidimos utilizarlo en los casos de insuficiencia respiratoria objetivada en la gasometría arterial inicial y en los casos de desaturación con el ejercicio, objetivado tanto en la PECP como en la prueba de marcha de 6 minutos.

El porcentaje de pacientes con desaturación el test de marcha de 6 minutos en nuestra muestra fue del 52% al igual que en otros trabajos publicados como el de Casanova et al <sup>(62)</sup> en el que en 576 pacientes con EPOC severo ( $FEV_1 < 50\%$ ) y  $PaO_2 > 60$  mmHg, la desaturación con el test de marcha de 6 minutos se demostraba en el 50% de los casos.

Señalar también, que como presentamos en el 45° Congreso SEPAR en la comunicación titulada “Evaluación de la tolerancia al ejercicio en pacientes EPOC”, objetivamos una mayor caída de la  $SpO_2$  en la prueba de marcha de 6 minutos, en comparación con la sufrida en una PECP en cicloergómetro, (media  $SpO_2$  final en la prueba de marcha de 90% [DT 6], frente a una media de 92% [DT 4] en la PECP, con significación estadística ( $p < 0,001$ ) en el análisis de datos pareados), a pesar de que el ejercicio desarrollado caminando fue inferior al alcanzado con el cicloergómetro (48% de la  $FC_{max}$  teórica (DT 11) en la prueba de marcha de 6 minutos frente a 75% de la  $FC_{max}$  teórica (DT 10) en la PECP).

Estos resultados son similares a los publicados en 2003 por el grupo de Poulain et al, tras realizar una prueba de marcha de 6 minutos y una PECP en cicloergómetro a 80 pacientes con EPOC moderado – severo. En este caso objetivaron desaturación en la prueba de marcha y no en la PECP en un 28% de los pacientes <sup>(63)</sup>.

Por tanto, creemos importante elegir la prueba de ejercicio previa al entrenamiento según el tipo de ejercicio que se va a realizar, es decir, si preferentemente vamos a utilizar un cicloergómetro, tendremos que realizar una PECP en cicloergómetro, y de esta manera podremos indicar la potencia de entrenamiento y la necesidad o no de oxigenoterapia de una forma más precisa.

Tampoco los estudios publicados aclaran el flujo de O<sub>2</sub> necesario o más adecuado que hay que utilizar en los programas de entrenamiento.

En un estudio publicado por Garrod et al <sup>(64)</sup>, a un grupo de 25 pacientes con EPOC severo (FEV<sub>1</sub> < 30%) y desaturación con el ejercicio, aleatorizados en 2 grupos, se añadió O<sub>2</sub> suplementario por gafas nasales a un flujo de 4 L/min durante el entrenamiento, y llegaron a la conclusión de que con este flujo de O<sub>2</sub> se mejoraba poco la tolerancia al ejercicio, aunque sí disminuía la sensación disneica. Otro estudio publicado por Emtner et al <sup>(65)</sup> aplicó O<sub>2</sub> suplementario por gafas nasales a 3 L/min durante el entrenamiento, a 30 pacientes con EPOC severo (FEV<sub>1</sub> < 36%) sin hipoxemia, aleatorizados en 2 grupos, y en este caso observaron que el grupo con O<sub>2</sub> alcanzaba cargas de ejercicio más elevadas con frecuencias respiratorias más bajas. Para más confusión en 2010 se publica otro estudio <sup>(66)</sup> en el que a 16 pacientes con EPOC moderado-severo (FEV<sub>1</sub>: 18-68%) sin hipoxemia ni desaturación se les aplicó O<sub>2</sub> durante el entrenamiento a una presión inspirada de 0,5%, y en este caso, se objetivó una mejoría en la duración del ejercicio.

Resumiendo los trabajos que existen tienen un número pequeño de individuos y flujos de O<sub>2</sub> muy heterogéneos y en ellos, los autores están de acuerdo en que el O<sub>2</sub> suplementario aporta beneficios, primero, para disminuir la disnea provocada por el estímulo hipóxico que al actuar sobre los receptores periféricos provoca un aumento de la FR y por tanto

un aumento de la hiperinsuflación al disminuir el tiempo espiratorio, y segundo, retrasando la producción de acidemia en el músculo periférico<sup>(67)</sup>.

En nuestro programa el O<sub>2</sub> se aplicó mediante gafas nasales a un flujo entre 1-3 L/min, ajustándolo de manera individualizada a cada paciente, según los valores de la pulsioximetría durante el ejercicio, de manera que el paciente siempre mantuviera una SpO<sub>2</sub> > 90% y se sintiera cómodo realizando el entrenamiento a la potencia indicada inicialmente según los resultados de la PECP, y con ello se alcanzó una SpO<sub>2</sub> media durante el entrenamiento de 94%. Observamos que si no se aportaba el O<sub>2</sub> a los pacientes con desaturación, estos no eran capaces de mantener la potencia necesaria para realizar un ejercicio de intensidad moderada-alta, que es el recomendado en las guías ATS/ERS y ACCP/AACVPR.

Parece por tanto importante seguir profundizando en este apartado de la RR, para aclarar cuando y como prescribir el O<sub>2</sub> durante el ejercicio para obtener la máxima eficiencia posible.

En relación al entrenamiento de los músculos respiratorios, únicamente se indicó en caso de objetivarse debilidad de los mismos, según las recomendaciones de la ACCP/AACVPR. Dado que el número de pacientes tratados específicamente en este aspecto fue escaso, y ya que en la literatura <sup>(68)</sup> no queda claro el beneficio del entrenamiento de la musculatura respiratoria en pacientes con EPOC como terapia aislada, decidimos realizar un análisis estadístico en conjunto de todos los pacientes, y no encontramos diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la PIM y la PEM antes y después del programa.

