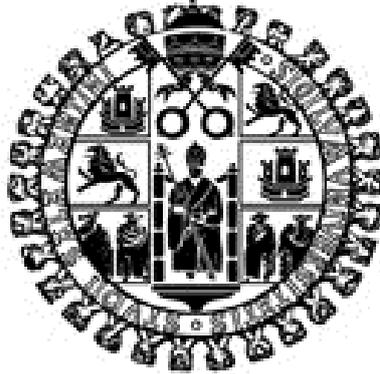


**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA**

**DPTO. DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA**

**ÁREA DE FISIOTERAPIA**

**E.U. DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA**



# **TESIS DOCTORAL**

**“BENEFICIOS DE LA TERAPIA CON RESISTÓMETRO INSPIRATORIO EN  
LOS PACIENTES CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE FRENTE A TERAPIAS  
RESPIRATORIAS CONVENCIONALES”**

**Autor: D. Carlos Martín Sánchez**

**Directores: Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas**

**Dr. D. Emilio Fonseca Sánchez**

**Dr. D. Fausto José Barbero Iglesias**

**Salamanca 2016**



**D. José Ignacio Calvo Arenillas, D. Emilio Fonseca Sánchez y D. Fausto José Barbero Iglesias, Profesores de la Universidad de Salamanca**

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado: **“Beneficios de la terapia con resistómetro inspiratorio en los pacientes con Esclerosis Múltiple frente a terapias respiratorias convencionales”** realizado por D. Carlos Martín Sánchez para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Salamanca, cumple todos los requisitos necesarios para su presentación y defensa ante el tribunal calificador.

Para que conste y en cumplimiento de las disposiciones vigentes, extienden el presente certificado con fecha 15 de Junio de 2016.



Fdo: José Ignacio Calvo Arenillas  
Catedrático de Escuela Universitaria



Fdo: Emilio Fonseca Sánchez  
Profesor Titular de Universidad



Fdo: Fausto José Barbero Iglesias  
Profesor Titular de Escuela Universitaria



*“Si no estás haciendo que la vida de alguien sea mejor,  
entonces estás desperdiciando tu tiempo”.*



## AGRADECIMIENTOS

Al Profesor D. José Ignacio Calvo Arenillas, por ser un referente y un espejo en el que mirarme desde que comencé mi andadura en la Universidad de Salamanca como estudiante de Fisioterapia, seguida del periodo como becario del Programa de Revitalización Geriátrica y ahora en esta bonita etapa de la elaboración de la Tesis Doctoral. Muchas gracias por todo.

Al Profesor D. Fausto José Barbero Iglesias, al que admiro y de la misma manera he tenido cerca durante todo este tiempo y nunca me ha faltado su apoyo y su consejo ante cualquiera de las dudas y problemas que hayan sobrevenido.

Al Profesor D. Emilio Fonseca Sánchez, por su ayuda durante estos años en el Programa de Doctorado, su amabilidad y su asesoramiento han sido muy importantes para mí y para poder terminar con esto.

Al Profesor D. José Manuel Sánchez Santos, tu aportación ha sido fundamental, siempre disponible y dispuesto a ayudar en todo, eso dice mucho de la gran persona que eres.

A todos los docentes que han pasado por mi vida por compartir de una u otra manera sus conocimientos y experiencia para que los demás podamos llegar a ser como ellos algún día.

A mis padres y a mi hermana, por ser como sois y hacerme ser lo que soy. Sois la fuente de mi fuerza, sin vosotros esto no hubiera sido posible así que esto os lo dedico a vosotros.

A mi familia, tanto los que seguís con nosotros como los que nos habéis dejado recientemente.

A ti, Nuria, que durante este largo camino has estado siempre a mi lado apoyándome, eso nunca se me va a olvidar.

A mis amigos, sois los mejores, porque pasemos muchos más años y momentos todos juntos.

A ASPRODES, a la Asociación Salmantina de Esclerosis Múltiple y a la Asociación Zamorana de Esclerosis Múltiple por su gran labor, por poner a mi disposición sus instalaciones y sus medios y estar siempre dispuestos a colaborar con las mejores intenciones.

A los pacientes con Esclerosis Múltiple, por dedicarme su tiempo, por abrirme las puertas de su casa y por poner todas sus ganas y su esfuerzo para completar exitosamente la investigación. He aprendido mucho con vosotros, vuestra fuerza y optimismo son dignos de admirar. Esperemos que la Investigación no pare y entre todos podamos colaborar para mejorar vuestras vidas. Muchísimas gracias a todos.

# ÍNDICE

<b>1.- Resumen</b>	<b>15</b>
<b>2.- Introducción</b>	<b>19</b>
2.1 Análisis global de la Esclerosis Múltiple	21
2.1.1 Definición de Esclerosis Múltiple	21
2.1.2 Epidemiología	21
2.1.3 Etiopatogenia	23
2.1.4 Anatomía Patológica	23
2.1.5 Clínica	24
2.1.6 Formas evolutivas	27
2.1.7 Diagnóstico	28
2.1.8 Tratamiento	31
2.1.9 Evolución y Pronóstico	33
2.2 Fisioterapia y Esclerosis Múltiple	34
2.2.1 Definición de fisioterapia	34
2.2.2 Medidas preventivas generales	36
2.2.3 Valoración de fisioterapia en Esclerosis Múltiple	36
2.2.4 Tratamiento de fisioterapia en Esclerosis Múltiple	38
2.2.5 Fisioterapia Respiratoria	48
- Definición	48
- Estructura y función del aparato respiratorio	49
- Examen funcional respiratorio	54

- Técnicas de tratamiento de fisioterapia respiratoria .....	68
- Programas de tratamiento utilizados en el estudio .....	80
<b>3.- Proyecto de Investigación .....</b>	<b>83</b>
3.1 Planteamiento .....	85
3.2 Hipótesis de trabajo .....	85
3.3 Objetivos .....	85
3.4 Justificación del trabajo .....	86
3.5 Material y métodos .....	88
- Población de estudio .....	88
- Tipo de estudio .....	91
- Metodología .....	91
- Materiales .....	96
- Parámetros valorados .....	101
- Confiabilidad y validez del estudio .....	103
<b>4.- Resultados .....</b>	<b>105</b>
<b>5.- Discusión .....</b>	<b>179</b>
<b>6.- Conclusiones .....</b>	<b>219</b>
<b>7.- Bibliografía .....</b>	<b>223</b>
<b>8.- Anexos .....</b>	<b>245</b>

## ABREVIATURAS

- ATS:** American Toracic Society
- AFE:** Aumento de flujo espiratorio
- ASDEM:** Asociación Salmantina de Esclerosis Múltiple
- AZDEM:** Asociación Zamorana de Esclerosis Múltiple
- CPT:** Capacidad pulmonar total
- CR:** Control respiratorio
- CRF:** Capacidad residual funcional
- CVRS:** Calidad de vida relacionada con la salud
- DA:** Drenaje autógeno
- ECCS:** European Community for Coal and Steel
- EDSS:** Expanded Disability Status Scale
- ELA:** Esclerosis lateral amiotrófica
- ELTGOL:** Espiración lenta total con glotis abierta
- EM:** Esclerosis múltiple
- EM PP:** Esclerosis múltiple primaria progresiva
- EM SP:** Esclerosis múltiple secundaria progresiva
- EM RR:** Esclerosis múltiple remitente recurrente
- EPOC:** Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- ERS:** European Respiratory Society
- ERV:** Volumen de reserva espiratorio
- EVA:** Escala visual analógica
- EPOC:** Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- FEF:** Flujo espiratorio forzado
- FELEM:** Federación Española de Lucha contra la Esclerosis Múltiple
- FEV1:** Volumen espiratorio forzado en el primer segundo

**FEV1/VC:** Índice de Tiffeneau

**FIV1:** Volumen inspiratorio forzado en el primer segundo

**FR:** Frecuencia respiratoria

**FS:** Functional system

**FVC:** Capacidad vital forzada

**IMC:** Índice de masa corporal

**IMT:** Inspiratori muscle trainer

**IRV:** Volumen de reserva inspiratorio

**ISF:** Índice de salud físico

**ISM:** Índice de salud mental

**LCR:** Líquido cefalorraquídeo

**LIN:** Límite inferior a la normalidad

**MS/MI:** Miembro superior/miembro inferior

**MVV:** Máxima ventilación voluntaria

**SNC:** Sistema nervioso central

**SDA:** Síndrome desmielinizante aislado

**SNP:** Sistema nervioso periférico

**PE:** Potenciales evocados

**PEF:** Flujo espiratorio pico

**PEM:** Presión espiratoria máxima

**PEP:** Presión espiratoria positiva

**PIF:** Flujo inspiratorio pico

**PIM:** Presión inspiratoria máxima

**RM:** Resonancia magnética

**SEPAR:** Sociedad Española de Patología Respiratoria

**TVR:** Trastorno ventilatorio restrictivo

**TVO:** Trastorno ventilatorio obstructivo

**USAL:** Universidad de Salamanca

**VT:** Volumen tidal

**VR:** Volumen residual

**VM:** Volumen respiratorio por minuto

**VD:** Ventilación dirigida



# ***1. RESUMEN***



La Universidad de Salamanca (USAL) a través del programa de Doctorado en Oncología Clínica realiza un estudio con ASPRODES, la Asociación Salmantina de Esclerosis Múltiple (ASDEM) y la Asociación Zamorana de Esclerosis Múltiple (AZDEM) para llevar a cabo un estudio experimental con el fin de analizar las ventajas que la terapia respiratoria con resistómetro inspiratorio puede aportar a los pacientes con Esclerosis Múltiple frente a las técnicas de fisioterapia respiratoria convencional.

Utilizamos la medición de la presión inspiratoria máxima y la presión espiratoria máxima para determinar, de manera indirecta, el grado de pérdida en la fuerza de la musculatura respiratoria, siendo efectiva en la detección temprana de estos cambios. A mayores, realizamos espirometría, pulsioximetría, determinación de la calidad de vida y la percepción de disnea para completar la valoración de nuestros pacientes.

Los participantes seguirán durante 12 semanas uno de los dos programas de rehabilitación respiratoria diseñados (resistómetro inspiratorio o fisioterapia respiratoria convencional) con el objetivo de aumentar su fuerza muscular, luchar contra los posibles trastornos obstructivos o restrictivos que pudieran aparecer, mejorar su condición física e influir, indirectamente, sobre su calidad de vida. Se lleva a cabo un seguimiento para garantizar el cumplimiento del programa propuesto.

Observamos que ambos grupos de estudio consiguen aumentar la fuerza inspiratoria y espiratoria, la resistencia respiratoria y algunos parámetros espirométricos de forma significativa. Sin embargo, el resistómetro inspiratorio se muestra más eficaz que la fisioterapia respiratoria convencional en los pacientes con EM. Consigue incrementar la fuerza inspiratoria un 51%, el doble que las terapias convencionales, logra mayor aumento en la fuerza espiratoria (36% vs 27%) y mejora la disnea y el volumen tidal de forma significativa, algo que no logramos con las técnicas respiratorias convencionales.

Podemos concluir que el resistómetro inspiratorio obtiene más ventajas que la fisioterapia respiratoria convencional en el tratamiento respiratorio de los pacientes con EM.



## ***2. INTRODUCCIÓN***



## 2.1 ANÁLISIS GLOBAL DE LA ESCLEROSIS MÚLTIPLE

### 2.1.1 Definición de Esclerosis Múltiple

Dentro del grupo de las enfermedades desmielinizantes la Esclerosis Múltiple (EM) es la enfermedad más conocida por ser una enfermedad frecuente, que afecta a sujetos jóvenes y que provoca invalideces importantes que pueden durar muchos años <sup>1</sup>.

La EM se clasifica como una enfermedad desmielinizante, dada la clara afectación de la sustancia blanca y la extensa pérdida de mielina que se identifica. La segunda definición patológica reside en su nombre, *esclerosis múltiple* o *esclerosis en placas*, que indica el carácter parcheado (placas) de las lesiones frente a la lesión única o difusa y la pérdida de tejido y presencia de cicatrices glióticas (*esclerosis*).

La placa de EM se observa fácilmente en el análisis macroscópico del cerebro como un área bien delimitada, localizada en la sustancia blanca, rosada y con mayor consistencia, que contrasta con la sustancia blanca preservada. A escala microscópica, las tres alteraciones típicas de las placas de EM son: infiltrados inflamatorios perivasculares, desmielinización y pérdida axonal. La presencia de infiltrados inflamatorios y la ausencia de patógenos es lo que define a la EM como una enfermedad autoinmune <sup>2</sup>.

### 2.1.2 Epidemiología

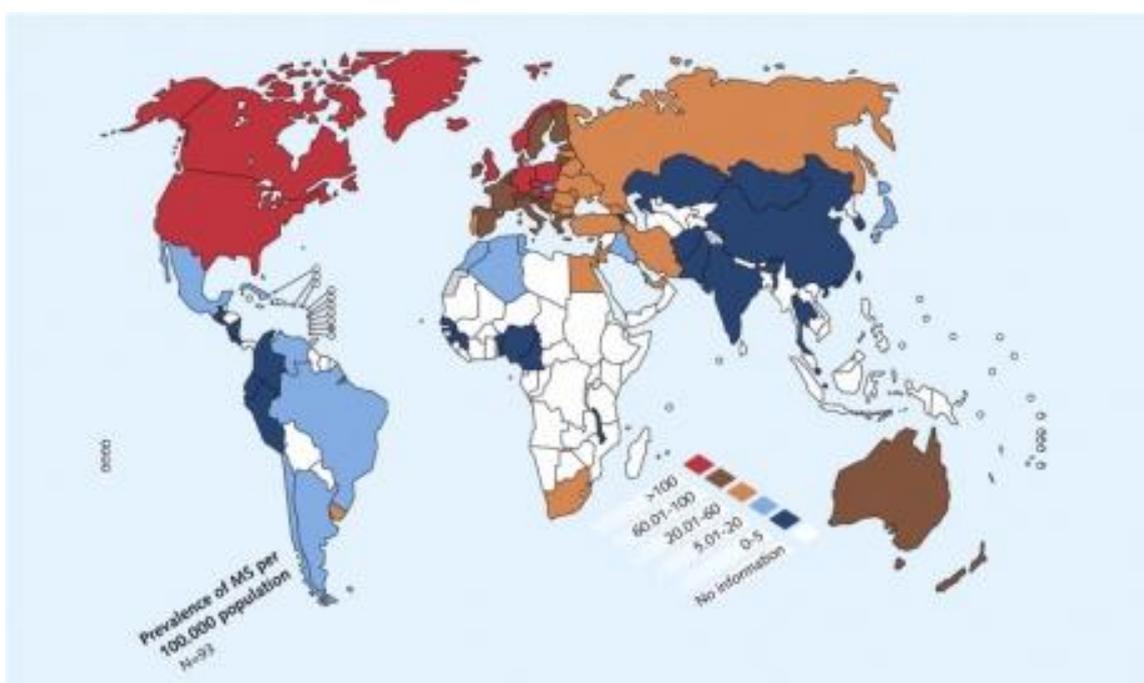
La EM es la enfermedad crónica inflamatoria desmielinizante más común del Sistema Nervioso Central (SNC), y la principal causa de discapacidad en adultos jóvenes, tras los accidentes de tráfico <sup>3</sup>.

La EM es más frecuente en mujeres que en hombres (tasa 0,46-0,67). La media de edad de comienzo de los síntomas se sitúa entre los 26 y 31 años, y es excepcional tanto por encima de los 50 (2,5-5%) como por debajo de los 10 (0,3%) <sup>4</sup>.

Los estudios de prevalencia han permitido apreciar una distribución irregular en todo el mundo; se han detectado mayores frecuencias entre los 40 y 60º de latitud Norte y se ha apreciado un fenómeno muy similar en el hemisferio sur. Kurtzke definió zonas de riesgo alto (> 30 casos/100.000), riesgo medio (5-25) y bajo (<5) en las décadas de 1970 y 1980 <sup>5</sup>.

Posteriormente, al repetirse los estudios y realizar otros más detallados, se ha podido apreciar aumentos muy llamativos de las tasas de prevalencia, definiéndose estas zonas de riesgo en  $>100$ ,  $100-50$ ,  $<50$  <sup>6</sup>.

En Europa, Estados Unidos y Canadá se han descrito prevalencias elevadas; en África, Asia y América del Sur, la enfermedad es infrecuente, aunque los estudios de que se dispone son aún escasos.



*Imagen 1: Prevalencia de la EM por 100.000 habitantes <sup>7</sup>.*

En España se han publicado 30 estudios de prevalencia, y se distinguen claramente dos periodos: uno, de 1968 a 1991, con tasas de prevalencia que oscilaban de 5 a 23 casos/100.000, y otro, de 1994 a 1999, con tasas de prevalencia que han oscilado de 32 a 65 casos/100.000. Estudios posteriores al año 2000 han mostrado cifras aún más elevadas, alrededor de 70-80 casos/100.000 <sup>8</sup>. La federación *Esclerosis Múltiple España* calcula que la prevalencia de afectados en el país se sitúa alrededor de los 47.000 casos. Las mismas cifras indican que el 70% de las pacientes son mujeres y el 30% restante son hombres. En Europa hay diagnosticados unos 600.000 casos y 2.500.000 a nivel mundial <sup>9</sup>.

### 2.1.3 Etiopatogenia

Como es bien conocido la EM es una enfermedad inflamatoria-desmielinizante, crónica y multifocal, del SNC. Las lesiones se denominan placas y en ellas se aprecia, en general, una afectación de la mielina con relativa preservación de los axones, aunque también están afectados en grado variable, y una reacción glial cicatricial.

Parece que en su etiopatogenia están implicados varios factores que interaccionarían entre sí para causar y perpetuar la enfermedad. La hipótesis más aceptada es que a partir de una determinada predisposición genética, sobre la que actuarían factores ambientales y agentes virales, se originaría un estímulo antigénico nocivo responsable de una respuesta inmunológica anormal contra constituyentes propios del SNC. Así pues, podemos resumir la existencia de factores genéticos, ambientales e inmunológicos. Por lo tanto, la EM tiene una etiología multifactorial y patogenia diversa; parece evidente que la fase final que ocasiona el daño tisular, es de naturaleza inmunológica, pero pueden ser muy distintos los factores que influyen en su inducción y en su mantenimiento. En la enfermedad habría que diferenciar una susceptibilidad del individuo, una causa única o múltiple hasta ahora desconocida, unos factores precipitantes, otros protectores, mecanismos distintos de desencadenamiento de la lesión y de perpetuación del daño, con una consecuencia final en la vida del individuo que oscila desde un proceso muy benigno con escasas manifestaciones clínicas relevantes, hasta una enfermedad aguda de curso fulminante y mortal. En su conjunto representa la causa más frecuente y duradera de incapacidad neurológica en adultos jóvenes<sup>10</sup>.

### 2.1.4 Anatomía patológica

Las lesiones suelen ser múltiples y están distribuidas por todo el sistema nervioso central (SNC); característicamente tienen distribución perivenular y se localizan más frecuentemente en la sustancia blanca periventricular y subpial. Las placas de desmielinización son de dos tipos dependiendo de la actividad de la enfermedad. En las que se reconoce la lesión aguda, el fenómeno patológico fundamental es la inflamación. Por el contrario, la lesión crónica destaca por una desmielinización franca que progresivamente se acompaña de degeneración axonal y de gliosis. Las placas desmielinizadas son lesiones que se caracterizan por una pérdida de mielina, con axones

relativamente preservados y cicatrices en los astrocitos. Tienen especial afinidad por los nervios ópticos, la sustancia blanca periventricular del cerebro, cerebelo y de la médula espinal. Se presentan con una morfología frecuentemente de tipo redondeado y oval, aunque a menudo presentan formas alargadas (conocidas como dedos de Dawson) que llegan a infiltrar vasos sanguíneos medianos y pequeños. Básicamente estas lesiones se componen de linfocitos y macrófagos y la identificación de los productos de degradación de la mielina en macrófagos es el método de mayor fiabilidad para identificar lesiones activas. Incluso en lesiones crónicas se han llegado a encontrar células precursoras de oligodendrocitos. Los síntomas precoces de la EM son producidos por la desmielinización. La recuperación se basa en la resolución del edema inflamatorio lo que provoca como consecuencia una remielinización parcial, que se ha dado en denominar como "placas sombra", constituidas por finas vainas de mielina. En cuanto al daño de los axones no se conoce realmente cómo ocurre <sup>11</sup>.

### 2.1.5 Clínica

La EM es una entidad clínico-patológica de etiología desconocida, en la que están implicados distintos mecanismos patogénicos: autoinmunidad, inflamación y degeneración. El protagonismo de cada uno de ellos y el momento de su máxima participación son distintos en cada paciente, que además posee también un particular potencial neurorreparador. Todos estos hechos condicionan que la EM tenga una semiología clínica polimorfa y un curso evolutivo muy poco predecible.

**1.- Comienzo: Síndrome desmielinizante aislado** → Cuando hablamos de EM, el término brote (recaída) hace alusión a un déficit neurológico focal, propiciado por una lesión desmielinizante que dura al menos 24 horas. Todos los déficits que se presentan dentro del plazo de un mes se consideran un mismo brote. Según la funcionalidad del sistema afectado, se distinguen los brotes eferentes (motores, ataxia) de los aferentes (sensitivos, visuales) <sup>12</sup>.

El primer brote de EM se conoce como síndrome clínico aislado o síndrome desmielinizante aislado (SDA) <sup>10</sup>. En la serie de Ontario, el síntoma de presentación más frecuente fue el sensitivo (46,5%), seguido de la neuritis óptica (22,9%), diplopía y/o vértigo (17,6%), ataxia y/o inestabilidad (13,7%) <sup>13</sup>.

**2.- Semiología clínica en el curso de la enfermedad** → El enfermo puede presentar cualquier síntoma de disfunción del sistema nervioso central (SNC) y, en casos excepcionales, también del sistema nervioso periférico (SNP). En el periodo de estado, la semiología de disfunción visual, motora, sensitiva, del tronco cerebral y del cerebelo dominan el cuadro clínico.

<i>Síntomas</i>	<i>Al inicio (%)</i>	<i>Durante el curso (%)</i>
<i>Visual/oculomotor</i>	<i>49</i>	<i>100</i>
<i>Paresia</i>	<i>42</i>	<i>88</i>
<i>Parestesias</i>	<i>41</i>	<i>87</i>
<i>Incoordinación</i>	<i>23</i>	<i>82</i>
<i>Genitourinario/intestinal</i>	<i>10</i>	<i>63</i>
<i>Cerebral</i>	<i>4</i>	<i>39</i>

*Tabla 1: Síntomas más frecuentes al inicio y durante el curso de la enfermedad.*

2.1. Disfunción cortical: Las crisis comiciales y los cuadros de afasia y apraxia, agnosia suelen ser raros. Este tipo de síntomas deben constituir un fenómeno de alerta para pensar en otras complicaciones.

#### 2.2 Trastornos neurooftalmológicos:

2.2.1 Neuritis óptica: En la mayoría de los casos se presenta con dolor en un ojo que se incrementa al moverlo y suele preceder a la disminución de la agudeza visual.

2.2.2 Periflebitis retiniana, pars planitis y uveítis.

2.2.3 Afectación de las vías visuales después del nervio óptico.

2.2.4 Afectación de la motilidad ocular.

2.3 Trastornos motores: Derivan fundamentalmente de la afectación del haz corticoespinal (lesión de motoneurona superior) y pueden tener distintas distribuciones (monoparesia, hemiparesia o paraparesia). Principalmente la debilidad; se acompaña de

espasticidad y espasmos flexores o extensores, hiperreflexia, clonus y signo de Babinski. Pueden existir amiotrofia y arreflexia (signos de lesión de segunda neurona).

2.4 Trastornos sensitivos: Los síntomas sensitivos referidos son muy variados: hipoestesia, hiperestesia, disestesia térmica y dolor neuropático con hiperpatía (disminución del umbral algésico) y alodinia (un estímulo no doloroso genera dolor). La EM se asocia con frecuencia a un síndrome fibromiálgico.

2.5 Disfunción del tronco cerebral: Además de los trastornos oculomotores, en la afectación del tronco cerebral por lesiones desmielinizantes pueden producirse afectación de las vías vestibulares (vértigo y nistagmus), auditivas (hipoacusia y tinnitus), parálisis facial tanto supranuclear como periférica, afectación trigeminal (en forma de hipoestesia, con o sin neuralgia) y afectación del gusto. También: mioquimia facial (movimientos ondulantes en un lado de la cara), espasmo hemifacial, temblor tipo Holmes, disfagia, disartria.

2.6 Disfunción del cerebelo y vías cerebelosas: Ataxia de línea media, disartria con palabra escandida, nistagmo, disimetría apendicular, vértigo. Por su amplio número de conexiones aferentes y eferentes, el cerebelo es un órgano clave en la EM y su disfunción mantiene una estrecha relación con la discapacidad funcional del paciente.

2.7 Afectación medular: Cuadros parciales en forma de síndrome de Brown-Séquard (hemilesión medular), también los síndromes de cono medular y el síndrome cordonal posterior.

2.8 Síntomas paroxísticos: Numerosos son los síntomas de carácter breve y transitorio (no deben considerarse brotes). Cabe destacar las crisis tónicas, el signo de Lhermitte, la neuralgia del trigémino y del glossofaríngeo y otros dolores en extremidades, la ataxia, disartria y diplopía, la aquinesia, distonía y las disquinesias paroxísticas<sup>12</sup>.

2.9 Fatiga: Una sensación de cansancio físico y mental, no proporcionado al ejercicio físico y trabajo intelectual realizado, constituye una queja frecuente, presente en dos tercios de los pacientes con EM<sup>14</sup>. Suele ser más intensa en las primeras horas de la tarde, y en la mayoría de los casos, empeora con el calor.

2.10 Trastorno del sueño: Somnolencia diurna.

2.11 Trastornos de los esfínteres y disfunción sexual: Los síntomas de disfunción del control de la micción, en forma de urgencia, incontinencia y retención urinaria, son relativamente frecuentes en la EM, sobre todo en mujeres. El estreñimiento afecta a más de la mitad de los pacientes. Los trastornos de la función sexual, en el varón la impotencia y dificultades para la eyaculación y el orgasmo, en las mujeres la pérdida de la libido y la capacidad para alcanzar el orgasmo. En esta problemática de la función sexual, influyen la espasticidad y la fatiga, además del importante papel de factores psicológicos.

2.12 Alteraciones cognitivas y psiquiátricas: La función cognitiva se altera en al menos el 50% de los pacientes con EM, y según algunos estudios, a lo largo de la evolución de la enfermedad puede llegar al 64% en fases muy precoces de la misma si se utilizan pruebas suficientemente sensibles. Muchos pacientes no tendrán déficits cognitivos o serán mínimos; un pequeño porcentaje, menos del 10%, presentarán una demencia importante, que afectará a múltiples áreas cognitivas, mientras que otros pacientes presentarán déficit aislados en algunas áreas cognitivas. Déficit de atención, deterioro de la memoria, alteraciones del razonamiento abstracto y procesado lento de la información son las alteraciones capitales. La depresión es frecuente (riesgo del 50% de depresión mayor)<sup>15</sup>.

### 2.1.6 Formas evolutivas

El 80 - 90% de los pacientes presentan un curso caracterizado por la aparición de episodios / brotes de disfunción neurológica más o menos reversibles que a medida que se repiten van dejando secuelas (**remitente - recurrente**), de los cuales aproximadamente un 40 % desarrolla una forma progresiva a los 6 – 10 años de evolución, cifra que aumenta al 58% entre los 11 – 15 años de evolución. Tras 10 años de evolución, un 50 % de los pacientes pasa a un curso de incremento progresivo de discapacidad no relacionado con los brotes (**progresivo secundario**). Un 10 – 15% de los afectados presenta un curso progresivo desde principio (**progresivo primaria**) y menos de un 5 % puede presentar exacerbaciones ocasionales, tras un curso inicial progresivo (**progresivo recurrente**). Existe una serie de factores que se consideran desencadenantes del comienzo de la enfermedad o de la recurrencia de los brotes, como: embarazo, punción lumbar, vacunación, estrés emocional, traumatismos, intervenciones quirúrgicas, cansancio o calor<sup>16</sup>.

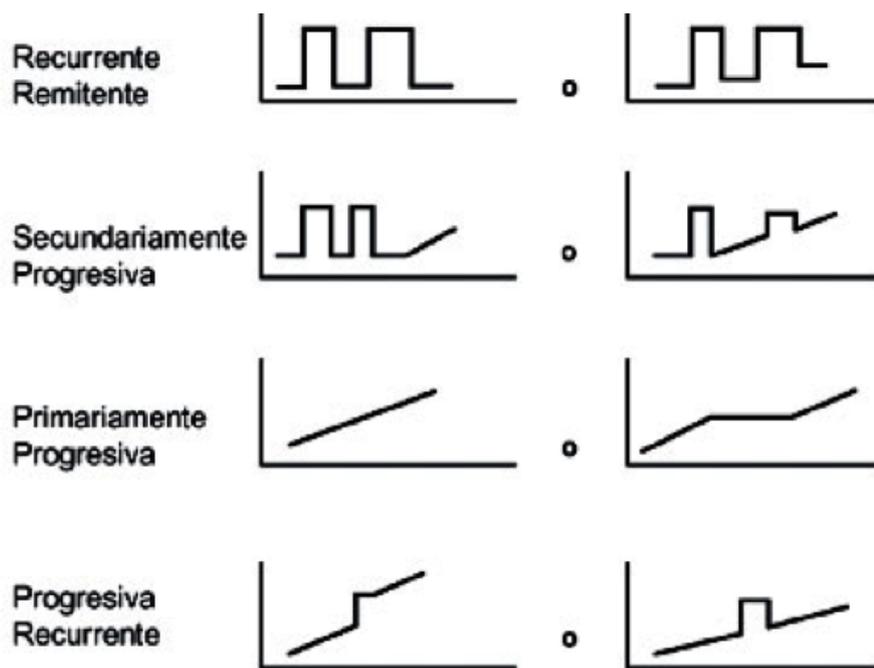


Imagen 2: Tipos de EM <sup>17</sup>.

### 2.1.7 Diagnóstico

El diagnóstico de la EM es clínico puesto que no hay una prueba de laboratorio confirmatoria. Se basa en:

- I. Demostrar la existencia de lesiones dispersas en el espacio en la sustancia blanca del SNC (mediante la anamnesis, o la exploración clínica o paraclínica: RM o potenciales evocados) y dispersas en el tiempo (aparecen a lo largo del tiempo y no de manera simultánea).
- II. Descartar para las lesiones otros posibles diagnósticos. No toda lesión múltiple y regresiva del SNC es una EM <sup>4</sup>.

Métodos diagnósticos: Los métodos utilizados en el diagnóstico de EM son:

- Resonancia magnética (RM): Es la técnica más sensible (sensibilidad próxima al 100% para detectar lesiones desmielinizantes características de la EM; permite demostrar la diseminación espacial y temporal que caracteriza a la enfermedad así como descartar otros procesos inflamatorios, vasculares o tumorales que inicialmente pudieran comportarse como una EM).

- Examen de líquido cefalorraquídeo (LCR): Los hallazgos encontrados en el LCR permiten asegurar que los síntomas de los pacientes con EM o las lesiones encontradas en la RM son de naturaleza inflamatoria y todos los aspectos del análisis del LCR pueden ayudar a distinguir la EM de otras causas de inflamación sistémica, como vasculitis o infección crónica. Entre los estudios del LCR destacamos el recuento celular, la citología, el cociente de albúmina, la síntesis intratecal de inmunoglobulina G, las bandas oligoclonales de inmunoglobulina M y la proteína 14-3-3.

- Potenciales evocados (PE): Los PE relacionados con estímulos se utilizan para la valoración de la función en algunas vías nerviosas (visual, acústica, somatosensitiva y motora) y proporcionan una medida fiable de la desmielinización. Los más útiles son los PE visuales<sup>18</sup>.

Criterios de diagnóstico: El diagnóstico se basa en los criterios de McDonald (Imagen 3), formulados inicialmente en 2001 y revisados en 2010, que incluyen criterios clínicos y de RM.

Presentación clínica	Datos adicionales necesarios para el diagnóstico
≥ 2 brotes; evidencia clínica objetiva de ≥ 2 lesiones o evidencia clínica objetiva de 1 lesión con evidencia histórica razonable de 1 brote previo.	Ninguna (aconsejable realizar RNM o análisis LCR, si son negativos, valorar otros diagnósticos)
≥ 2 brotes; evidencia clínica objetiva de 1 lesión	Diseminación en el espacio
1 brote; evidencia clínica objetiva de ≥ 2 lesiones	Diseminación en el tiempo
1 brote; evidencia clínica objetiva de 1 lesión (síndrome desmielinizante aislado)	Diseminación en espacio y tiempo
Progresión neurológica insidiosa sugestiva de EM (EMPP)	1 año de progresión de la enfermedad (determinado retrospectiva o prospectivamente) más 2 de los 3 criterios siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evidencia de diseminación en el espacio en el cerebro basada en ≥ 1 lesiones en T2 en las regiones características de EM (periventricular, yuxtacortical, infratentorial).</li> <li>2. Evidencia de diseminación en el espacio en la médula espinal basada en ≥ 2 lesiones en T2 en la médula.</li> <li>3. LCR positivo (presencia de bandas oligoclonales por isoelectroenfoque y/o índice de IgG elevado)</li> </ol>

Se define diseminación en el espacio a aquella demostrada por ≥ 1 lesión en RNM T2 en al menos 2 de 4 regiones típicas de EM en el SNC (periventricular, yuxtacortical, infratentorial o médula espinal); o esperar la aparición de un nuevo brote que comprometa un sitio distinto del SNC. Se define diseminación en el tiempo como aquella con presencia simultánea de lesiones asintomáticas que realzan y que no realzan con gadolinio en cualquier momento; o nueva(s) lesión(es) en T2 y/o que realcen con gadolinio en una RNM de seguimiento independientemente del momento en que se haga en relación a la basal; o esperar un segundo brote.

Imagen 3: Criterios diagnósticos de McDonald para el diagnóstico de EM (año 2010)<sup>19</sup>.