Creemos que aunque se trate de una terapia poco costosa y sin contraindicaciones, se deberían realizar estudios centrados en este punto para aclarar cuando y como prescribir el entrenamiento de la musculatura respiratoria.

En segundo lugar, tras evaluar los componentes del programa, analizaremos la efectividad del mismo. Para este fin nos vamos a basar en los beneficios que la RR ha demostrado según las declaraciones de la ATS/ERS y la ACCP/AACVPR:

1. Posibilidad de coordinar el cuidado de los pacientes focalizándose individualmente en cada uno de ellos. <sup>(51)</sup>
2. Evitar el sedentarismo que deriva en desacondicionamiento físico. <sup>(51)</sup>
3. Aumentar la capacidad de ejercicio. <sup>(51)</sup>
4. Mejorar la sensación disneica. <sup>(59)</sup>
5. Mejorar la CVRS. <sup>(59)</sup>

La primera visita con el Neumólogo, permitió coordinar el tratamiento individualmente, ya que se realizaron a cada paciente una batería de pruebas diagnósticas completas y actualizadas: función respiratoria, capacidad funcional, CVRS; y se revisó el tratamiento médico. A los pacientes en los que se detectó insuficiencia respiratoria, o hipercapnia no conocida, se los derivó a la unidad correspondiente para valoración.

El hecho de que el programa se llevara a cabo en el hospital, “obligó” a los pacientes a desplazarse desde su domicilio al centro 3 días por semana, (no se prescribió ayuda al transporte), lo que en muchos casos ya supuso una rotura del círculo vicioso: disnea → miedo y ansiedad → aislamiento social → sedentarismo.

Además se acordó con cada paciente como realizar el entrenamiento en domicilio según sus posibilidades, bien en forma de programa de marchas y subida de escaleras, o bien, adquiriendo o reutilizando un cicloergómetro doméstico.

Para valorar el incremento en la capacidad funcional o capacidad ejercicio, nos basamos en los resultados en la PECP y en el 6MWT.

En la PECP, evaluamos la carga soportada expresada en Watios, el  $\dot{V}O_2$  (ml/min y ml/Kg/min), la FR y en él % de la FCmax alcanzada. Como cabría esperar los pacientes aumentaron la carga soportada tras el entrenamiento (diferencia clínicamente significativa:  $4W \pm 1$ )<sup>(32)</sup>, y esta carga la alcanzaron con una menor sobrecarga cardiaca (%FC max menor) pero no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el  $\dot{V}O_2$ , esto quizás fue debido a que no se alcanzó una intensidad de ejercicio suficientemente alta, para conseguir cambios en 20 sesiones ya que se entrenó a una media del 63% FC max teórica (DT: 13,5) y con una sensación subjetiva de esfuerzo de nivel 3 en la escala BORG, que en conjunto corresponde a una intensidad de ejercicio moderada. En un reciente estudio publicado por Pascual- Guardia <sup>(69)</sup>, entrenando a una intensidad de ejercicio al 70% de la carga máxima alcanzada en la PECP durante 10 semanas se objetivó mejoría de la capacidad de ejercicio, en 25 pacientes con EPOC.

Como se expuso con anterioridad, en la EPOC la capacidad de vaciado del pulmón va progresivamente disminuyendo, hasta el punto en que la espiración no permite el vaciado de los pulmones hasta un volumen de relajación, lo que lleva que a un atrapamiento aéreo intrapulmonar o hiperinsuflación. Durante el ejercicio, al aumentar la frecuencia respiratoria como consecuencia del aumento de los requerimientos



ventilatorios, aumenta la hiperinsuflación y este hecho es el más importante causante de la disnea de esfuerzo que presentan los pacientes<sup>(28)</sup>. Nuestros pacientes presentaron una reducción significativa de la hiperinsuflación pulmonar expresada con el cociente RV/TLC, después del programa de entrenamiento, y así mismo, una disminución significativa de la disnea de esfuerzo medida por la escala mMRC.

No objetivamos diferencias estadísticamente significativas, ni en la distancia caminada, ni en la disnea medida con la escala de BORG, ni en la SpO<sub>2</sub> en la prueba de marcha de 6 minutos; pero al introducir el parámetro distancia caminada en el índice BODE junto con el grado de disnea según la escala mMRC, obtuvimos una disminución de más de punto después del programa (diferencia estadísticamente significativa), por tanto, consideramos que la prueba de marcha sea por sí sola, no es suficiente para evaluar los efectos de la RR, e idealmente debiera completarse con una PECP.

El hecho de que la modificación del índice BODE, puede servir para evaluar los efectos de la RR en un determinado paciente ya se describió en estudios como el de Cote y Celli<sup>(70)</sup> realizado en 116 pacientes con EPOC, y en el que consideraron como “respondedores” a la RR a aquellos pacientes en los que el índice BODE disminuía en 1 punto. En ese trabajo también se introduce el concepto de la RR como tratamiento capaz de disminuir la mortalidad de los pacientes EPOC, basándose en que el índice BODE es un predictor de mortalidad, y si este disminuye tras la RR, también disminuiría la mortalidad, aunque con limitaciones como el bajo número de mujeres incluidas (2%) y el que los pacientes incluidos tenían en su mayor parte un índice BODE de inicio elevado (6±2).

Por tanto, a falta de nuevos trabajos, no se puede decir que la RR sea capaz de reducir la mortalidad en los pacientes con EPOC, sobre todo a largo plazo.

Se ha objetivado una asociación fuerte ( $r: 0,65$ ;  $p < 0,05$ ) entre la capacidad para realizar las AVD, expresado con el valor global del cuestionario LCADL, y el índice BODE (estudio realizado en 39 pacientes con  $FEV_1: 37 \pm 12\%$ ) <sup>(71)</sup>. En nuestra muestra disminuyó significativamente, la puntuación del índice BODE, pero no ocurrió lo mismo con la puntuación global del cuestionario LCADL, creemos que este hecho se debió a que muchos pacientes contestaron “0: no lo haría de ninguna manera” al ítem referente a las tareas domésticas (hacer las camas, barrer...) (Ver anexo 2), porque no realizaban esas tareas de manera rutinaria.