El requerimiento fundamental para el diagnóstico es la demostración objetiva (solo clínica o clínica y radiológica) de la diseminación de las lesiones en el espacio y en el tiempo. Para la definición de un brote, los criterios de McDonald requieren una duración de al menos 24 horas en ausencia de fiebre o infección. Con estos criterios se habla de “EM definida” si se cumplen los criterios y no existe una mejor explicación del cuadro clínico; “posible EM” si se sospecha el diagnóstico pero no se cumplen completamente los criterios y “no EM” si otro diagnóstico explica mejor el cuadro clínico.

Diagnóstico diferencial: Haremos un resumen de los principales diagnósticos diferenciales de la EM.

*- Afecciones clínicamente similares a EM pero con hallazgos diferentes en la RM:*

- Granulomatosis de Wegener
- Enfermedad de Whipple
- Malformación de Arnold Chiari
- Lesión compresiva medular
- Tumor intracraneal
- Déficit de vitamina B12

*- Afecciones similares a la EM en sus manifestaciones clínicas y en los estudios por imágenes:*

- Infección por HIV
- Enfermedad vascular cerebral
- Ataxia espinocerebelosa
- Encefalopatía mitocondrial
- CADASIL

*- Afecciones similares a EM en sus manifestaciones clínicas, los estudios por imágenes y el LCR:*

- Vasculitis

- Enfermedad de Behçet
- Enfermedad de Lyme
- Sarcoidosis
- Infección por HTLV-I
- Amaurosis congénita de Leber
- Encefalitis aguda diseminada

### 2.1.8 Tratamiento

El tratamiento de la EM comprende cuatro aspectos diferentes:

- A) Tratamiento de los síntomas: Hasta ahora ningún tratamiento específico ha logrado curar la enfermedad, es por eso que uno de los pilares fundamentales en el tratamiento de la EM es el manejo sintomático. Los síntomas de la EM pueden dividirse en primarios, que son causados directamente por la desmielinización dentro del cerebro y la médula espinal. Cuando no son tratados de manera adecuada, éstos pueden producir complicaciones llamadas síntomas secundarios, por ejemplo contracturas, escaras u osteoporosis. Los síntomas terciarios son las consecuencias sociales y psicológicas de los primarios y secundarios, como depresión, problemas laborales y de relación, y problemas maritales. Debido a esto el manejo de los síntomas debe ser multidisciplinario e individualizado para permitir una mejor funcionalidad y mejorar la calidad de vida. En el tratamiento sintomático farmacológico debe considerarse: a) iniciar el tratamiento con un solo fármaco, titulando la dosis; b) mejorar la funcionalidad más que un síntoma o signo aislado, y c) cambiar el fármaco sólo tras haber utilizado la dosis máxima tolerada.
- Espasticidad* → afecta aproximadamente al 75% de los pacientes con EM. Principales fármacos: baclofeno, tizanidina, diazepam.
- Temblor* → Principales fármacos: clonazepam, isoniazida.
- Alteraciones vesicales* → cuando el fallo para contener la orina se debe a hiperreflexia del músculo detrusor, el uso de bloqueantes de los receptores muscarínicos como propantelina, oxibutinina o tolterodina pueden abolir la

incontinencia. En pacientes que refieren alta frecuencia miccional nocturna, desmopresina. En casos de asinergia del detrusor, la asociación de anticolinérgicos y cateterismo intermitente.

*Fatiga* → es el síntoma más común de la EM. Entre el 75% y el 95% de las personas con esta enfermedad refieren padecerla y es considerada por más del 50% de ellos como el peor síntoma. El abordaje de la fatiga y su manejo efectivo deberán considerar: a) identificar las causas que pueden producirla o empeorarla (enfermedades concomitantes, drogas, depresión, alteraciones del sueño) y su tratamiento una vez identificadas; b) educación acerca de estrategias para un adecuado manejo de la energía; c) favorecer y estimular la realización de ejercicio físico aeróbico adecuado a cada paciente, y d) manejo farmacológico: amantadina, modafilino, aspirina, 4-aminopiridina.

*Dolor* → se presenta en más de un 64% de los pacientes con EM en algún estadio de la enfermedad. Fármacos: carbamazepina, gabapentina, pregabalina, misoprostol, antidepresivos tricíclicos, nortriptilina o clomipramina<sup>20</sup>.

- B) Tratamiento de los brotes: Tiene por objetivos el reducir la duración de la recidiva, mejorar los síntomas y evitar las complicaciones. Los fármacos más utilizados son los corticoides, que disminuyen la actividad inflamatoria y son eficaces para acortar la duración de las recaídas, aunque no modifican ni las secuelas finales ni el riesgo de un nuevo brote.
- C) Tratamientos modificadores de la evolución: Los medicamentos que se emplean para evitar el avance de la enfermedad son inmunomoduladores o inmunosupresores. Las indicaciones de cada tratamiento varían en función de las formas evolutivas de la EM. Así: a) EM remitente recurrente: interferón-B (existen tres preparados de IFN-B: IFN-B 1b o Betaferon, IFN-B 1a o Avonex, IFN-B 1a o Rebif; Betaferon se administra por vía subcutánea en días alternos, Avonex por vía intramuscular una vez a la semana y Rebif por vía subcutánea tres días a la semana. Se asume que la eficacia de los tres preparados es igual), acetato de glatirámico (Copaxone, administrado por vía subcutánea una vez al día), natalizumab (Tysabri, administrado por perfusión intravenosa una vez cada 28 días. Reduce en un 68% las recaídas y previene en un 83% la aparición de lesiones nuevas o crecientes). b) EM secundaria progresiva: en EEUU y en Europa no está autorizado el uso de Betaferon. Se usa Rebif y mitoxantrona. c) EM primaria progresiva: no se conoce ningún tratamiento que modifique su historia natural<sup>4</sup>.

- D) Tratamiento kinésico: Lo explicaremos más adelante con detalle. Sus objetivos principales deben ser lograr la independencia funcional del paciente y evitar complicaciones secundarias como anquilosis aumento de la espasticidad o formación de calcificaciones heterotópicas<sup>20</sup>.

### 2.1.9 Evolución y pronóstico

La mayoría de los pacientes mejoran, con recidivas intermitentes. Las remisiones pueden resolverse con una recuperación de la situación basal, pero es frecuente la acumulación de déficits neurológicos fijos.

Los pacientes pueden presentar una transición desde la forma remitente recurrente de la EM a la forma secundaria progresiva<sup>21</sup>.

La incapacidad de los enfermos con EM se produce habitualmente en relación con las fases progresivas de la enfermedad. Resulta muy difícil establecer un pronóstico individualizado al comienzo de la EM, excepto en las formas PP y PR, en las que habitualmente es malo. El 1% de las EM tienen una evolución “muy maligna”, y en el plazo de meses producen una invalidez muy importante o conducen a la muerte. Una variedad hiperaguda (llamada Marburg o de placas gigantes) puede ser mortal en unas semanas<sup>4</sup>.

Después de 15 años de evolución se considera que el 20% de los pacientes estará limitado a permanecer en cama; el 20% tendrá la necesidad de utilizar asistencia para deambular y el 60% tendrá un déficit mínimo a moderado. Es muy posible que un tercio de los pacientes desarrollen su vida sin discapacidad, sólo con episodios de síntomas transitorios<sup>20</sup>.

Respecto a la mortalidad y supervivencia en EM los estudios realizados sobre este aspecto muestran una supervivencia de 25-35 años desde el diagnóstico. Las causas de muerte más habituales son los procesos infecciosos ligados a la discapacidad que conlleva la enfermedad y también otras patologías no ligadas a la enfermedad como son las neoplasias, el suicidio y el infarto de miocardio, entre otras<sup>22</sup>.

Aunque el curso clínico de la EM es impredecible, hay una serie de características clínicas que han sido relacionadas con el pronóstico:

- A) Sexo → Sexo femenino indicador de buen pronóstico.

- B) Edad de inicio → Inicio a edad precoz indicador de buen pronóstico.
- C) Clínica inicial → Neuritis óptica y clínica sensitiva indicadores de buen pronóstico. Clínica motora y cerebelosa indicadores de mal pronóstico.
- D) Perfil clínico evolutivo → RR buen pronóstico. Resto mal pronóstico.
- E) Intervalo entre los dos primeros brotes → Cuanto mayor sea este intervalo, mejor pronóstico.
- F) Otros factores → Valores bajos del índice de Kurtzke, escasa duración de la clínica inicial y pocos brotes en los primeros años son indicadores de buen pronóstico<sup>23</sup>.

## 2.2 FISIOTERAPIA Y ESCLEROSIS MÚLTIPLE

### 2.2.1 Definición de fisioterapia

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define en 1958 la Fisioterapia como:

*"El arte y la ciencia del tratamiento por medio del ejercicio terapéutico, calor, frío, luz, agua, masaje y electricidad. Además, la Fisioterapia incluye la ejecución de pruebas eléctricas y manuales para determinar el valor de la afectación y fuerza muscular, pruebas para determinar las capacidades funcionales, la amplitud del movimiento articular y medidas de la capacidad vital, así como ayudas diagnósticas para el control de la evolución"*<sup>24</sup>.

A las personas con EM se las remite a menudo a fisioterapia, o la piden ellos mismos, cuando pierden habilidades motoras o la capacidad para realizar actividades funcionales. La actitud del fisioterapeuta hacia la persona con una EM durante sus encuentros iniciales es crucial, ya que establecerá el marco para la relación entre el terapeuta y el paciente y cualquier programa fisioterapéutico posterior. El éxito del tratamiento no debe determinarse en función de si el paciente mejora o no, sino en si consigue el mejor nivel de actividad adecuado a su estilo de vida en cada estadio de la enfermedad, y si se han conseguido los propios objetivos del paciente.

Los planes terapéuticos deben ser flexibles y responder a las necesidades del paciente a medida que cambian con el tiempo. El tratamiento debe englobar no sólo los cambios debidos a la progresión de la EM, sino cambios de vida, como el empleo, el embarazo y el nacimiento de los hijos, su cuidado y el envejecimiento <sup>25</sup>.

La Fundación EM Madrid indica que el objetivo general de la fisioterapia neurológica es mejorar la calidad de vida de la personas con esclerosis múltiple y de sus cuidadores y familia, tratando de prevenir el deterioro o recuperar las capacidades funcionales, manteniendo las mismas el mayor tiempo posible.

El tratamiento de Fisioterapia debe ser constante pero es especialmente importante tras cada brote o empeoramiento y cuando se aplican tratamientos médicos, tales como toxina botulínica u otros que tratan de modular la progresión de la enfermedad, para complementar y alcanzar el mejor nivel funcional lo antes posible.

Los objetivos específicos del tratamiento de fisioterapia se adaptarán a la problemática de cada persona con esclerosis múltiple, pero entre ellos pueden estar:

- Modulación del tono muscular, reduciéndolo si se presenta hipertonía/espasticidad o aumentándolo si se necesita.
- Aumento de la fuerza muscular y el control motor en la musculatura afectada.
- Mejora de la sensibilidad y propiocepción (sensación que tenemos de nuestro propio cuerpo).
- Reentrenamiento del equilibrio y la coordinación.
- Reeducación de la marcha, mejorando su funcionalidad.
- Educación postural para mejorar o prevenir problemas tanto en la personas con esclerosis múltiple como en sus cuidadores.
- Prevención de complicaciones por inmovilidad: contracturas musculares, deformidades, úlceras, alteraciones respiratorias y circulatorias...
- Asesoramiento y entrenamiento en uso de ayudas técnicas: muleta, bastón, andador, órtesis,... <sup>26</sup>

### 2.2.2 Medidas preventivas generales

No hay dos pacientes iguales en sus circunstancias o sus síntomas, así que dos tratamientos no pueden ser iguales. Sin embargo, sea cual fuere el abordaje adoptado, hay ciertos problemas comunes a la mayoría de los pacientes con incapacidad que es posible anticipar y prevenir:

- 1.- Pies en flexión plantar → Para prevenir el acortamiento del tendón de Aquiles.
- 2.- Patrón predominante de extensión y aducción en las extremidades inferiores.
- 3.- Contractura en flexión de la rodilla → Prevenir el acortamiento de los flexores de rodilla.
- 4.- Contracturas en flexión de la cadera → Adoptar una posición en decúbito prono o garantizando una correcta extensión de cadera en la marcha y bipedestación.
- 5.- Columna torácica flexionada → Prevenir la hiper cifosis dorsal con posturas de extensión de columna.
- 6.- Flexión y rotación interna de hombros.
- 7.- Posiciones fijas de la cabeza <sup>27</sup>.

### 2.2.3 Valoración de Fisioterapia en EM

Es de gran importancia hacer una valoración inicial del paciente con EM, que abarque los síntomas principales que refieren estos pacientes: fatiga, síndrome piramidal, síndrome cerebeloso, alteraciones troncoencefálicas, de la sensibilidad, de la marcha, respiratorias, urinarias e intestinales, sexuales, dolor,...

Hay numerosas escalas para evaluar el grado de discapacidad producido por la EM, ninguna de ellas, sin embargo, puede sustituir la imprescindible pregunta al paciente “¿cómo se encuentra?”.

- Escala de disfunción neurológica → Kurtzke desarrolló una escala de disfunción neurológica llamada EDSS (Expanded Disability Status Scale), que puntúa la disfunción de 0 (normal) a 10 (fallecido), con intervalos de 0,50 puntos.

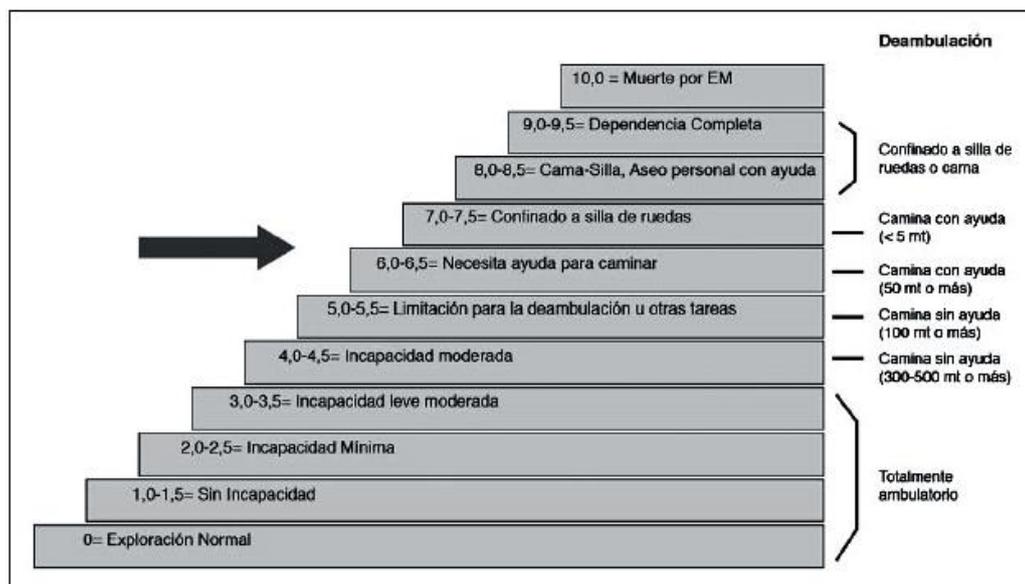


Imagen 4: Esquema escala discapacidad de Kurtzke <sup>29</sup>.

La puntuaci3n se obtiene de la valoraci3n cuantitativa de las alteraciones presentes en lo que denomin3 sistemas funcionales (FS – Functional Systems), para lo que dise1n3 ocho subescalas destinadas a cuantificar los hallazgos de la historia y la exploraci3n neurol3gica en los distintos sistemas funcionales neurol3gicos. La media de progresi3n de la enfermedad en un a1o es de 0,40-0,50 puntos por a1o <sup>28</sup>.

Esta escala es la que m3s nos interesa en nuestro estudio, aunque hay otras valoraciones esenciales que debe hacer el fisioterapeuta cuando se encuentra con un paciente con EM:

- Incapacidad → A trav3s de la escala de incapacidad (ISS – Icapacity Status Scale).
- Escala de paraparesia esp3stica → Valora reflejos osteotendinosos, tono muscular, espasmos y fuerza.
- Escala de s3ntomas cerebelosos → Refleja la ataxia en la marcha, bipedestaci3n, del miembro superior, del miembro inferior, la disdiadococinesia, temblor intencional y la diartria.
- Valoraci3n del equilibrio y la marcha de Tinetti → Su objetivo principal es valorar el riesgo de ca3das.
- Evaluaci3n de la sensibilidad → La valoraci3n de la sensibilidad superficial puede registrarse gr3ficamente en dibujos de siluetas humanas donde indiquemos las partes del

cuerpo que se encuentran afectadas. Valoraremos si se trata de zonas de hipoestesia, anestesia, parestesias,... con objetos de diferente textura, tamaños, temperatura,...

- Valoración de la fatiga → Valorar un síntoma subjetivo como la fatiga en la EM resulta realmente complicado. Podemos ayudarnos de cuestionarios en los que preguntemos al paciente: en qué momentos del día se encuentra más cansado; qué factores observa él que pueden aumentar el cansancio, por ejemplo el calor; si sabe graduar sus energías para realizar las tareas cotidianas e intercalar descansos entre las distintas actividades, etc.