El cuestionario CRQ-SAS (Ver anexo 1), que recordamos está dividido en 4 subescalas: disnea, fatiga, factor emocional y control de la enfermedad y que utilizamos para evaluar la CVRS, demostró una mejoría significativa en las 4 sub-escalas, lo cual era de esperar, ya que el aumento en la CVRS es uno de los efectos más ampliamente demostrados de los programas de RR desde los primeros artículos publicados en la década de los 80 <sup>(72)</sup>. En este punto, resaltar, que el entrenamiento en grupos de 2 o 3, favoreció la competitividad, las relaciones interpersonales y mitigó el miedo y la ansiedad ante el ejercicio, ayudando a superar el sobre-esfuerzo que implica la RR y que en ocasiones, deriva en el abandono del tratamiento una vez iniciado. En nuestro caso solo el 5% de los pacientes abandonaron el programa por una causa no médica y en conjunto, la muestra que abandonó, tenía una menor saturación arterial de  $O_2$  y una mayor sensación de fatiga de MMII, causas descritas ya, por Garrod R et al como uno de los

predictores de fracaso de la RR, junto con la depresión y un mayor grado de fumador. <sup>(73)</sup>

Uno de nuestros objetivos iniciales fue evaluar al mayor número de pacientes tras al menos 12 meses de haber finalizado el programa de RR, pero únicamente lo conseguimos en 6, en la mayor parte de los casos porque las pruebas se realizaron durante los meses de verano y los pacientes se encontraban lejos de su domicilio habitual. Por tanto no consideramos la muestra significativa para extraer conclusiones y por ello una de las limitaciones del presente trabajo fue no haber podido evaluar los efectos a largo plazo de nuestro programa de RR.

Para finalizar, reseñar que creemos que es importante continuar investigando, fundamentalmente en nuevas estrategias para incrementar la tolerancia de los pacientes con EPOC a programas de entrenamiento con ejercicio de alta intensidad (uso de oxigenoterapia, entrenamiento de musculatura respiratoria, uso conjunto con la VMNI, o técnicas de estimulación muscular), para clarificar cuál es el mejor momento para iniciar los programas: si con el paciente estable o en cualquier momento de su evolución, incluso tras una agudización y para evaluar los resultados del tratamiento de RR a largo plazo y sobre la supervivencia.

## **7- CONCLUSIONES:**



- 1- El programa de RR para pacientes con EPOC que diseñamos, cumplió con los requisitos recomendados por las últimas guías clínicas consultadas, y es fácilmente reproducible.
- 2- El programa de RR que desarrollamos, únicamente afectó a la función respiratoria, disminuyendo el atrapamiento aéreo de los pacientes con EPOC tratados.
- 3- El programa de RR que desarrollamos, mejoró significativamente la capacidad de ejercicio de los pacientes con EPOC tratados.
- 4- El programa de RR que desarrollamos, mejoró significativamente la CVRS de los pacientes con EPOC tratados.
- 5- El programa de RR que diseñamos, fue aceptado por el 80% de los pacientes a los que se les ofreció, y de los que lo iniciaron, el 84% lo finalizaron.
- 6- Con el presente estudio, no logramos analizar el grado de mantenimiento a largo plazo de los beneficios obtenidos tras el programa de RR.

## **8- BIBLIOGRAFÍA**

- 1- Miravittles M et al. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con Enfermedad pulmonar obstructiva crónica-Guía Española de la EPOC. Arch Bronconeumol, 2012; 48 (Supl 1): 59-83.
- 2- Global Strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Global initiative for chronic obstructive lung disease.[http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD\\_Report\\_asp\\_2011\\_Feb21.pdf](http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_asp_2011_Feb21.pdf)
- 4- Shapiro S.D, Reily J.J, Rennard S.I. Chronic bronchitis and emphysema. En Murray J.F, Nadel J.A. Textbook of respiratory medicine. 5<sup>th</sup> Ed. Philadelphia: Elsevier, 2010. P. 919-967.
- 5- Fletcher C, Petro R, Tinker C, Speizer F.E (eds): The Natural History of Chronic Bronchitis and Emphysema. New York: Oxford University press, 1976.
- 6- Bousquet J, Kiley J, Bateman Ed, Viegy G, Cruz A.A, Khaltaer N, et al. Prioritized research agenda for prevention and control of chronic respiratory diseases. Eur Respir J. 2012; 36:995-1001.
- 7- Atson K, Chouaid C, Hejblum G. Variability of the chronic obstructive pulmonary disease key epidemiological data in Europe: systematic review. BMC Med. 2011; 9:7.
- 8- Miravittles M, Soriano J.B, García-Río F, Muñoz L, Duran-Tanlería E, Sánchez G, et al. Prevalence of COPD in Spain: Impact of undiagnosed COPD on quality of life and daily life activities. Thorax.2009; 64: 863-8.
- 9- Soriano J.B, Ancochea J, Miravittles M, García-Río F, Duran E, Muñoz L, et al. Recent trends in COPD prevalence in Spain: a repeated cross-sectional survey 1997-2007. Eur Respir J. 2010; 36:758-65.
- 10- WHO. World health statistics 2008.  
[http://www.who.int/whosis/whostat/EN\\_WHO08\\_Full.pdf](http://www.who.int/whosis/whostat/EN_WHO08_Full.pdf).2010
- 11- Ministerio de Sanidad y Política Social. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud. Sanidad 2009. Ministerio de Sanidad y Política Social.  
<http://www.msc.es/organización7sns/planCalidadSNS/docs/EstrategiaEPOCSNS.pdf>
- 12- Kohausal R, Martinez-Cambolor P, Agusti A, Buist AS, Mannsimo D.M, Soriano J.B. Ther natural history of chronic airflow obstruction revisited: an analysis of the Framingham cohort. Am J Respir Care Med. 2009; 180(1):3-10.
- 13- Jaakkola M.S, Jaakkola J.J. Effects of environmental tobacco smoke on the respiratory health of adults. Scand J Work Environ Health. 2002;28 Suppl 2:52-70