- Actividades de la vida diaria → A través del Índice de Barthel.

- Otras valoraciones → Articular (goniometría), muscular (Kendall, Daniells,...) <sup>28</sup>.

### 2.2.4 Tratamiento de fisioterapia en EM

#### *Técnicas básicas de fisioterapia*

1.- Masoterapia.

2.- Cinesiterapia <sup>30</sup>.

3.- Mecanoterapia → Utilización terapéutica de aparatos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud <sup>31</sup>. Podemos destacar la Jaula de Rocher, la mesa de mano, el plano inclinado, las espalderas, la rueda de hombro, la escalera de dedos y las eslingas, pesas, cinchas,...

4.- Electroterapia.

5.- Hidroterapia.

6.- Termoterapia y crioterapia.

7.- Estiramientos.

8.- Técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva → Técnicas utilizadas con el fin de obtener respuestas del sistema neuromuscular a partir de la estimulación de los propioceptores orgánicos. Las más importantes son el método Kabat (facilitación) y el método Bobath (inhibición y facilitación) <sup>30</sup>.

9.- Técnicas de relajación → Los distintos procedimientos de relajación se dividen en: técnicas de relajación física (relajación progresiva o diferencial y control de la respiración), técnicas de relajación mental y focalización de la atención (entreamiento autógeno, imaginación, meditación y yoga) y técnicas de biofeedback <sup>32</sup>.

10.- Fisioterapia respiratoria.

#### *Tratamiento de fisioterapia en los principales síntomas de la EM*

La rehabilitación ha sido propuesta como un modo ideal de combatir la debilidad muscular y la fatiga y es de los pocos tratamientos que se pueden considerar como efectivos, a la vez que carece de efectos secundarios. El objetivo del tratamiento rehabilitador en la EM debe consistir en maximizar la independencia física, psíquica-emocional y social de cada paciente y junto con otras alternativas terapéuticas disponibles para tratar la enfermedad debe ser considerada una intervención que complementa al resto y de la que todo paciente, independientemente de su forma clínica y condición, puede beneficiarse. La actividad física en pacientes con EM compensa las pérdidas funcionales (discapacidad), ayuda a recuperar la autonomía e independencia y proporciona beneficios psicosociales <sup>33</sup>.

**Fatiga** → Es el síntoma que padecen más frecuentemente los afectados de EM, y se define como la carencia subjetiva de la energía física y mental, que es percibida como interferencia en la realización de actividades. Entre el 75-95% de los pacientes experimenta fatiga, y en el 50-60% de los casos es el peor de sus problemas. De hecho, la fatiga es el síntoma que más interfiere con las actividades de la vida diaria y la primera causa de abandono del trabajo. No sólo exacerba el deterioro y la discapacidad, sino que también está íntimamente relacionada con la percepción del control del individuo sobre la enfermedad, con su salud mental, y ocasiona un importante impacto sobre su calidad de vida <sup>34</sup>.

Podemos diferenciar cuatro categorías de fatiga producidas por la EM:

- Fatiga normal: Ocurre tanto si se sufre EM como si no. Se produce después de una actividad física; los pacientes con EM experimentan este tipo de fatiga más frecuente y más rápidamente.

- Fatiga neuromuscular: Causada por la ineficacia conductiva de los nervios. En determinadas ocasiones, como el aumento de la temperatura corporal, las fibras nerviosas

desmielinizadas dejan de conducir los impulsos de forma eficaz. La fatiga de media tarde, después de comer, que muchos pacientes con EM presentan, puede estar relacionada con una elevación de la temperatura corporal. Los periodos de descanso son beneficiosos para esta fatiga cortocircuitante.

- Depresión: Es común en la EM y a menudo va acompañada de insomnio, falta de apetito, comportamiento depresivo y fatiga, pues afecta a los niveles de energía del paciente. Se traduce en cansancio durante todo el día.

- Lاسitud: Es un cansancio abrumador que surge sin razón aparente. Se piensa que se debe a desequilibrios bioquímicos del cerebro.

Un aspecto importante es que la fatiga no está relacionada con las recaídas y no causa un empeoramiento de la enfermedad ni un incremento permanente de la discapacidad.

Técnicas de tratamiento:

- Técnicas de relajación: La relajación progresiva (aprender a relajar los músculos para disminuir la tensión), la autorrelajación de J.H. Schultz (entrenamiento autógeno. Muy efectivo en la reducción del estrés), la eutonía de Gerda Alexander (conseguir el grado óptimo de tensión muscular. Muy indicada en EM).

- Fisioterapia respiratoria: Respiraciones diafragmáticas. Se realizan aisladas o combinadas con técnicas del apartado anterior.

- Planificación de actividades de la vida diaria: Graduar las energías es de suma importancia. Se enseña al paciente técnicas de ahorro energético corporal, introduciendo periodos de descanso a lo largo del día.

- Programa de ejercicio físico: Se planifica un programa equilibrado de ejercicio físico adaptado a su capacidad, sin fatigarse, evitando un exceso de la temperatura corporal e intercalando periodos de descanso.

- Educación sanitaria: Evitar baños calientes, temperaturas altas, ejercicio excesivo, comidas copiosas, tabaco, seguir una dieta adecuada y reducir su peso si es excesivo <sup>35</sup>.

**Síndrome piramidal** → Se refiere a un grupo de trastornos motores y reflejos cuando se daña la vía motora principal. El síndrome asocia déficit motor central (parálisis, paresia y falta de movilidad), desaparición de ciertas formas elaboradas de reflectividad (reflejos cutáneos abdominales, cremastérico, cutáneo plantar en flexión, del velo), hipertonía espástica (espasticidad), exageración de los reflejos osteotendinosos, signo de Babinski y reflejos de defensa que son reflejos primitivos liberados, sincinesias.

La característica principal es la espasticidad, que resulta de una hiperactividad de los reflejos miotáticos y predomina sobre los músculos antigravitatorios; en los miembros inferiores en la musculatura extensora y en miembros superiores en la flexora. Se exagera con la bipedestación y la actividad voluntaria. No es constante, se ve afectada por la temperatura, el dolor, esfuerzo, excitación, estrés, miedo, cambios de posición,... se manifiesta en patrones típicos que afectan globalmente a un miembro, a un hemicuerpo o al cuerpo entero; no se va a limitar a un grupo muscular <sup>36</sup>. Limita la actividad motora en mayor o menor grado. Existe también una incoordinación entre los músculos sinérgicos o un fallo de relajación de los antagonistas. Desde el punto de vista exploratorio se caracteriza por hipertonía de los movimientos pasivos (velocidad-dependientes) de las articulaciones e hiperreflexia. Puede asociarse o no debilidad, falta de destreza, incapacidad para producir movimientos aislados, o espasmos musculares dolorosos. En casos graves puede complicarse con úlceras cutáneas, contracturas fibrosas y dificultades para la higiene personal y la sedestación <sup>37</sup>.

Los objetivos de la fisioterapia para este síndrome serán: inhibición de la espasticidad, facilitación del movimiento normal, reeducación muscular, reeducación funcional, lucha contra las sincinesias y contra las deformidades.

Técnicas de tratamiento:

- Tratamiento de la espasticidad: movilizaciones pasivas (deberán ser lentas y prolongadas), posturas antagonistas de la espasticidad, crioterapia (aproximadamente durante 20 minutos), estiramientos de la musculatura espástica, ejercicios respiratorios. Aunque el principal objetivo fisioterápico es inhibir la espasticidad, funcionalmente esto no siempre es lo correcto; en algunos casos un poco de espasticidad nos sirve a la hora de mantener la bipedestación y la marcha.

- Reeducción muscular: Buscamos potenciar y mantener el tono muscular sin aumentar la espasticidad. Utilizamos movilizaciones, supensoterapia y poleoterapia, masoterapia y estiramientos.

- Reeducción funcional: Tiene como objetivo una contracción de todos los músculos de una cadena cinética. Técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (Kabat, Bobath), utilización de patrones funcionales globales que forman parte de AVD y si es necesario se utilizarán ayudas técnicas y se entrenará al paciente en su uso. En términos generales en miembros inferiores reeducaremos el equilibrio, la estática y la marcha y en miembros superiores la motricidad fina y la prensión <sup>36</sup>.

**Síndrome cerebeloso** → El cerebelo se encarga principalmente de la coordinación de los movimientos y el mantenimiento del equilibrio <sup>38</sup>. Las manifestaciones del déficit cerebeloso son: Alteraciones de la estática y de la marcha (ataxia cerebelosa, producida por la pérdida de armonía entre los agonistas y los antagonistas. Aumento de la base de sustentación, brazos en abducción y desviación lateral), disimetría, adiadococinesia, asinergia, hipotonía, discronometría, trastornos del habla y la escritura (habla monótona y lenta, entrecortada, y escritura con letras de gran tamaño) <sup>39</sup>. También se presenta un temblor intencional, de gran amplitud que se acentúa a medida que se desarrolla el gesto; no aparece en reposo ni durante el sueño.

Técnicas de tratamiento:

- Ejercicios contra-resistencia: Ayudan a la estabilización de los miembros.
- Kabat
- Fortalecimiento y coordinación a través de patrones funcionales.
- Diagonales en forma de inversiones lentas contra-resistencia.
- Método Frenkel: Ejercicios de coordinación que utilizan el sistema ocular y artroquinético.
- Reeducción de la marcha.
- Ayudas técnicas: Si el síndrome cerebeloso no está presente en MMSS se pueden usar muletas simples o de trípode; si está presente en un MS se usará el andador o una

silla de ruedas, con la posibilidad de colocar un lastre en MS afectado para disminuir la desviación hacia ese lado <sup>38</sup>.

**Alteraciones troncoencefálicas** → Las placas o lesiones de la sustancia blanca del tronco cerebral pueden originar sintomatología piramidal, cerebelosa y sensitiva. Además, los nervios craneales tienen su origen y la mayor parte de su trayecto en el tronco cerebral, por lo que se pueden alterar total o parcialmente. Entre los síntomas producidos por la alteración de los nervios craneales destacamos: Nervio óptico (II par craneal: Neuritis óptica por inflamación, frecuentemente unilateral, del nervio óptico, suele aparecer en personas jóvenes con EMRR, y disminución del campo visual), nervios oculomotores (motor ocular común, III par, patético, IV par, y motor ocular externo, VI par. Aparecen parálisis de los músculos motores del ojo, diplopía y estrabismo), nervio trigémino (V par craneal: Neuralgia del trigémino y parestesias. Nervio fundamentalmente sensitivo), nervio facial (VII par craneal: Parálisis facial, hiperacusia, hipoestesia y alteraciones del gusto), nervio auditivo (VIII par craneal: Síndrome vestibular central y sordera de origen central, no mejora con audífonos), nervio olfatorio (I par craneal: Anosia y alteraciones de la mucosa respiratoria), nervio espinal (XI par craneal: Alteraciones de trapecios y esternocleidomastoideo), nervio hipogloso (XII par craneal: Alteraciones de la musculatura de la lengua y la faringe) y nervio vago (X par craneal: Alteraciones de la deglución, disfonía, ronquera, y alteraciones viscerales).

#### Técnicas de tratamiento

La base de los ejercicios es la repetición, ya que mandamos información aferente correcta, constante y continua a la corteza cerebral, de forma que ésta la integra.

- Reeducación de la marcha atáxica vestibular
- Ejercicios óculo-motores: fijación de la mirada, seguir objetos móviles,...
- Ejercicios del laberinto: movimientos de la cabeza en todas direcciones, en diferentes posturas. Movimientos de la cabeza con ojos inmóviles. Movimientos del cuerpo con la cabeza estática.
- Hidroterapia: Ejercicios de reeducación vestibular en medio acuático.
- Ejercicios de balanceo del cuerpo.

- Ejercicios de propiocepción: estabilizaciones rítmicas, desequilibrios,...

- Lucha contra la sensación de angustia y miedo al movimiento: Causados por los mareos, vértigos y las alteraciones de la visión <sup>40</sup>.

**Alteraciones de la sensibilidad** → Tanto de la sensibilidad superficial como de la profunda.

- Sensibilidad superficial: Engloba la sensibilidad táctil (protopática y epicrítica) y termoalgésica (térmica y dolorosa). Podemos encontrar: anestesia completa, astereognosia, algias, parestesias y disestesias.

- Sensibilidad profunda: Engloba la sensibilidad consciente e inconsciente. Los síntomas más frecuentes son: alteraciones de las percepciones segmentarias (no reconoce la posición de sus miembros o articulaciones), de la sensibilidad vibratoria y de la sensibilidad propioceptiva (origina una marcha atáxica taloneante típica).

Todos estos déficits se pueden compensar con la vista, al contrario que los del cerebelo.

Técnicas de tratamiento

- Para la sensibilidad superficial: Masaje, cepillos de estimulación, reconocimiento de objetos, temperatura,...

- Para la sensibilidad profunda: Cinesiterapia, concentración en los puntos de apoyo, relajación, ejercicios de esquema corporal, propiocepción. Debemos ir progresando en dificultad: con los ojos cerrados, posturas con menor base de sustentación, plano inestable,... También podemos usar el método Frenkel, Kabat, crioterapia, poleoterapia e hidroterapia <sup>41</sup>.

**Alteraciones de la marcha** → La EM es una enfermedad muy variable, con síntomas y signos muy cambiantes. Por ello, no podemos hablar de un patrón específico de marcha en el sujeto con EM, sino que ésta se verá alterada de manera diferente de un paciente a otro <sup>42</sup>. Los patrones de marcha más comunes son:

- Marcha espástica: Por lesión de la vía piramidal. Piernas en extensión, pies arrastran por el suelo, marcha lenta y fatigante.

- Marcha atáxica: Puede ser cerebelosa (alteración del cerebelo, recibe el nombre de festinante), laberíntica (alteración del sistema vestibular, marcha del borracho) o propioceptiva (alteración de la sensibilidad profunda, marcha taloneante).

#### Técnicas de tratamiento

- Facilitación de la movilidad voluntaria: Normalización del tono, es lo primero que debe hacerse. Kabat, Bobath, cinesiterapia, propiocepción, ejercicios de estabilidad, Frenkel y lastres.

- Reeducción funcional de la marcha: Paralelas, rampa, escaleras, espejo,...

- Ayudas técnicas: Muletas o bastones, andador y silla de ruedas.

- Ortesis: Sobre todo cuando la debilidad predomina sobre la espasticidad <sup>43</sup>.

**Alteraciones respiratorias** → La EM, al tratarse de una enfermedad neuromuscular, a nivel respiratorio se caracteriza por presentar trastorno ventilatorio restrictivo (TVR). Uno de los síntomas más frecuentes de la EM es la fatiga muscular; como toda actividad muscular, la de la musculatura respiratoria conlleva un gasto de energía, es imprescindible una reeducación fisioterápica respiratoria con la finalidad de evitar un gasto energético mayor del necesario.

#### Técnicas de tratamiento para las principales alteraciones respiratorias

- Alteraciones estructurales y musculares → Para ello se utiliza:

- Inspiraciones nasales realizando una respiración diafragmática.

- Practicar respiraciones diafragmáticas en distintas posiciones y posteriormente durante las actividades de la vida diaria.

- Relajación de la musculatura respiratoria accesoria, ya que no es necesaria si el diafragma es funcional.

- Ejercicios de relajación: Jacobson, Schultz, eutonía de Alexander,...

- Cinesiterapia activa y estiramientos de columna cervical.

- Ejercicios de reeducación postural.

- Modificaciones estructurales del tórax, columna vertebral y cinturas pélvica y escapular  
→ Escoliosis, deformidades torácicas, pleurales, pulmonares,... provocan el uso de musculatura accesoria y disminuyen las capacidades y volúmenes pulmonares. Para tratarlo se usan:

- Ventilaciones dirigidas: Llevar el aire inspirado a una zona del pulmón.

- Flexibilización de la parrilla costal y de la columna vertebral.

- Tratamiento específico de patologías asociadas.

- Mantener los recorridos articulares: cinesiterapia, mecanoterapia,...

- Tos ineficaz → Aquella que es irritativa e improductiva, no provoca la salida al exterior de flemas. Para cortar esta tos se puede utilizar la maniobra de Valsalva (consiste en una inspiración nasal moderada, seguida de una apnea todo el tiempo que el paciente aguante, finalizando con una espiración bucal lenta; se repiten todos los pasos 3 ó 4 veces).

- Enseñanza de tos efectiva y productiva.

- Espiraciones forzadas.

- Aspiraciones bronquiales si el paciente no puede expulsar las flemas.

- Tonificación abdominal, evitando siempre la fatiga.

- Alteraciones deglutorias y del habla → El fisioterapeuta colaborará con el logopeda ya que muchos problemas de la voz y el habla son debidos a la disminución de la capacidad vital, alteraciones del tono muscular del cuello, cinturas escapular y pélvica, tronco, diafragma,...

- Incoordinación respiratoria en diferentes actividades funcionales → Practicar la nueva respiración aprendida en las distintas actividades de cada paciente. Es el paso más largo y difícil ya que exige una perfecta automatización de la nueva mecánica respiratoria. En EM la función respiratoria tiene que ser lo más económica posible, teniendo presente lo importante que es el ahorro energético para disminuir la aparición y /o intensidad de la fatiga.

- Contacto con sustancias irritantes → Alcohol, humos, vapores irritantes, polvo,...<sup>44</sup>

**Alteraciones urinarias e intestinales** → Los principales trastornos de la micción son la disuria, urgencia, poliuria, aumento de la frecuencia miccional nocturna, incontinencia, micción débil y retención. Las complicaciones más frecuentes son cálculos en la vejiga y en riñones, infección urinaria e insuficiencia renal.

Mención especial merecen los tipos de vejiga neurogénica:

A) Vejiga espástica → Es la más frecuente en EM y, a la vez, la menos grave. La capacidad vesical está disminuida, se orina muchas veces pero poca cantidad. La micción es inconsciente (la vejiga funciona por el arco reflejo, cuando su capacidad fisiológica está colmada se vacía sin que el cerebro se entere), refleja, periódica y completa (no hay orina residual). Se asocia a urgencia miccional. No se recomienda disminuir la cantidad de líquido ingerido ante este problema; el fisioterapeuta debe controlar la ingesta regular de líquidos, establecer un calendario miccional, trabajar la reflectividad vesical (enseñar al paciente a vaciar su vejiga un poco antes de la hora normal usando: estimulación suprapubiana y percusión-masaje de abdomen o de los órganos genitales).

B) Vejiga disinérgica → Se produce una falta de entendimiento en la secuencia de contracción vesical-relajación esfinteriana. Al comenzar la micción, el esfínter se cierra y ésta se interrumpe, con lo cual queda orina residual que puede producir complicaciones renales (infecciones). Para su tratamiento se usan técnicas de biofeedback, cateterismos intermitentes y tratamiento médico.

Los problemas intestinales más comunes son el estreñimiento y la incontinencia fecal. Para tratar el estreñimiento es importante una dieta rica en fibra, fruta y verdura, la ingesta abundante de líquido, masajes evacuatorios, educación del paciente, actividad física y biofeedback <sup>45</sup>.

**Alteraciones sexuales** → Aunque la disfunción sexual puede ser una manifestación clínica de diversas enfermedades neurológicas, la EM es una de las que con mayor frecuencia lo provocan. Después del diagnóstico de la enfermedad, al menos un 75% de los varones y un 50% de las mujeres los experimentan. Los síntomas más frecuentes son la disfunción eréctil y los trastornos de la eyaculación en el varón, los cambios en la sensibilidad en la región genital y la disminución de la lubricación en mujeres, y la anorgasmia o dificultad para llegar al orgasmo y la disminución de la libido en ambos sexos <sup>46</sup>.

**Dolor** → Es un síntoma infravalorado, pero entre el 55-65% de los pacientes con EM experimenta algún tipo de dolor a lo largo de su enfermedad. Podemos dividirlos en dolores de base neurológica (neuralgia del trigémino, signo de L'hermitte, neuritis óptica, crisis tónicas, calambres o espasmos musculares, parestesias, disestesias y sensaciones de opresión) o dolores musculoesqueléticos (no se deben a causa directa de la desmielinización).

De acuerdo con su perfil temporal lo clasificamos en: Dolor agudo o paroxístico (episodios transitorios de disfunción neurológica, recurrente y estereotipado. Habitualmente duran segundos o escasos minutos y se repiten con alta frecuencia), dolor subagudo y dolor crónico (es el más común en pacientes con EM y lo refieren hasta un 50% de los mismos)<sup>47</sup>.

### 2.2.5 Fisioterapia respiratoria

#### Definición de fisioterapia respiratoria

En 1974, el Comité de Rehabilitación Respiratoria del American College of Chest Physicians definió la rehabilitación respiratoria como “un arte en la práctica médica, dirigido a pacientes con enfermedad respiratoria, por el que se diseña un programa individualizado con el objetivo de que el individuo pueda alcanzar la máxima capacidad funcional posible que le permita su limitación respiratoria. El programa debe ser multidisciplinario. Un diagnóstico adecuado, un tratamiento óptimo, soporte emocional y educación contribuyen a estabilizar o revertir los aspectos tanto fisiológicos como psicopatológicos de la enfermedad pulmonar”<sup>48</sup>.

Como parte de esta rehabilitación respiratoria, se encuentra la fisioterapia respiratoria, que es el término que se utiliza para denominar un grupo de tratamientos diseñados para mejorar la eficiencia respiratoria, promover la expansión de los pulmones, fortalecer los músculos respiratorios y eliminar las secreciones de las vías respiratorias. Su objetivo es ayudar a los pacientes a respirar con más libertad y llevar más oxígeno al organismo<sup>49</sup>.

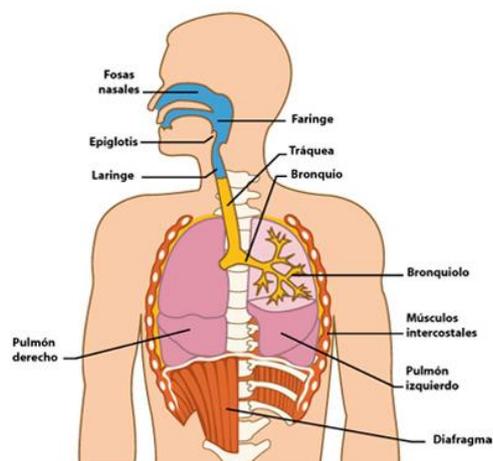
### Estructura y función del aparato respiratorio

El aparato respiratorio está constituido por:

- Vías respiratorias: Conducen el aire del exterior a los pulmones y viceversa. Sus partes principales son: Fosas nasales, faringe (comunicada con la vía respiratoria por la parte anterior y el sistema digestivo por la parte posterior), laringe, tráquea y bronquios (primarios, secundarios o lobulares y terciarios o segmentarios. Esta división termina en los bronquiolos terminales).

- Pulmones: Formados por una serie de tubos rígidos que constituyen el árbol bronquial y un conjunto de cavidades elásticas en fondo de saco, los alveolos, donde se realiza el intercambio gaseoso. Los pulmones se alojan en la cavidad torácica. El espacio mediastínico separa ambos pulmones entre sí y aloja el corazón y los grandes vasos, junto con esófago y tráquea. El pulmón tiene forma de cono, con base cóncava en contacto con el diafragma y vértice superior que sobresale por encima de la clavícula <sup>50</sup>.

Durante la respiración el volumen de la caja torácica va cambiando según tres diámetros: A) El diámetro anteroposterior del tórax aumenta por la elevación de las costillas. B) El diámetro transversal aumenta de dos maneras, una activa y otra pasiva (forma de las costillas y su eje de movimiento). C) El diámetro vertical del tórax aumenta por el descenso del diafragma <sup>51</sup>.



*Imagen 5: Anatomía del aparato respiratorio* <sup>52</sup>.

- Principales músculos respiratorios: En reposo, la inspiración es un fenómeno activo y la espiración es un fenómeno pasivo resultante de la vuelta a un estado de equilibrio entre las fuerzas de expansión torácica y la fuerza de retracción elástica pulmonar. Cuando aumenta la demanda ventilatoria, la inspiración se mantiene activa, pero necesita la incorporación de nuevos músculos (llamados inspiratorios accesorios). La espiración se vuelve activa para aumentar el volumen espirado. Cuando los inspiratorios principales (diafragma, escalenos, intercostales externos y paraesternales) se contraen, producen una expansión torácica. Los músculos abdominales y el triangular del esternón constituyen los músculos espiratorios.

A) Diafragma → Está constituido por el centro frénico, tendinoso y no contráctil, a partir del cual se extienden las fibras musculares que se dirigen hacia abajo y hacia fuera para formar dos porciones bien diferenciadas (costal y vertebral)<sup>53</sup>. Cuando se contrae produce un descenso de la cúpula diafragmática, lo que provoca un aumento de los tres diámetros de la caja torácica con desplazamiento caudal de las estructuras abdominales y aumento de la presión a dicho nivel (expansión de la parrilla costal inferior). En la cavidad pleural se genera una presión negativa, mecanismo que favorece el aumento del volumen inspirado<sup>54</sup>.

B) Escalenos → Actúan expandiendo la parte superior de la caja torácica por elevación de las primeras costillas y del esternón lo que provoca un aumento del diámetro sagital del tórax. Debe considerarse un músculo inspiratorio principal.

C) Intercostales externos y paraesternales → Son también inspiratorios principales. Su contracción permite elevar las primeras costillas y ensanchar la parrilla costal superior. También estabilizan la caja torácica superior ya que, sin ellos, el descenso de la presión pleural en la inspiración supondría una acción espiratoria sobre la parte superior de la caja torácica.

D) Inspiratorios accesorios → Esternocleidomastoideo, pectoral mayor y menor, trapecio superior, serrato mayor y dorsal ancho.

E) Abdominales → Son los músculos espiratorios principales, su contracción desciende las costillas bajas, aumenta la presión abdominal e impulsa las vísceras hacia arriba; esto eleva el diafragma y disminuye los volúmenes pulmonares. Al ser la espiración en reposo un proceso pasivo, los abdominales sólo se contraen ante un

aumento de la demanda espiratoria. También tienen un papel importante en el buen funcionamiento del trabajo diafragmático, ya que existe una actividad tónica de los abdominales a lo largo de la inspiración. Esta contracción aumenta (o disminuye) la presión abdominal que se opone al descenso de la cúpula diafragmática. Esto favorece la expansión y la elevación de la parrilla costal inferior.

F) Triangular del esternón → Es un músculo espiratorio accesorio y entra en acción cuando se habla o se tose <sup>53</sup>.

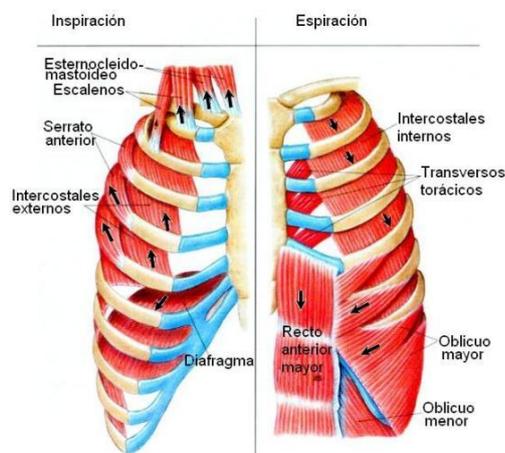


Imagen 6: Músculos que participan en la respiración <sup>51</sup>.

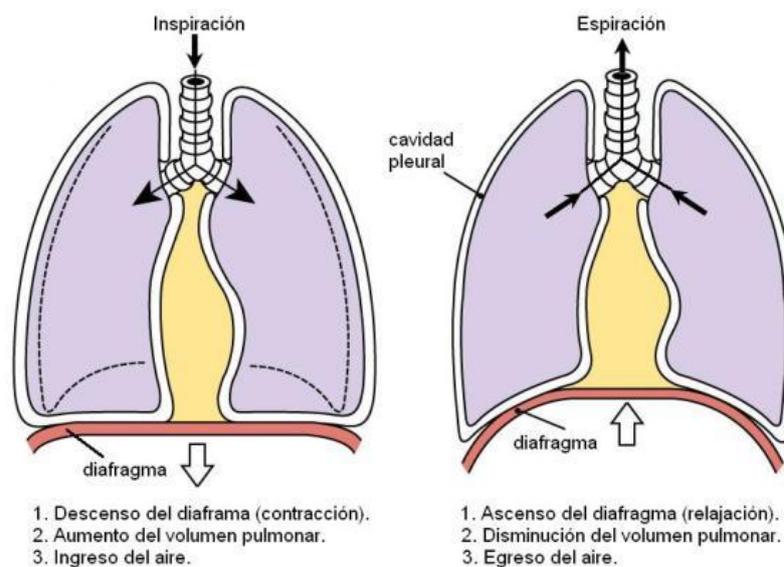


Imagen 7: Mecánica ventilatoria <sup>55</sup>.

- Fisiología de la respiración:

1) Ventilación pulmonar → Consiste en el intercambio de aire entre los pulmones y el aire ambiente. La ventilación total es de 7500 ml/min. Sin embargo, 150 ml del volumen corriente corresponden al espacio muerto anatómico y por tanto no toman parte en el intercambio gaseoso, la ventilación alveolar es de 5250 ml/min.

2) Difusión → El movimiento de gas a través de la barrera aire-líquido (alveolo-capilar) tiene lugar mediante difusión pasiva, es decir, el gas se desplaza a favor de un gradiente de presión.

3) Perfusión → Es proporcionada por la circulación pulmonar y es necesaria para que se produzca la ventilación pulmonar.

4) Ventilación-perfusión → Para que tenga lugar el intercambio gaseoso es necesario que los alveolos reciban aire, que la circulación pulmonar aporte sangre y que los alveolos ventilados sean los que reciben esa sangre (es decir, que la sangre no se distribuya por regiones sin ventilación).

5) Transporte de gases → El oxígeno se combina con la hemoglobina a medida que la sangre pasa a través de los capilares pulmonares, y es transportado por el sistema circulatorio sistémico hasta los tejidos con actividad metabólica, donde se libera con rapidez. A la inversa, el dióxido de carbono es transportado desde los tejidos hasta los pulmones, donde será eliminado hacia la atmósfera.

6) Control de la respiración → Los movimientos respiratorios son iniciados de modo espontáneo por el SNC, las neuronas localizadas en el tronco encefálico generan automáticamente un ciclo de inspiración y espiración. Sin embargo, este ciclo puede ser modificado temporalmente por varios mecanismos. En esencia, existen dos controladores: uno metabólico para cubrir las necesidades básicas corporales, y otro conductual que predomina sobre el metabólico en determinadas circunstancias.

Ciertas neuronas localizadas en dos áreas del tronco del encéfalo (puente y bulbo raquídeo) son responsables del proceso automático de la respiración corriente y constituyen el “controlador” principal de la respiración. En el bulbo se encuentran los “centros respiratorios” que son el centro inspiratorio, el espiratorio, el neumotáxico y el apnéustico.

En la médula se encuentra el centro responsable del ritmo respiratorio. La inspiración ocupa aproximadamente un tercio del tiempo respiratorio total y la espiración los otros dos tercios.

La inervación de las vías aéreas depende por completo del sistema nervioso autónomo. El tracto respiratorio superior, el árbol traqueobronquial y los músculos respiratorios presentan muchos mecanismos reflejos: apnea, estornudo, aspiración nasal, deglución, tos, espiración, de estiramiento, de irritación, de insuflación y desinsuflación moderados y de defensa de las vías aéreas.

Por último, los centros superiores también influyen en el control de la ventilación relacionado con la conducta; el llanto, la risa, el habla, el canto y la deglución forman parte de ese control que tiene lugar en algunas zonas de la corteza cerebral <sup>56</sup>.

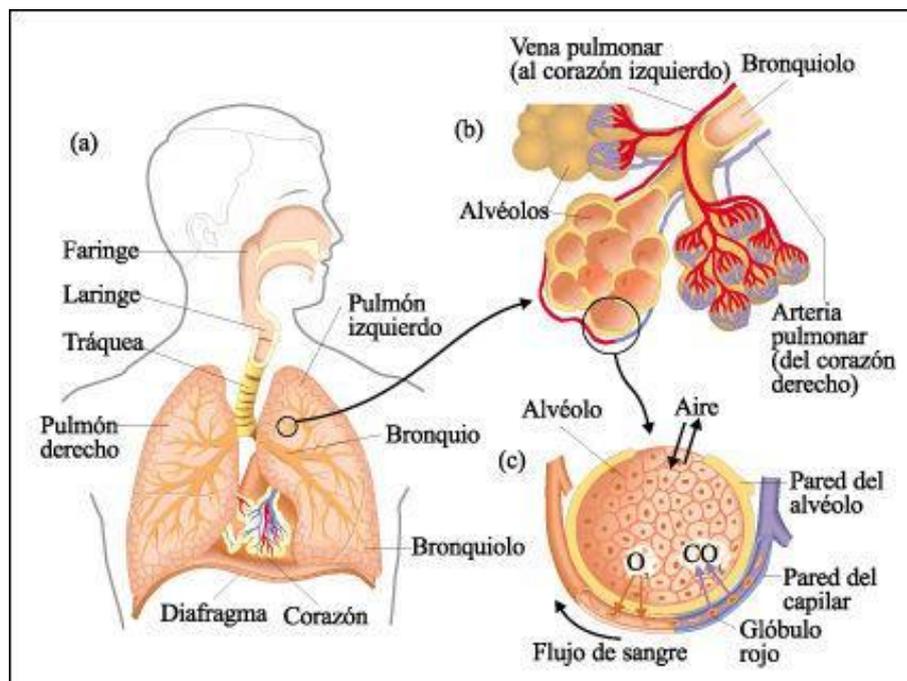


Imagen 8: Fisiología de la ventilación <sup>57</sup>.

### Examen funcional respiratorio

1.- Anamnesis → Se preguntará al paciente a cerca de:

- Hábitos tóxicos: Tabaco, alcohol, consumo de medicamentos, drogas,...
- Antecedentes laborales: Hay numerosas enfermedades respiratorias asociadas a trabajos específicos, asma del panadero, fiebre del heno,...
- Antecedentes familiares.
- Viajes recientes <sup>58</sup>.