- 14- Orozco-Levi M, García-Americh J, Villar J, Ramírez Sarmiento A, Antó J. M, Gea J. Wood smoke exposure and risk of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2006;27:542-6
- 15- Anderesen Z.J, Hvidberg M, Jensen S.S, Ketznel M, Loft S, Sorensen M, et al. Chronic obstructive pulmonary disease and long-term exposure to traffic-related air pollution: a cohort study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011; 183: 455-61.
- 16- Rushton L. Occupational casuses of chorinc obstructive pulmonary disease. *Rev Environ Heath.*2007; 22:195-212.
- 17- Rodríguez E, Ferrer J, Martí s, Zock J.P, Plana E, Morrell F. Impact of occupational exposure on severity of COPD. *Chest* 2008; 134:1237-43.
- 18- Lee C-H, Lee M-C, Lin H-H, Shu C-C, Wang J-Y et al. Pulmonary Tuberculosis and delay in anti-tuberculosis treatment are important risk factor for chronic obstructive pulmonary disease. *PLoS ONE.* 2012; 7(5): e37978.
- 19- Vidal R, Blanco I, Casa F, Jardí r, Miravittles M. Comité del registro nacional de pacientes con déficit de alfa-1 antitripsina. Normativa SEPAR: Diagnóstico y tratamiento del déficit de alfa-1 antitripsina. *Arch Bronconeumol.* 2006; 42:645-59.
- 20- Eisner M.D, Blanc P.D, Omachi T. A, et al. Socioeconomic status, race and COPD health outcomes. *J Epidemiol Community Health.* 2011 Jan; 65(1):26-34.
- 21- Hansel T.T, Barnes P.J. Fisiopatología de la EPOC. En: Hansel T.T, Barnes P.J. Atlas de la Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. 1ªed. Reino Unido: Parthenon Publishing, 2004.p 21-67.
- 22- Wouters E.F, Creutzberg E.C, Schols A.M. systemic effects in COPD. *Chest* 2002;121 (5Suppl):127S30S
- 23- Agustí A.G, Noeguera A, Sauleda J, Sala E, Pons j, Busquets X. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2003; 21(2):34760.
- 24- Finkelstein J, Cha E, Scharf SM. Chronic obstructive pulmonary disease as an independent risk factor for cardiovascular morbidity. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2009; 4: 337-49.
- 25- Brenner DR, McLaughlin JR, Hung RJ. Previous lung diseases and lung cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE.* 2011; 6:e17479.
- 26- Casan P, Burgos F. Barberà J.A, Giner J. Espirometría. En: Puente Maesu L, coordinador. Manual de procedimientos SEPAR nº 3. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar- I. Madrid: SEPAR; 2002. P: 4-15.
- 27- Plaza Moral V. Gema 2009. Guía española para el manejo del asma. Área de asma de SEPAR. Madrid: Luzan 5, 2009.

- 28- Giner Donaire J. Espirometría y volúmenes pulmonares. En: Casan Clara P, García Rio F, Gea Guiral J. Fisiología y Biología respiratorias. 1ª ed. Madrid. Ergon, 2007. P 32-39.
- 29- O'Donnell DE, Webb KA. The major limitation to exercise performance in COPD is dynamic hyperinflation. *J Appl Physiol*. 2008 Aug; 105(2): 753-5.
- 30- Altalag A, Road J, Wilcox P. Pulmonary Function Test in Clinical Practice. London. Springer-Verlag Limited, 2009.
- 31- Green M, Road J, Sieck GC, Similowski T. ATS/ARS statement on respiratory muscle testing: test of respiratory muscle strength. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 518-624.
- 32- Vilaró J. Prueba de marcha de 6 minutos. En: Burgos Rincón F, Casan Clará P, coordinadores. Manual de procedimientos SEPAR nº 4. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar-II. Madrid: SEPAR; 2004. P: 100-13.
- 33- Puhan MA, Chandra D, Mosenifar Z, Ries A, Make B, Hansel NN, Wise RA, Sciruba F. The minimal important difference of exercise test in severe COPD. *Eur Respir J* 2011; 37: 784-790
- 34- ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166(1): 111-117.
- 35- Grupo de trabajo SEPAR. Normativa SEPAR sobre pruebas de ejercicio cardiopulmonar. *Arch Bronconeumol* 2001; 37: P 247-68.
- 36- García Rio F, Gómez Mendieta MA. Exploración funcional respiratoria. Monografías Neumomadrid. Volumen XVIII. 2011. P 137- 151.
- 37- Benzo RP, Paramesh S, Patel SA, Slivka WA, Sciruba FC. Optimal protocol selection for cardiopulmonary exercise testing in severe COPD. *Chest* 2007. Nov; 132 (5): 1500-5.
- 38- Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, Casaburi R. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications, 3º ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 1999.
- 39- Cote GC, Celli BR. BODE index: a new tool to stage and monitor progression of chronic obstructive pulmonary disease. *Pneumonol Alergol Pol*. 2009; 77: 305-313.
- 40- Nishimura K, Izumi T, Tsukino M, Oga T. Dyspnea is a better predictor of 5-year survival than airway obstruction.in patients with COPD. *CHEST* 2002; 121: 1434-40.
- 41- Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*.1999; 54:581-6.