2.- Valoración de signos y síntomas → Los más importantes son:

- Disnea: Se define como sensación de dificultad para la respiración, es decir, que la actividad respiratoria se hace consciente y penosa. Es el síntoma más frecuente. A grandes rasgos la podemos clasificar en dos grandes grupos: disnea de esfuerzo o de reposo. Según la posición en que aparezca la disnea, denominamos ortopnea a la que se presenta en decúbito supino, trepopnea en decúbito lateral y platipnea en bipedestación. A parte de determinar si el paciente tiene disnea es importante cuantificarla. Existen dos tipos de escalas de medición: El primero son las indirectas, que miden el impacto de la disnea en las actividades de la vida diaria, que es lo que más le importa al paciente, entre ellas destacan la Medical Research Council, el diagrama de costo de oxígeno, la escala de Mahler y los cuestionarios de calidad de vida como el SCRG (St. George's Respiratory Questionnaire), el CRQ (Chronic Respiratory Questionnaire), el HAD (Hospital Anxiety and Depression score) y el FVC (Forced Vital Capacity). El segundo tipo son las directas, que miden la tolerancia al ejercicio y son más objetivas, como la escala de Borg y la escala visual analógica <sup>59</sup>.

- Tos: Es un mecanismo de defensa de las vías respiratorias que sobreviene en respuesta a la irritación de los receptores químicos y mecánicos de la vía aérea por diferentes estímulos. Es un acto reflejo, aunque también puede ser controlada por la voluntad. La tos puede ser irritativa o ineficaz, seca, persistente y con sensación de quemazón en la vía aérea o productiva o eficaz, que moviliza secreciones y va acompañada de expectoración. La tos irritativa hay que inhibirla, mientras que la tos productiva debe controlarse debido a los efectos negativos de la tos como la broncoconstricción, la disnea y fatiga secundarias, el aumento de la presión intraalveolar y el aumento de la presiones intratorácica e intraabdominal <sup>60</sup>.

- Expectoración: Es la expulsión por la boca de secreciones procedentes de las vías respiratorias y acompaña a la tos o al carraspeo. Con respecto al esputo valoraremos su evolución en el tiempo, la cantidad, las características microscópicas, el olor, el color y la viscosidad.

- Hemoptisis: Es la expulsión por la boca de sangre que viene de las vías aéreas. Generalmente viene precedida de un golpe de tos. Debemos asegurarnos que es una hemoptisis y que la sangre no proviene de las vías aéreas superiores ni del tubo digestivo.

- Dolor torácico: Su origen puede ser pleuropulmonar, cardiovascular, osteomuscular, psíquico y abdominal. Se deberá valorar su localización, irradiación, duración, situaciones que lo desencadenan, que lo calman y que lo agravan<sup>61</sup>.

Los signos que suele presentar el paciente respiratorio son:

- Alteraciones ventilatorias: Del ritmo, de la frecuencia o de la profundidad.

- Utilización de la musculatura accesoria: Es un signo de fatiga inspiratoria.

- Cianosis.

- Incoordinación toracoabdominal: Por fatiga diafragmática se produce una respiración paradójica (aumento del diámetro anteroposterior de la caja torácica y disminución del perímetro abdominal con la inspiración). Su exploración debe realizarse siempre en decúbito supino.

- Acropaquia: Se manifiesta por un cambio del ángulo del lecho ungueal, el cual se hace mayor de 180º, progresivo aumento de la convexidad de las uñas y engrandecimiento de la última falange por proliferación de los tejidos conjuntivos, elásticos y grasos de los dedos de la mano y del pie, adquiriendo el aspecto de “palillos de tambor”.

- Insuficiencia cardíaca derecha: Los signos son ingurgitación yugular, reflujo hepatoyugular y edemas maleolares. También sudores, somnolencia y obnubilación, temblor aleateante, taquicardia, agitación, irritación y trastornos del juicio<sup>62</sup>.

3.- Inspección física →

- Evaluación de la situación psíquica: Se determinará el grado de colaboración del paciente.

- Inspección general: Coloración de la piel (cianótico, pálido, amarillo o enrojecida), presencia de cirugía previa, situación nutricional (paciente obeso presenta dificultad para mover el diafragma), signos de retención hídrica (piernas y tobillos hinchados, manifestación de insuficiencia cardiaca derecha), nariz y cuello.

4.- Examen estático del tórax → Constitucionalmente existen 2 tipos de tórax: largo y cilíndrico o corto y ancho. En el examen se valorará la presencia de aspectos patológicos del tórax<sup>58</sup>.

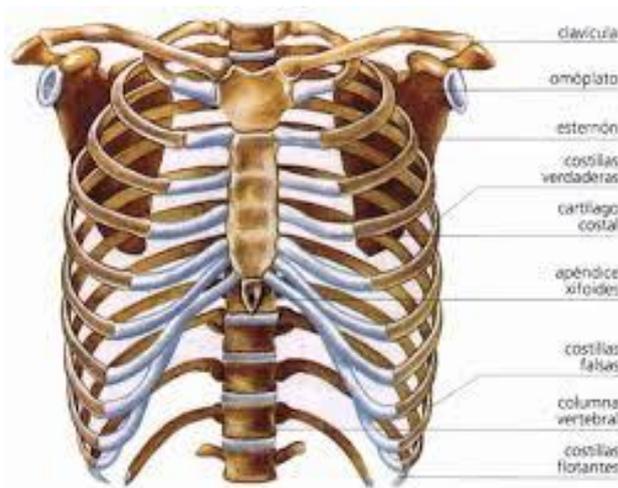


Imagen 9: Parte ósea de la cavidad torácica<sup>63</sup>.

Preferiblemente la exploración debe hacerse con el paciente cómodamente sentado. Normalmente el tórax tiene un diámetro transversal más amplio que el anteroposterior. Cuando se evidencia una equivalencia entre los dos diámetros mencionados por aumento del diámetro AP, puede afirmarse que el paciente presenta “tórax en tonel”. Una variación en la cual el diámetro transversal es menor que el AP, por aplanamiento del primero, se denomina “tórax en quilla”, el cual es el resultado del “pectum carinatum”, deformidad debida a proyección anterior del esternón. Si el esternón se encuentra deprimido, se denomina “pectum excavatum” o “tórax en embudo”.

Otras alteraciones que podemos encontrar son el “tórax escoliótico” resultado de una deformidad de la columna vertebral debida a desviación lateral de ésta, el “tórax cifótico” como consecuencia del aumento de la cifosis dorsal<sup>64</sup>.

5.- Examen dinámico del tórax → Se valorará:

- El tipo de respiración:

- Respiración costal superior
- Respiración diafragmática o abdominal
- Respiración costo-diafragmática <sup>58</sup>

- La frecuencia respiratoria: Sufre variaciones a lo largo de la vida, entre 16 y 22 en el adulto, entre 20 y 30 en niños y entre 30 y 50 en recién nacidos. Estos valores de referencia permiten identificar las alteraciones:

- Taquipnea: Aumento de la frecuencia respiratoria. A mayor aumento de la frecuencia la respiración será más superficial.

- Bradipnea: Disminución de la FR.

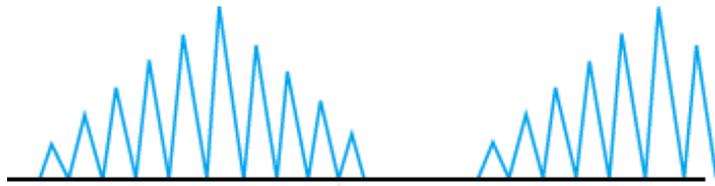
- Apnea: Cese de la ventilación.

- Polipnea o hiperpnea: Aumento de la profundidad de la respiración <sup>64</sup>.

- Hipopnea: Respiración ligera, superficial, de frecuencia inferior.

- El ritmo y el patrón respiratorios: En ausencia de patología, en el ritmo respiratorio normal la fase inspiratoria es más corta que la espiratoria en proporción 3:1. **56** En el varón adulto el patrón es predominantemente abdominal, el abdomen se protruye en la inspiración y se retrae en la espiración, mientras que en la mujer suele ser toracoabdominal. La diferencia se debe probablemente a la presencia del aparato reproductor femenino en la cavidad abdominal, lo que determina una limitación mecánica a la excursión diafragmática. En los niños el patrón tiende a ser combinado, es decir, se presenta movimiento abdominal y torácico en la fase inspiratoria. Las principales alteraciones son:

- Respiración de Cheyne – Stokes: La inspiración va aumentando progresivamente en amplitud y frecuencia y luego disminuye de la misma forma. Posteriormente se presenta un periodo de apnea antes del siguiente periodo de respiración irregular.



Respiración periódica de Cheyne-Stokes

Imagen 10: Respiración de Cheyne-Stokes<sup>63</sup>.

- Respiración de Biot: Respiraciones rápidas, profundas y sin ritmo. Pueden aparecer pausas súbitas entre ellas (apnea).

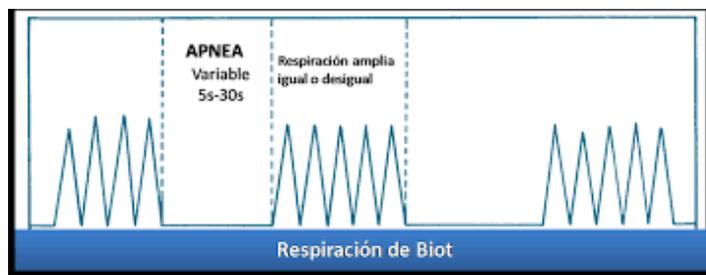
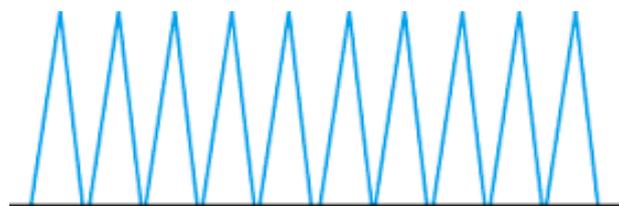


Imagen 11: Respiración de Biot<sup>63</sup>.

- Respiración de Kussmaul: Respiraciones rápidas y profundas sin intervalos.



Respiración acidótica o de Kussmaul

Imagen 12: Respiración de Kussmaul<sup>63</sup>.

- Respiración paradójica: Desincronización entre los movimientos toracoabdominales. Comienza a utilizarse la musculatura accesoria, lo que se puede asociar a tiraje. Se produce un efecto de succión, el que provoca el ascenso anormal del diafragma y la retracción a nivel abdominal<sup>65</sup>.

- Respiración de Ondina: Pérdidas transitorias de la respiración automática.

- Apnea del sueño: Alternancia de periodos de respiración normal con periodos de apnea de más de 15 segundos de duración y en un número mayor a 30 durante las horas de sueño.

- Hipo: La ventilación normal es interrumpida por contracciones bruscas del diafragma, desencadenándose un ruido característico <sup>58</sup>.

#### 6.- Valoración de la movilidad de la caja torácica y la columna vertebral →

- Manual: Se colocan ambas manos sobre el tórax en la zona donde se quiera realizar la exploración con las manos abiertas y los pulgares enfrentados y en contacto. Se invita al paciente a que inspire lenta y profundamente y a continuación a que espire.

- Instrumental: Cintometría y Test de Schoober dorsal <sup>66</sup>.

7.- Auscultación y percusión → La auscultación se realiza a través del fonendoscopio sobre la piel, mientras el paciente respira por la boca. Se recomienda comenzar la auscultación con el paciente en sedestación, en caso de que el paciente no pueda adoptar esta posición, primero realizaremos la auscultación de la cara anterior del tórax en decúbito supino y, posteriormente, posicionaremos al paciente en ambos decúbitos laterales para abordar la cara posterior del tórax <sup>67</sup>.

Los ruidos pulmonares varían también entre las personas, dependiendo de su edad, tamaño, lugar en donde se registre, pero en forma principal según el tipo de flujo aéreo que se genere, ya que los ruidos son flujo-dependiente. Por otra parte, estudios han demostrado que existe una relación entre ventilación y amplitud del sonido pulmonar, observándose disminución en la intensidad del sonido pulmonar en las zonas de disminución en la ventilación. El tamaño corporal determina una influencia en los ruidos respiratorios, los niños tienen una calidad diferente de ruidos pulmonares, lo que se ha atribuido a la transmisión acústica a través de una vía aérea más pequeña, menor parénquima pulmonar y una pared torácica más delgada <sup>68</sup>.

Cuando se ausculta el tórax, se escucha un sonido suave, susurrante y de tonalidad relativamente baja producida por el movimiento de aire a través de las vías aéreas, se denomina murmullo vesicular; cualquier sonido diferente es sugestivo de anormalidad. Podemos diferenciar:

- Sonidos anormales:

- Respiración bronquial: Sonido áspero, soplante y de tonalidad elevada; es normal en la auscultación de laringe y tráquea, pero su presencia en otra parte del tórax es anormal.

- Respiración broncovesicular: Combinación de la respiración bronquial con el murmullo vesicular.

- Respiración disminuida o abolida: Disminución o abolición del murmullo vesicular <sup>64</sup>.

- Ruidos agregados al murmullo vesicular:

- Generados en la vía aérea superior: Situados por encima del ángulo de Louis, se pueden producir ruidos anormales por la compresión y/o estenosis de la vía, siendo el más característico el “*estridor*”, ruido tosco que aparece tanto en inspiración como en espiración.

- Generados en vías aéreas inferiores: En el parénquima pulmonar y la pleura. “*Roncus*”, de baja tonalidad, significativo de secreción mucosa en las vías de gran calibre; se modifica con la tos al expulsar o movilizar secreciones. “*Sibilancias*”, de elevada tonalidad, significativos de estenosis del árbol bronquial, generalmente en vías de pequeño calibre. “*Crepitantes o estertores*”, producido en los sacos alveolares; es audible cuando hay líquido en los alveolos o bronquios finos y cuando es anormal la estructura del intersticio pulmonar. Pueden ser: Estertores secos (ruido tipo velcro, su origen es alveolar y se aprecia en inspiración preferentemente) y estertores húmedos (tonalidad grave, presencia de líquido en alveolo o bronquio fino) <sup>58</sup>.

La percusión permite evaluar la densidad del tejido pulmonar por debajo de la caja torácica, y es útil como complemento a los hallazgos de la auscultación pulmonar o cuando ésta es poco clara. Se realiza situando el dedo corazón de una mano sobre la pared torácica, y golpeando sobre él con el dedo corazón de la otra mano <sup>65</sup>. El movimiento percutor debe provenir de la muñeca y no de los dedos, del codo o del hombro. Para una mejor apreciación, la percusión se realiza en los espacios intercostales.

Con la percusión torácica normal se obtiene un ruido claro, debido a la presencia de aire en el interior del tórax. Es anormal, tanto el aumento excesivo de este ruido, “timpanismo” como una disminución “matidez”<sup>58</sup>.

8.- Pulsioximetría → Es un método no invasivo para medir el porcentaje de saturación de la hemoglobina por el oxígeno (saturación de oxígeno) y la frecuencia cardiaca efectiva. Funciona detectando cualquier lecho vascular arterial pulsátil interpuesto entre ondas de luz y un detector. Un porcentaje de saturación de hemoglobina igual o superior al 90% garantiza por lo general un adecuado aporte de oxígeno a los tejidos<sup>69</sup>.

9.- Determinación de la fuerza de la musculatura respiratoria → De una manera indirecta, la fuerza muscular respiratoria se expresa por la presión inspiratoria o espiratoria medida en la boca, con la vía respiratoria momentáneamente ocluida, durante las maniobras de inspiración o espiración forzadas<sup>70</sup>. A través de un manómetro o transductor de presión se mide la presión espiratoria máxima (PEM) solicitando al paciente un esfuerzo espiratorio máximo partiendo de la capacidad pulmonar total, contra circuito cerrado. Para determinar la presión inspiratoria máxima (PIM) se solicita al paciente un esfuerzo inspiratorio máximo, partiendo del volumen residual contra un circuito cerrado. Se recomienda realizar un mínimo de 6 maniobras técnicamente correctas, con tres de ellas que no difieran +/- 5%. Se toma el valor máximo de estas tres lecturas como valor representativo<sup>69</sup>.

10.- Determinación de la resistencia de la musculatura respiratoria → Se conoce con la prueba de máxima ventilación voluntaria (MVV); esta prueba se realiza con el espirómetro y se expresa en litros/minuto. Es el volumen máximo de aire que el paciente puede ventilar en un minuto. La duración de la maniobra es de 15 segundos, se registra el volumen total de aire movido y se multiplica por 4. También se puede obtener el resultado a partir del valor del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>), pues se ha observado que el valor de la MVV puede predecirse tras multiplicar el valor del FEV<sub>1</sub> por 35 ó 40<sup>66</sup>. Cuando la MVV es desproporcionadamente baja en un paciente que parece cooperador, se debe sospechar una debilidad neuromuscular. La MVV disminuye de forma progresiva al aumentar la debilidad de los músculos respiratorios y puede ser la única alteración de la función pulmonar en los pacientes con una enfermedad neuromuscular moderadamente grave<sup>71</sup>.

11.- Espirometría → Fue introducida por Hutchinson en 1846 como técnica de exploración funcional respiratoria. Es la determinación que permite medir los volúmenes pulmonares y los flujos ventilatorios. Para realizar esta prueba se puede utilizar un espirómetro o un neumotacógrafo.