- 42- Celli BR, Cote CG, Marín JM, Casanova C, Montes de Oca M, Méndez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med.* 2004; 350: 1005-12.
- 43- Donalson GC, Seemungal TAR, Bhowmik A et al. Relationship between exacerbation frequency and lung function decline in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002; 57: 847-852.
- 44- García-Aymerich J, Serra Pons I, Mannino DM, Maas AK, Miller DP, Davis KJ. Lung function impairment, COPD hospitalizations and subsequent mortality. *Thorax.* 2011; 66: 585-90.
- 45- Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment. The WHOQOL Group. *Psychol Med.* 1998 May; 28(3):551-8.
- 46- Rehabilitación Respiratoria. Coordinadoras: Güell R, de Lucas P. Madrid. Medical & Marketing Comunicaciones, 1999.
- 47- Vigil L, Güell MR, Morante F, López de Santamaría E, Sperati F, Guyatt G, Schünemann H. Validez y sensibilidad al cambio de la versión española autoadministrada del cuestionario de la enfermedad respiratoria crónica (CRQ-SAS). *Arch Bronconeumol.* 2011; 47(7):343-349.
- 48- Redelmeier DA, Guyatt GH, Goldstein RS. Assessing the minimal important difference in symptoms: a comparison of two techniques. *J Clin Epidemiol.* 1996; 49: 1215-9.
- 49- Garrod R, Bestall JC, Paul Ea, Wedzicha JA, Jones PW. 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: 584-596.
- 50- Garrod R, Paul EA, Wedzicha JA. An evaluation of the reliability and sensitivity of the London Chest Activity of Daily Living Scale (LCADL). *Respir Med.* 2002; 96 (9): 725-30.
- 51- Vilaró J. Actividades de la vida diaria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica: validación de la traducción española y análisis comparativo de dos cuestionarios. *Med Clin (Barc).* 2007; 129 (9): 337-38.
- 52- Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. European Respiratory Society. ATS/ERS statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006; 173(12): 1390-1413.
- 53- Casaburi R. A brief history of pulmonary rehabilitation. *Respir Care* 2008; 53(9): 1185-1189.
- 54- Belman MJ, Kendregan Ba. Exercise training fails to increase skeletal muscle enzymes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1981; 123(3): 256-261.

- 55- Casaburi R, Patessio A, Joli 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.
- 56- Maltais F, LeBlanc P, Simard C, Jobin J, Bérubé C, Bruneau J. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996; 154 (2 Pt 1): 442-447.
- 57- Saey D, Debigare R, LeBlanc P, Mador MJ, Cote CH, Jobin J, Maltais F. Contractile leg fatigue after cycle exercise: a factor limiting exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168(4): 425-430.
- 58- Neil RM. Mechanisms of functional loss in patients with chronic lung disease. *Respir Care* 2008; 53(9): 1177-1184.
- 59- Richard LZ. The roles of bronchodilators, supplemental oxygen and ventilator assistance in the pulmonary rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care* 2008; 53 (9): 1190-1195.
- 60- ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation guidelines panel. Pulmonary rehabilitation. Joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. *Chest*. 2007;131: 4S-51S.
- 61- Paone G, Serpilli M, Giardi E, Conti V et al. The combination of a smoking cessation programme with rehabilitation increases stop-smoking rate. *J Rehabil Med* 2008; 40: 672-677.
- 62- Sassi-Dambros DE, Eakin EG, Ries AL, et al. Treatment of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease: a controlled clinical trial of dyspnea management strategies. *Chest* 1995; 107: 724-729.
- 63- Casanova C, Cote C, Marin JM, Pinto-Plata V et al. *Chest* 2008; 746-752
- 64- Poulain M, Durand F, Palomba B, Ceugniet F, Desplan J, Varray A, Préfaut C. 6-Minute walk testing is more sensitive than maximal incremental cycle testing for detecting oxygen desaturation in patients with COPD. *Chest* 2003;123: 1401-1407.
- 65- Garrod R, Paul EA, Wedzicha JA. Supplemental oxygen during pulmonary rehabilitation in patients with COPD with exercise hypoxaemia. *Thorax* 2000; 55: 539-43.
- 66- Emtner M, Porszasz J, Burns M, Somfay A, Casaburi R. Benefits of supplemental oxygen in exercise training in nonhypoxemic chronic obstructive pulmonary disease patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168 (9): 1034-1042.
- 67- Voduc N, Tessier C, Fegursson D, Lavallee L, Aaron SD. *Can Respir J* 2010; 17 (1): 14-19.

- 68- ZuWallack RL. The roles of bronchodilators, supplemental oxygen, and ventilatory assistance in the pulmonary rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care* 2008; 53 (9): 1190-1195.
- 69- Simms AL, Li LC, Reid WD. Development of a theory-based intervention to increase prescription of inspiratory muscle training by health professionals in the management of people with chronic obstructive pulmonary disease. *Physiother Can.* 2011; 63(3); 315-323.
- 70- Pascual-Guardia S, Wodja E, Gorostiza A, López de Santamaría E, Gea J, Gáldiz JB, Sliwinski P, Barreiro E; En nombre del proyecto ENIGMA in COPD. Improvement in quality of life and exercise capacity without muscular biology changes after general training in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Med Clin (Barc).* 2012 Mar 20. Cote CG, Celli BR. Pulmonary rehabilitation and the BODE index in COPD. *Eur Respir J.* 2005; 26: 630-636.
- 71- Cote CG, Celli BR. Pulmonary rehabilitation and the BODE index in COPD. *Eur Respir J.* 2005; 26: 630-636.
- 72- Simon Ms, Carpes MF, Correa KS, dos Santos K, Karloh M, Mayer AF. Relationship between daily living activities limitation and the BODE index in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Rev Bras Fisioter.* 2011; 15 (3): 212-8.
- 73- Cockcroft A. Pulmonary rehabilitation. *Br J Dis Chest.* 1988 Jul; 82(3):220-5.
- 74- Garrod R., Marshall J., Barley E., Jones P.W. Predictors of success and failure in pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J.* 2006; 27:788-794.
- 75- Ruiz Manzano J, Alfagene Michavila I, Chiner Vives E, Martínez González C. Valoración de la discapacidad en los enfermos respiratorios. *Arch Bronconeumol.* 2012; 48(8):290-295.