- Indicaciones de la espirometría:
  - Valoración inicial del paciente con enfermedad pulmonar reconocida.
  - Detección de enfermedades respiratorias subclínicas.
  - Seguimiento del curso de una enfermedad.
  - Estudio de la capacidad laboral.
  - Estudios epidemiológicos.
  - Evaluación pre-operatoria <sup>72</sup>.
- Contraindicaciones de la espirometría:
  - Absolutas: Neumotórax, ángor inestable, desprendimiento de retina.
  - Relativas: Traqueotomía, problemas bucales, hemiplejia facial, náuseas por la boquilla, no comprender la maniobra, estado físico o mental deteriorado <sup>73</sup>.

### Tipos de espirometría

- Espirometría forzada: Se basa en la realización de una espiración con la mayor celeridad y esfuerzo posible, desde la capacidad pulmonar total hasta la situación de no poder expulsar más aire (el único aire que permanece en los pulmones es el volumen residual). Mediante esta técnica se determina la capacidad vital forzada (FVC), el volumen espiratorio máximo en el primer segundo ( $FEV_1$ ), el índice de Tiffeneau ( $FEV_1/VC$ ) y el flujo espiratorio máximo de semiespiración (FEF). Nos sirve para diferenciar alteraciones que cursan con disminución del flujo espiratorio máximo (obstructivas) de alteraciones caracterizadas por una disminución del volumen pulmonar (restrictivas).

- Espirometría simple: Técnica consistente en la realización de una inspiración máxima a partir de una situación de reposo, seguida de una espiración hasta el volumen

residual. A diferencia de la anterior, no se realiza con el máximo esfuerzo y celeridad. Obtenemos los valores de volumen corriente (VT) y capacidad inspiratoria (CI) <sup>72</sup>.

#### *Volúmenes pulmonares estáticos*

- Volumen corriente o volumen tidal (VT): Volumen movilizado en la respiración espontánea tranquila. Aproximadamente 500 mL.

- Volumen de reserva inspiratorio (IRV): Es el aire inspirado con un esfuerzo inspiratorio máximo que excede al volumen corriente.

- Volumen de reserva espiratorio (ERV): Es el volumen expelido por un esfuerzo espiratorio activo, tras una espiración pasiva.

- Capacidad vital (VC): Cantidad de aire que puede ser espirado tras un esfuerzo inspiratorio máximo.  $VC = IRV + ERV$ . La relación  $FEV_1/VC$  constituye el Índice de Tiffeneau.

- Volumen residual (VR): Es el volumen de aire que queda en los pulmones tras una espiración máxima.

- Capacidad residual funcional (CRF): volumen de gas que permanece en el pulmón al término de la espiración normal; representa la suma del volumen residual y volumen de reserva espiratoria.

- Capacidad pulmonar total (CPT): Cantidad de aire que pueden contener los pulmones tras una inspiración forzada.  $CPT = CV + VR$  <sup>71</sup>.

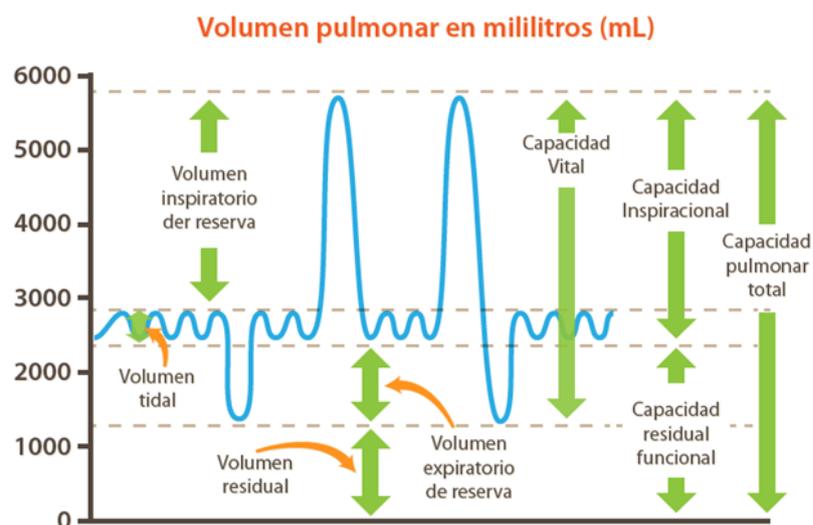


Imagen 13: Esquema de los principales volúmenes pulmonares <sup>74</sup>.

*Volúmenes pulmonares dinámicos*

- Volumen espiratorio máximo en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>): Máxima cantidad de aire que se puede expulsar en el primer segundo de una espiración forzada, tras realizar una inspiración máxima. Es la medida de obstrucción bronquial más utilizada.

- Pico de flujo espiratorio (PEF): Máximo flujo obtenido en una espiración forzada.

- Flujos espiratorios máximos (FEF): Flujos máximos obtenidos en diferentes grados de la capacidad vital en el transcurso de una espiración forzada: FEF<sub>25</sub>, FEF<sub>50</sub>, FEF<sub>75</sub>.

El flujo espiratorio máximo de semiespiración (FEF<sub>25-75</sub>) mide el tiempo necesario para vaciar 2/4 de la capacidad vital <sup>72</sup>. Sirve para reflejar el estado de las pequeñas vías aéreas (las de menos de 2 mm de diámetro), lo que serviría para detectar tempranamente las obstrucciones <sup>73</sup>.

- Capacidad vital forzada (FVC): Máximo volumen espirado en el menor tiempo posible tras una inspiración forzada.

- Volumen inspiratorio máximo en el primer segundo (FIV<sub>1</sub>): Volumen de aire inspirado en el primer segundo de una espiración forzada.

- Flujos inspiratorios máximos: FIF<sub>25</sub>, FIF<sub>50</sub>, FIF<sub>75</sub>.

- Volumen respiratorio por minuto o ventilación minuto (VM): Cantidad de aire movilizado en un minuto.  $VM = VT \times \text{Frecuencia respiratoria}$ .

El análisis de los flujos y de los volúmenes permite diferenciar la patología pulmonar en categorías:

*Alteración ventilatoria obstructiva:* Se evidencia en enfermedades que cursan con aumento de la resistencia de las vías aéreas o disminución de la elasticidad pulmonar: asma, bronquitis, enfisema y obstrucciones localizadas.

FEV <sub>1</sub> /FVC	<70%
FVC	Normal o ↓
FEV <sub>1</sub>	↓ (<80% del valor de referencia)
FEF <sub>25-75</sub>	↓↓ (<60% del valor de referencia)

*Tabla 2: Parámetros espirométricos alteración ventilatoria obstructiva.*

El grado de disfunción se establece sobre la base de la dimensión de la reducción del FEV<sub>1</sub>:

- Intensidad moderada 65% menor o igual FEV<sub>1</sub> < 80% valor de referencia
- Intensidad mediana 45% menor o igual FEV<sub>1</sub> < 65% valor de referencia
- Intensidad grave 30% menor o igual FEV<sub>1</sub> < 45% valor de referencia
- Intensidad muy elevada FEV<sub>1</sub> < 30% valor de referencia

*Alteración ventilatoria restrictiva o no obstructiva:* Lo más particular de este patrón es la disminución del FVC. El FEV<sub>1</sub> y el FEF<sub>25-75</sub> disminuyen de forma paralela al FVC, o se mantienen invariables. El índice de Tiffeneau es normal o está aumentado. Sucede en alteraciones de la pared torácica, de los músculos respiratorios, enfermedades intersticiales y anomalía alveolares o pleurales.

FEV <sub>1</sub> /FVC	Mayor o igual 85%
FVC	↓↓ (<80% del valor de referencia)
FEV <sub>1</sub>	Normal o ↓
FEF <sub>25-75</sub>	Normal o ↓

Tabla 3: Parámetros espirométricos alteración ventilatoria restrictiva.

*Alteración ventilatoria mixta (obstructiva-restrictiva):* Combina las características de las dos anteriores.

FEV <sub>1</sub> /FVC	↓
FVC	↓
FEV <sub>1</sub>	↓
FEF <sub>25-75</sub>	↓

59

Tabla 4: Parámetros espirométricos alteración ventilatoria mixta <sup>59</sup>.

Curvas flujo-volumen: Es una técnica consistente en la realización de una espiración forzada seguida de una inspiración máxima, con el consiguiente registro gráfico de las curvas flujo-volumen inspiratoria y espiratoria.

En la alteración ventilatoria obstructiva, la curva se torna cóncava; la disminución del  $FEF_{25-75}$  permite detectar una afectación de las vías aéreas antes que se produzca la disminución del  $FEV_1$ .

En la alteración ventilatoria restrictiva, la relación flujo-volumen es normal, ya que se produce una disminución de los flujos proporcional a los volúmenes. Es una curva normal en “miniatura” <sup>72</sup>.

En la alteración ventilatoria mixta, la curva flujo-volumen parece una “miniatura”, pero no de la curva normal, si no de la obstructiva.

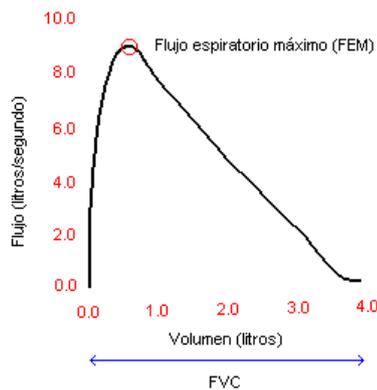


Imagen 14: Curva flujo-volumen normal <sup>73</sup>.

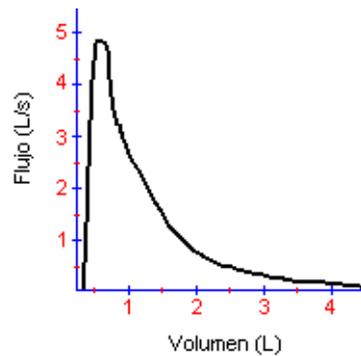


Imagen 15: Curva flujo-volumen patrón obstructivo <sup>73</sup>.

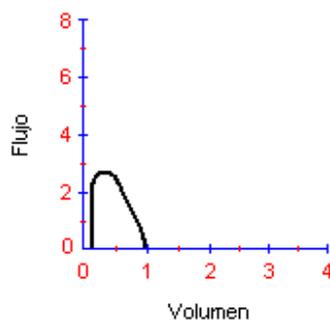


Imagen 16: Curva flujo-volumen patrón restrictivo <sup>73</sup>

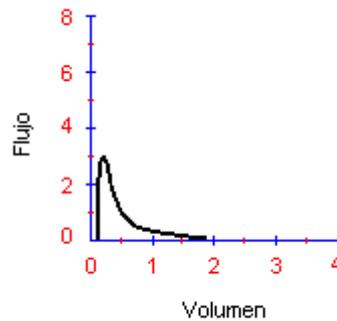


Imagen 17: Curva flujo-volumen patrón mixto <sup>73</sup>

Curvas volumen-tiempo: Relaciona el volumen espirado con el tiempo empleado para la espiración. Son las más intuitivas y las más fáciles de interpretar.

En el patrón ventilatorio obstructivo, la curva volumen-tiempo presenta una pendiente menor que la curva normal, con una espiración más prolongada.

En el patrón ventilatorio restrictivo, se observa una curva normal en “miniatura”, el FEV<sub>1</sub> es bajo, pero como el FVC es igualmente bajo, la relación FEV<sub>1</sub>/FVC permanece dentro de los límites normales.

En el patrón ventilatorio mixto, la morfología de la curva es obstructiva, con todos los valores bajos<sup>73</sup>.

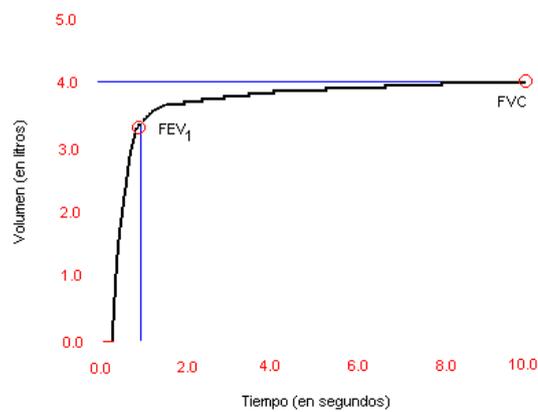


Imagen 18: Curva volumen-tiempo normal<sup>73</sup>.

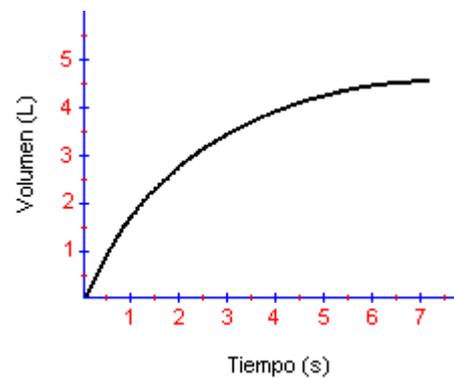


Imagen 19: Curva volumen-tiempo patrón obstructivo<sup>73</sup>.

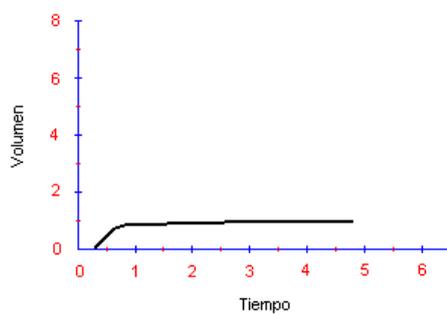


Imagen 20: Curva v-t patrón restrictivo<sup>73</sup>.

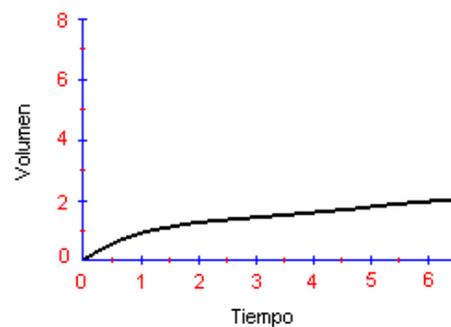


Imagen 21: Curva v-t patrón mixto<sup>73</sup>.

12.- Pruebas de esfuerzo → Estudian la adaptación fisiológica del organismo ante un incremento de la carga muscular externa y contribuyen a diagnosticar al paciente disneico y a valorar el grado de incapacidad o respuesta al tratamiento.

A) Test de los 6-12 minutos marcha (walking test): Consiste en medir la distancia recorrida por un paciente durante 6 ó 12 minutos, al caminar por terreno llano, lo más rápidamente posible. Combinada con pulsioximetría, determinación de la frecuencia cardiaca, de la frecuencia respiratoria y de la disnea antes y al finalizar la prueba permite valorar de manera global el estado cardiovascular, la función neuromuscular y respiratoria, la resistencia y la motivación del paciente.

B) Prueba de paseo de carga progresiva (shuttle walking test): Es una prueba de carácter progresivo e incremental en la que el paciente es llevado al máximo de su capacidad a través de una señal acústica externa; camina alrededor de un circuito oval de 10 metros. La velocidad del paso viene delimitada por una señal acústica en forma de pitidos y aumenta progresivamente. El test finaliza cuando los síntomas del paciente le impiden completar el circuito en el tiempo asignado; lo ideal es que el esfuerzo máximo se alcance a los 10-15 minutos.

C) Prueba de las escaleras: Existen dos métodos: fijar el número de escaleras que el paciente debe subir y bajar analizando el tiempo que tarda o bien fijar un tiempo y evaluar los escalones que el paciente consigue subir y bajar. Durante la prueba se monitoriza la saturación de oxígeno y la frecuencia cardiaca en cada minuto. El test se detiene ante un aumento importante de disnea, dolor en extremidades inferiores o si la saturación de oxígeno cae por debajo del 80% <sup>66</sup>.

13.- Calidad de vida → Se ha demostrado que la rehabilitación en pacientes con EM es muy beneficiosa para lograr mejorías en su estado funcional y que mejora la calidad de vida, en especial la independencia de estos pacientes <sup>75</sup>.

### Técnicas de tratamiento de fisioterapia respiratoria

#### A) Técnicas de higiene bronquial:

- Drenaje postural → Pretende favorecer la eliminación de las secreciones verticalizando los bronquios segmentarios de forma que, por la acción de la gravedad, deriven en la generación bronquial mayor. Los pacientes toleran mal algunas

posiciones por aumento de la dificultad respiratoria, y el tratamiento requiere el mantenimiento de las mismas durante un tiempo que oscila entre 15 y 45 minutos; estos factores provocan una falta de adhesión al tratamiento de algunos pacientes.

- Vibraciones → Consisten en la realización de un movimiento oscilatorio sobre el tórax, efectuado a baja frecuencia, con el fin de alterar o modificar la viscoelasticidad del moco. Se pretende también entrar en resonancia con la batida ciliar (12-15 Hz en sujetos sanos). Para realizarlas, se colocan las manos perpendicularmente al tórax realizando contracciones repetidas de los músculos del antebrazo al final de la espiración.

- Percusiones o clapping → Son golpes breves, de potencia variable, aplicados sobre el tórax. Está cada vez más limitado su uso por la imposibilidad de alcanzar manualmente la frecuencia necesaria para movilizar secreciones (25-35 Hz) y las molestias que puede ocasionar al paciente.