## **ANEXOS**



## **ANEXO 1: CRQ-SAS**







McMaster University  
Canada

## **Cuestionario sobre problemas respiratorios crónicos**

**Versión estandarizada – A rellenar por el paciente  
(Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)**

### **Primera administración**

© McMaster University, Principal authors: Guyatt, G.H & Schünemann, H.J. All rights reserved.  
Any further use or copying of this questionnaire must be authorized by a separate licensing agreement.  
For inquiries please contact [austinp@mcmaster.ca](mailto:austinp@mcmaster.ca) or [schuneh@mcmaster.ca](mailto:schuneh@mcmaster.ca)  
Dr. Rosa Güell performed the original translation and validation work on the Spanish CRQ.

**CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)**

---

Fecha

--	--	--	--	--	--

DÍA

MES

AÑO

**CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS -SAS- PRIMERA ADMINISTRACIÓN 1(10)**

Este cuestionario está diseñado para saber cómo se ha encontrado usted en las últimas 2 semanas. En la primera parte le preguntaremos sobre las actividades que producen sensación de ahogo en algunas personas. En la segunda parte, deberá responder a preguntas sobre su estado de ánimo y cómo se ha sentido en general.

Por favor, lea estas instrucciones para responder al cuestionario:

- Lea atentamente cada pregunta y marque con una "x" la casilla que corresponda a la respuesta que mejor le describe. Si no está seguro/a de cómo contestar una pregunta, por favor, marque la respuesta con la que se identifique mejor. Si quiere cambiar una respuesta, tache con una línea la casilla que usted quiere cambiar y en su lugar marque con una "x" la casilla que desea escoger.
- No hay respuestas correctas o incorrectas.
- Las respuestas de este cuestionario son confidenciales.

Por favor, continúe en la página siguiente.

**CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)**

Fecha

DÍA		MES		AÑO	

**CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 2(10)**

Más abajo encontrará una lista de actividades que producen sensación de ahogo en algunas personas con problemas respiratorios.

Para cada una de las actividades, marque una "x" en la casilla que mejor describa hasta qué punto ha tenido sensación de ahogo mientras realizaba esta actividad en las **ÚLTIMAS DOS SEMANAS**.

Marque la casilla de la última columna en el caso de que **NO HAYA REALIZADO** esta actividad en las últimas dos semanas.

**(Marque una "x" en una casilla de cada línea)**

ACTIVIDADES:	Extrema sensación de ahogo	Mucha sensación de ahogo	Bastante sensación de ahogo	Moderada sensación de ahogo	Alguna sensación de ahogo	Poca sensación de ahogo	Ninguna sensación de ahogo	No realizada
<b>1</b> Sentir emociones como enfado o disgusto	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2</b> Realizar sus cuidados básicos como bañarse, ducharse, comer o vestirse	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>3</b> Caminar	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>4</b> Hacer tareas rutinarias como faenas de la casa, ir de compras o encargarse y organizar la compra	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>5</b> Participar en actividades sociales (como reuniones con familiares, amigos, vecinos o grupos)	1	2	3	4	5	6	7	8

Por favor, continúe en la página siguiente.

CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)

Fecha

DÍA		MES		AÑO	

CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 3(10)

Las siguientes preguntas son sobre su energía en general y cómo ha sido su estado de ánimo en las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**. Por favor, marque con una "x" la casilla del 1 al 7 que mejor describa cómo se ha sentido.

6. En general, durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿cuánto tiempo se ha sentido frustrado/a o impaciente?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. Muy poco tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |

7. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿con qué frecuencia ha tenido la sensación de miedo o pánico al no poder respirar bien?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. Muy poco tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |

Por favor, continúe en la página siguiente.

© McMaster University. Principal authors: Guyatt, G.H & Schönemann, H.J. All rights reserved. Any further use or copying of this questionnaire must be authorized by a separate licensing agreement. For inquiries please contact [austinp@mcmaster.ca](mailto:austinp@mcmaster.ca) or [schuneh@mcmaster.ca](mailto:schuneh@mcmaster.ca). Dr. Rosa Güell performed the original translation and validation work on the Spanish CRQ.

CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)

Fecha

--	--	--	--	--

DÍA

MES

AÑO

CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 4(10)

8. ¿Qué tal la fatiga? Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿hasta qué punto se ha sentido cansado/a?

- |                            |                          |                                      |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Cansadísimo/a           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. Muy cansado/a           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Bastante cansado/a      | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Moderadamente cansado/a | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Algo cansado/a          | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. Poco cansado/a          | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Nada cansado/a          | <input type="checkbox"/> |                                      |

9. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿cuánto tiempo se ha sentido incómodo/a o violento/a a causa de su tos o de su respiración ruidosa?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. Muy poco tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |

Por favor, continúe en la página siguiente.

CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)

Fecha

--	--	--	--	--

DÍA

MES

AÑO

CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 5(10)

10. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿cuánto tiempo se ha sentido confiado/a y seguro/a de poder afrontar su problema respiratorio?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Mucho tiempo              | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |

11. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿hasta qué punto ha tenido energía?

- |                       |                          |                                      |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Sin energía        | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. Muy poca energía   | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Algo de energía    | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Moderada energía   | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Bastante energía   | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. Mucha energía      | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Lleno/a de energía | <input type="checkbox"/> |                                      |

Por favor, continúe en la página siguiente.

CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)

Fecha

DÍA		MES		AÑO	

CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 6(10)

12. En general, durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿cuánto tiempo se ha sentido angustiado/a, preocupado/a o deprimido/a?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. Muy poco tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |

13. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿con qué frecuencia ha sentido que controlaba totalmente su problema respiratorio?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Mucho tiempo              | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |

Por favor, continúe en la página siguiente.



CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)

Fecha

--	--	--	--	--	--

DÍA

MES

AÑO

CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 7(10)

14. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿cuánto tiempo se ha sentido relajado/a y sin tensiones?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Mucho tiempo              | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |

15. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿cuánto tiempo se ha sentido con poca fuerza?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. Muy poco tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |

Por favor, continúe en la página siguiente.

CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)

---

Fecha

DÍA		MES	AÑO	

CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 8(10)

16. En general, durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿cuánto tiempo se ha sentido desanimado/a o con la moral baja?

- 1. Todo el tiempo
- 2. La mayor parte del tiempo
- 3. Bastante tiempo
- 4. Algún tiempo  (Marque una "x" en una sola casilla)
- 5. Poco tiempo
- 6. Muy poco tiempo
- 7. Nunca

17. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿con qué frecuencia se ha sentido hecho/a polvo o sin ganas de hacer nada?

- 1. Todo el tiempo
- 2. La mayor parte del tiempo
- 3. Bastante tiempo
- 4. Algún tiempo  (Marque una "x" en una sola casilla)
- 5. Poco tiempo
- 6. Muy poco tiempo
- 7. Nunca

Por favor, continúe en la página siguiente.

CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)

---

Fecha

--	--	--	--	--

DÍA

MES

AÑO

CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 9(10)

18. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿hasta qué punto se ha sentido feliz, satisfecho/a o contento/a en su vida personal?

1. Muy insatisfecho/a, infeliz la mayor parte del tiempo
2. Generalmente insatisfecho/a, infeliz
3. Algo insatisfecho/a, infeliz
4. En general satisfecho/a, contento/a  (Marque una "x" en una sola casilla)
5. Feliz la mayor parte del tiempo
6. Muy feliz la mayor parte del tiempo
7. Extraordinariamente feliz, no podía estar más contento/a o satisfecho/a

19. Durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿con qué frecuencia se ha sentido asustado/a o angustiado/a al tener dificultades para poder respirar?

1. Todo el tiempo
2. La mayor parte del tiempo
3. Bastante tiempo
4. Algún tiempo  (Marque una "x" en una sola casilla)
5. Poco tiempo
6. Muy poco tiempo
7. Nunca

Por favor, continúe en la página siguiente.

CUESTIONARIO SOBRE PROBLEMAS RESPIRATORIOS CRÓNICOS - AUTO ADMINISTRADO - ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS (Nombre del cuestionario: CRQ-SAS)

---

Fecha

DÍA		MES		AÑO	

CRQ-SAS 1ª ADMINISTRACIÓN 10(10)

20. En general, durante las **ÚLTIMAS 2 SEMANAS**, ¿con qué frecuencia se ha sentido usted inquieto/a, tenso/a o nervioso/a?

- |                              |                          |                                      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Todo el tiempo            | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 2. La mayor parte del tiempo | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 3. Bastante tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 4. Algún tiempo              | <input type="checkbox"/> | (Marque una "x" en una sola casilla) |
| 5. Poco tiempo               | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 6. Muy poco tiempo           | <input type="checkbox"/> |                                      |
| 7. Nunca                     | <input type="checkbox"/> |                                      |

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## **ANEXO 2: LCADL**



**Escala de actividades de la vida diaria. London Chest Activity of Daily Living (LCADL) <sup>(50)</sup>**

<b>Nombre:</b>		<b>Fecha:</b>				
<b>Fecha de Nacimiento</b>						
<b>Evaluador:</b>						
<b>¿Vive solo?</b>		Sí <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>		
Por favor, díganos cuánto ahogo ha sentido en los últimos días haciendo las siguientes actividades:						
<b>Autocuidado</b>						
1) Secarse	0	1	2	3	4	5
2) Vestirse la parte superior del cuerpo	0	1	2	3	4	5
3) Ponerse zapatos/calzados	0	1	2	3	4	5
4) Lavarse el pelo	0	1	2	3	4	5
<b>Domésticas</b>						
5) Hacer las camas	0	1	2	3	4	5
6) Cambiar las sábanas	0	1	2	3	4	5
7) Limpiar ventanas/cortinas	0	1	2	3	4	5
8) Limpiar/sacar el polvo	0	1	2	3	4	5
9) Lavar los platos	0	1	2	3	4	5
10) Aspirar/barrer	0	1	2	3	4	5
<b>Físicas</b>						
11) Subir escaleras	0	1	2	3	4	5
12) Agacharse/inclinarse	0	1	2	3	4	5
<b>Ocio (de tiempo libre)</b>						
13) Caminar por casa	0	1	2	3	4	5
14) Salir a distraerse	0	1	2	3	4	5
15) Hablar	0	1	2	3	4	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 a cada actividad.

Este cuestionario a 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 una 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 responde:

**4.** No puedo hacerlo de ninguna manera

Si alguna persona lo hacer 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.



## **ANEXO 3: CONSENTIMIENTO INFORMADO**



## **ÁREA DE GESTIÓN CLÍNICA DEL PULMÓN**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO AL ESFUERZO**

#### **En qué consiste**

*El entrenamiento al esfuerzo es un programa de rehabilitación respiratoria que consiste en la realización de determinados ejercicios físicos y fisioterapia respiratoria para mejorar su capacidad de esfuerzo.*

*El programa se inicia con una prueba de esfuerzo que consiste en realizar un ejercicio, generalmente de intensidad progresiva con el fin de determinar sus parámetros cardiorrespiratorios (durante la prueba se monitorizará continuamente su actividad cardiaca y respiratoria, con lo que sabemos en todo momento su situación), posteriormente realizará otro pequeño ejercicio de caminar en un pasillo y unas pruebas de función respiratoria: espirometría, medición de los volúmenes pulmonares, capacidad de difusión y gasometría arterial, con el objeto de medir la funcionalidad de su aparato respiratorio. Estas mismas pruebas se realizarán de nuevo tras finalizar el tratamiento, para medir su evolución.*

#### **Riesgos típicos durante la realización de un programa de rehabilitación respiratoria**

*Los riesgos son muy escasos, ocasionalmente pueden presentarse durante la realización de la prueba de esfuerzo, el test de caminar y el entrenamiento al ejercicio dolor en el pecho, excesiva elevación de la tensión arterial, extrasístoles, disnea intensa o síncope. De presentarse alguno de estos síntomas, se suspenderá inmediatamente la prueba o el entrenamiento. Esta Unidad dispone de medidas de soporte vital cardiorrespiratorio. Antes de comenzar la prueba debe indicar **toda la medicación** que esté tomando.*

*Durante la realización del programa de ejercicios, usted podría sufrir una agudización de su enfermedad (EPOC), si esto ocurriera, se suspendería el tratamiento rehabilitador.*

*-Toda la información que usted remita se mantendrá de forma confidencial.*

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROGRAMA DE  
ENTRENAMIENTO AL ESFUERZO**

*Nombre del paciente:*

*Número de historia:*

*Servicio de procedencia:*

*Nombre del médico que le informa:*

*Fecha:*

**DECLARACIÓN DE PACIENTE**

***Declaro** que he sido informado por el médico de los riesgos del procedimiento y del programa de Rehabilitación Respiratoria así como de los criterios e inclusión en el mismo y que sé que, en cualquier momento, puedo revocar mi consentimiento.*

***Estoy satisfecho** con la información recibida, he podido formular toda clase de preguntas que he creído conveniente y me han aclarado todas las dudas planteadas.*

***Me comprometo** a acudir a las sesiones programadas y a participar de manera activa en el tratamiento bajo la supervisión del fisioterapeuta.*

*En consecuencia, doy mi consentimiento para realizar las pruebas que me han sido especificadas y el programa de rehabilitación respiratoria.*

*Firma del paciente y DNI*

*Firma del médico*

-----  
*Nombre del representante legal en caso de incapacidad del paciente, con indicación del carácter con el que interviene (padre, madre, tutor, etc.).*

*Nombre del representante legal:*

*Firma y D.N.I.*

**REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO**

*Con fecha .....revoco el consentimiento prestado para la realización de pruebas de esfuerzo.*

*Firma del paciente y DNI*

*Firma del médico*

*Nombre del representante legal en caso de incapacidad de la paciente, con indicación del carácter con el que interviene (esposo, padre, madre, tutor, etc)*

*Nombre del representante legal:*

*Firma del representante legal y D.N.I.:*

## **ANEXO 4: AUTORIZACIÓN DEL COMITÉ ÉTICO**





SERVICIO DE SALUD  
DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

HOSPITAL UNIVERSITARIO CENTRAL DE ASTURIAS

Comité Ético de Investigación Clínica  
Regional del Principado de Asturias  
C/ Celestino Villamil s/n  
33006 -Oviedo  
Tfno: 985.10.79.27/985.10.80.28  
Fax: 985.10.87.11  
e-mail: [ceicr\\_asturias@hca.es](mailto:ceicr_asturias@hca.es)

Área Sanitaria

Oviedo, 23 de Abril de 2012

El Comité Ético de Investigación Clínica Regional del Principado de Asturias, ha revisado el Proyecto nº 90/10, titulado: "PROGRAMA HOSPITALARIO-DOMICILIARIO DE REHABILITACIÓN RESPIRATORIA EN PACIENTES CON EPOC DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS". Investigadora Principal: Dra. M<sup>a</sup> Ángeles Montoliú Sanclement, Médico del Área de Gestión Clínica del Pulmón (Laboratorio de Función Pulmonar) del HUCA.

El Comité ha tomado el acuerdo de considerar que el citado proyecto reúne las condiciones éticas necesarias para poder realizarse y en consecuencia emite su autorización.

Le recuerdo que deberá guardarse la máxima confidencialidad de los datos utilizados en este proyecto.

Fdo: Eduardo Arnáez Moral  
Secretario del Comité Ético de Investigación  
Clínica Regional del Principado de Asturias



## **ANEXO 5**





### **Estiramientos:**

Con el paciente en bipedestación.

- Elevar los miembros superiores y agarrarse por los codos por encima de la cabeza, flexionar lateralmente el tronco hacia ambos lados, manteniendo 10 segundos cada posición.
- Sujetándose con el miembro superior derecho en una pared, realizar flexión forzada de la rodilla izquierda ayudándose con el miembro superior izquierdo, y viceversa, manteniendo 10 segundos cada posición.
- Apoyándose con los 2 miembros superiores contra una pared, flexionar la rodilla derecha unos 20 ° y dejar caer el cuerpo para notar tensión en la región posterior del miembro inferior izquierdo y viceversa, manteniendo 10 segundos cada posición.

### **Ejercicios de Miembros Superiores:**

Con el paciente en sedestación, con las piernas separadas y los brazos a lo largo del cuerpo. Con pesas según tolerancia, de 1 a 2 Kg.

- Tomando aire subir los brazos con los codos estirados por delante del cuerpo hasta la vertical, la bajar los brazos expulsar el aire. 3 series de 10 repeticiones.
- Tomando aire abducir los brazos hasta 90° y expulsar el aire al bajar. 3 series de 10 repeticiones.
- Tomando aire doblar los codos, luego levantar a la vertical y volver a bajar expulsando el aire. 3 series de 10 repeticiones.