- Técnicas que utilizan aumentos del flujo espiratorio →

1) Técnicas de flujo espiratorio forzado: Estas técnicas, pasivas o activas, tienen en común la compresión dinámica de las vías aéreas.

- Presiones: Consisten en la aplicación de una ayuda espiratoria externa por presión manual sobre la caja torácica y/o abdomen del paciente. Se deben realizar con toda la superficie de la mano, una vez finalizado el tiempo inspiratorio y durante toda la espiración.
- Tos controlada o dirigida: Para realizar una tos efectiva, con el paciente sentado o en decúbito supino incorporado, se guiará una inspiración lenta y profunda, cerraremos la glotis (realizando una maniobra de Valsalva), y solicitaremos uno o dos golpes de tos con contracción activa de la musculatura espiratoria. En accesos de tos irritativa o seca, realizar una inspiración nasal rápida y profunda, mantener unos segundos de apnea y seguidamente inspirar lentamente por la boca<sup>76</sup>.
- Técnica de espiración forzada (huffing) y ciclo activo de técnicas respiratorias: Secuencia de 3-4 respiraciones diafragmáticas a volumen corriente, seguida de 3-4 movimientos de expansión

torácica (inspiración lenta y profunda con espiración pasiva), repitiendo de nuevo los ejercicios de respiración controlada y finalizando con 1-2 espiraciones forzadas con la glotis abierta (huffing) a volumen pulmonar medio o bajo. Se realiza en diferentes posiciones (drenaje postural) o sentado <sup>77</sup>.

- Aumento del flujo espiratorio (AFE): Consiste en una espiración administrada en búsqueda del flujo espiratorio más favorable a la progresión de las secreciones en cada nivel del árbol bronquial. La variación del flujo en varios AFE sucesivos seguirá, así, la progresión de las secreciones. Se describen dos maniobras: Una espiración lenta prolongada (AFE lento), con un flujo espiratorio superior al de una espiración espontánea pero no forzado realizado tras una inspiración moderada, y una espiración más dinámica después de una inspiración amplia (AFE rápido) para la limpieza de las secreciones de los bronquios mayores y de la tráquea. El AFE puede ser totalmente pasivo, en este caso las presiones manuales del fisioterapeuta pueden crear flujos espiratorios suficientes <sup>78</sup>.

2) Técnicas de flujo espiratorio lento: Surgen como respuesta al descubrimiento del movimiento antigraavitatorio de las secreciones bronquiales <sup>79</sup>, la detección de efectos adversos asociados a las técnicas de fisioterapia respiratoria convencional (drenaje postural, clapping, vibraciones) <sup>80</sup> y la limitación de la eficacia clínica de las mismas <sup>81</sup>. Las técnicas espiratorias lentas pretenden mejorar el transporte mucociliar optimizando la interacción gas-líquido (flujo aéreo-superficie del moco). Esto se consigue durante la fase espiratoria, gracias a una reducción parcial del calibre de la vía aérea media y un incremento de la velocidad de paso del aire a través de las secreciones bronquiales. A su vez, para asegurar un correcto transporte mucociliar, se recomienda la apertura completa de la glotis <sup>82</sup>. Por tanto, la aplicación de estas técnicas consigue desplazar progresivamente las secreciones presentes a nivel de la vía aérea media y/o distal hacia generaciones bronquiales más proximales, donde las técnicas espiratorias forzadas servirán de complemento para ayudar al paciente a expulsar sus secreciones del árbol bronquial. Son técnicas que respetan los requerimientos fisiológicos del aparato respiratorio, no son broncorreactivas, y los

pacientes las toleran bien por implicar un menor gasto energético y no fatigar. Estas técnicas modifican el flujo espiratorio sin provocar compresión dinámica de las vías <sup>76</sup>.

- Espiración lenta total con glotis abierta (ELTGOL): Como si hiciera vaho sobre un cristal, desde el volumen corriente al volumen residual, cuya particularidad está en colocar al paciente en decúbito lateral sobre el lado que se pretende limpiar (usar boquilla de cartón para mantener glotis abierta) <sup>78</sup>.
- Drenaje autógeno (DA): Al inicio, la inspiración se realiza lentamente a través de la nariz para conseguir una buena humidificación y calentamiento del aire inspirado. Al final de la inspiración, el paciente contiene la respiración durante 2 ó 3 segundos para permitir que todos los segmentos pulmonares se llenen bien, incluidos los obstruidos. La espiración se realiza con la glotis abierta y la boca abierta, sin fruncir los labios. La técnica consta de tres fases: 1) Desprendimiento periférico de mucosidades (respiración a bajo volumen pulmonar). 2) Acumulación de mucosidades en las vías de gran calibre (respiración a volúmenes medios). 3) Transporte de la mucosidad desde las vías de gran calibre hasta la boca (respiración a volúmenes altos; acompañado de tos ligera) <sup>83</sup>.

- Ayudas instrumentales →

1) Aerosolterapia: Inhalación de un agente terapéutico mediante inhalación de una atmósfera en la que aquél ha sido suspendido en forma de pequeñas partículas de baja velocidad de sedimentación.



*Imagen 22: Aparato de aerosolterapia <sup>84</sup>.*

2) Espirometría incentiva: Consiste en la realización de inspiraciones lentas y profundas que obtienen una hiperinsuflación pulmonar para asegurar la reapertura bronquial. Su objetivo fundamental es la prevención y tratamiento del síndrome restrictivo, atelectasias, secundario a cirugía torácica o abdominal. El espirómetro sirve como elemento de feedback al paciente. Utilización: Se realiza una inspiración lenta y profunda, seguida de una parada respiratoria de 3 a 5 segundos. No es necesario hacer una espiración completa, pero deben ser siempre hasta el mismo volumen para objetivar el volumen total inspirado. Para que el trabajo sea eficaz se necesita un volumen inspiratorio entre 2 y 3 veces del VC. Las sesiones serán de al menos 30 minutos al día.



*Imagen 23: Espirometría incentiva*<sup>84</sup>.

3) Medidor de flujo espiratorio de punta: Instrumento utilizado en la valoración y control de los pacientes asmáticos fundamentalmente, aunque también proporciona información sobre la capacidad tusígena; puede ayudar a realizar higiene bronquial y sirve al paciente de guía y retroalimentación. Protocolo de utilización: Se mide el PEF realizando una espiración forzada máxima tras inspiración profunda a CPT. Se realizan 3 medidas y se selecciona la mayor. Se calcula el 25%, el 50% y el 75% del valor del PEF y se marcan en el aparato. Se realizan varias espiraciones movilizando la flecha hasta el 25% del PEF, para ello las espiraciones serán con flujos lentos y desde bajos volúmenes pulmonares. Se repite el proceso con el 50% del PEF, flujos siguen siendo lentos y volúmenes medios. Se repite con el 75% del PEF, se trabaja con flujos rápidos y forzados y a volúmenes altos. Se finaliza con una espiración al 100% del PEF. Así, se puede conseguir una acción de limpieza en vías distales, medias y proximales<sup>76</sup>.



*Imagen 24: Medidor de flujo espiratorio pico*<sup>84</sup>.

4) Máscara de presión espiratoria positiva (PEP): Este sistema consta de una mascarilla y de una válvula unidireccional en la que pueden fijarse las resistencias espiratorias. Entre ambas puede colocarse un manómetro para determinar con exactitud el nivel de PEP. Se recomienda trabajar a bajas presiones, entre 10 y 20 cmH<sub>2</sub>O. El tratamiento se realiza con el paciente sentado, una sesión consta de unas 10 respiraciones con PEP, seguidas de la tos para expulsar las secreciones que habrá movilizado la PEP<sup>85</sup>.

5) Flutter: Dispositivo que permite aplicar una presión positiva oscilante transmitida de la boca al árbol bronquial durante la espiración. Utilización: “Inspire por la nariz y sople en el aparato, apretando bien los labios para evitar fugas”. El aparato debe estar en posición horizontal y el paciente sentado. El paciente cuando espira hace oscilar una bola de acero que hay en el interior del aparato y provoca las vibraciones. Se hacen espiraciones lentas durante 10-15 ciclos respiratorios<sup>78</sup>.



*Imagen 25: Flutter*<sup>84</sup>.

**B) Técnicas de reeducación o control de la respiración:** En los enfermos pulmonares crónicos se detectan alteraciones en el patrón respiratorio, con un patrón predominantemente torácico con aumento del trabajo de los músculos inspiratorios accesorios, en detrimento del trabajo del diafragma. Esto produce una respiración poco eficaz, con aumento de la frecuencia respiratoria y alto gasto energético. Las técnicas de reeducación pretenden conseguir una disminución de la frecuencia respiratoria con aumento del volumen corriente a través de una reeducación del diafragma.

Explicaremos a continuación 2 técnicas de reeducación respiratoria:

- Control respiratorio (CR) → Paciente sentado o en decúbito supino, el fisioterapeuta coloca su mano en la zona baja del tórax por su parte anterior para estimular la respiración. Se pide al paciente una espiración suave, tras la misma el fisioterapeuta aplica una ligera presión con la mano y pide al paciente que inspire, de forma lenta por la nariz, intentando percibir cómo entra el aire en la parte baja del tórax. El movimiento resultante será una protrusión del abdomen. A continuación, la espiración debe ser pasiva, no se debe forzar ni prolongar para evitar la tendencia a la respiración torácica y el aumento del trabajo respiratorio. Cuando se ha aprendido la respiración diafragmática en reposo, se aplica ante la realización de esfuerzos: marcha, escaleras, etc.
- Ventilación dirigida (VD): Descrita por el Dr. M. Giménez, es una técnica basada en la toma de conciencia respiratoria, pretende modificar el régimen ventilatorio y automatizarlo tanto en reposo como en ejercicio. Este nuevo régimen es de tipo diafragmático-abdominal con reducción de la frecuencia respiratoria y aumento del VC. Para conseguir el nuevo ritmo ventilatoria la VD se realiza en varias etapas:
  - La primera etapa, de toma de conciencia, en la que se explicará al paciente unos conocimientos básicos de anatomía y fisiología respiratoria y una visualización, tórax descubierto, frente al espejo del paciente para que sea consciente de los errores que comete realizando ciclos respiratorios profundos: elevación de hombros, expansión excesiva del tórax con contracción de la pared abdominal, etc.
  - En la segunda etapa se debe conseguir el automatismo del nuevo ritmo ventilatorio. Comienza con un tratamiento individualizado de acondicionamiento y desbloqueo del diafragma, que se realiza

dirigiendo una respiración con una frecuencia, que varía según las posibilidades del paciente, de entre 5 a 10 ciclos por minuto, y tiene una duración de 1 ó 2 semanas. Se completa con diversos ejercicios respiratorios que finalmente buscará la instauración de una frecuencia de entre 10 y 18 ciclos por minuto, que se realizan según la siguiente secuencia. Primer ejercicio: El paciente realiza ciclos respiratorios diafragmáticos un poco más amplios de lo normal en decúbito supino, lateral derecho e izquierdo, durante unos 30 minutos cada uno. La frecuencia se va reduciendo de forma dirigida pero sin buscar un ritmo que resulte incómodo. Cada 10 ó 15 ciclos se realiza una espiración más larga, con una contracción suave y progresiva de los abdominales, seguida de una inspiración máxima. Esta maniobra se llama suspiro. Segundo ejercicio: Después de 3 ó 4 días, durante la realización del suspiro se realiza un ejercicio de expansión costal con elevación de miembros superiores en supino y abducción del miembro superior libre en decúbito lateral, haciéndolo coincidir con el suspiro. Tercer ejercicio: Tras la primera semana se incluye un trabajo de potenciación de los abdominales. Flexión de tronco sobre piernas o de piernas hacia el tronco en tiempo espiratorio. Se deben evitar las apneas. Cuarto ejercicio: Se añade tras la segunda semana y se hace coincidir con el suspiro. Paciente en bipedestación, abducción de miembros superiores durante la inspiración, en la espiración se realiza un abrazo de ambos hemitórax. Con una nueva inspiración se vuelven a poner los miembros superiores en abducción y se bajan situándolos a lo largo del tronco en espiración.

- Control del nuevo ritmo respiratorio en reposo: Se hace un trabajo en grupo y se comienza tras 6 u 8 semanas. Se controla el automatismo adquirido en situaciones habituales de la vida diaria.
- Control del nuevo ritmo respiratorio en ejercicio: Es la etapa más difícil y delicada. Se inicia con deambulación en terreno llano y posteriormente subida y bajada de escaleras. Se debe evitar que el paciente relacione el cambio de paso o escalón con el ritmo de la respiración.

### C) Técnicas de reeducación torácica y diafragmática:

C.1.- Movilización torácica o costal → Según la zona que se desea trabajar, vamos a cambiar la colocación del paciente, la lateralidad, el modo y el tipo de ejercicio.

- Movilización de toda la caja torácica: Sujeto en decúbito supino, sentado o de pie. Nos ayudamos de la elevación de los brazos con la inspiración y el descenso con la espiración; también con movimientos de la columna.

- Movilización costal superior: Paciente en decúbito supino con aumento del volumen en inspiración y espiración. El trabajo será activo e irá acompañado de un bloqueo de la parte inferior del tórax por el fisioterapeuta, pasivo con la movilización realizada por el fisioterapeuta durante la fase espiratoria o activo-asistido en la inspiración, colocando resistencia en la parte superior del tórax.

- Movilización costal inferior: Paciente en decúbito supino con aumento del volumen en inspiración y espiración. Con aumento de la espiración de forma pasiva y colocación de las manos en la parte lateral inferior de las costillas, y activa durante la fase inspiratoria.

- Movilización hemitórax izquierdo o hemitórax derecho: La colocación del paciente será en decúbito lateral derecho para la movilización del hemitórax izquierdo o en decúbito lateral izquierdo para la movilización del hemitórax derecho; podemos utilizar un rulo colocado en el lado del decúbito lateral para bloquear aún más ese hemitórax. La movilización será activa en la fase inspiratoria y podrá ser activa, pasiva o contrarresistencia en la fase espiratoria.

Una vez descritos estos ejercicios podemos concluir que la colocación del paciente favorece el trabajo de las distintas partes del tórax, simétrico (decúbito supino o prono), respiración asimétrica (decúbito lateral), asimismo ciertas posiciones provocan una ventilación automática a cierto nivel (cuadrupedia-ventilación abdominal).

C.2.- Reeducación diafragmática → La finalidad de esta respiración abdomino-diafragmática es instaurar un patrón respiratorio que disminuya la frecuencia ventilatoria, aumente el volumen, reduzca el atrapamiento aéreo, disminuya el trabajo respiratorio, la disnea y la ansiedad.

- Trabajo de la parte posterior del diafragma: Paciente en decúbito supino, cadera y rodillas flexionadas reposando sobre un cojín para producir la relajación de la musculatura abdominal. En algunos casos será necesario colocar doble mentón (flexión de cabeza y cuello, barbilla cerca del esternón) para eliminar, por acortamiento, la participación de escalenos y esternocleidomastoideos. La respiración empieza con una espiración por la boca y frenado labial, insistiendo en la realización de toda la capacidad respiratoria, ritmo lento y metiendo el abdomen hacia abajo, la fase inspiratoria irá con el mismo ritmo elevando el abdomen.
- Trabajo de la parte anterior del diafragma: Paciente en cuadrupedia realizando las mismas fases y el mismo ritmo.
- Trabajo del hemidiafragma derecho e izquierdo: El paciente se colocará en decúbito del mismo lado del hemidiafragma que se desea potenciar, la capacidad respiratoria y el ritmo seguirán igual.
- Trabajo de la musculatura abdominal: Colocación del paciente en decúbito supino, durante la espiración, el paciente levanta el tronco, brazos a 90º, para trabajar el recto del abdomen. De la misma forma pero llevando el tronco a derecha e izquierda potenciamos los oblicuos.
- Respiración con labios fruncidos: Inspiración nasal, seguida de una espiración con los labios fruncidos.
- Ventilación dirigida: Puesta en marcha por el Dr. Giménez; ya explicada en el apartado anterior.

**D) Entrenamiento específico de la musculatura respiratoria:** El entrenamiento se realiza a partir de los valores de presión inspiratoria máxima (PIM) y de presión espiratoria máxima (PEM). En los procesos neuromusculares estas presiones están disminuidas. En pacientes con esclerosis múltiple que presentan una significativa reducción de la capacidad vital forzada (FVC) y tos ineficaz, la PEM está más reducida que la PIM. En estos pacientes el entrenamiento de los músculos espiratorios mejora la fuerza de los músculos inspiratorios y espiratorios, además de aumentar la eficacia de la tos incluso 3 meses después de finalizar el entrenamiento.

D.1.- Tipos de entrenamiento específico → Pueden entrenarse de forma específica, en fuerza y resistencia (endurance), tanto los músculos inspiratorios como los espiratorios.

No existen beneficios adicionales al combinar el entrenamiento de los músculos inspiratorios y espiratorios.

- Entrenamiento de fuerza: Se valora con la PIM y la PEM. Se realizarán contracciones contra resistencias intensas, mantenidas durante poco tiempo y con pocas repeticiones.
- Entrenamiento de resistencia: Para valorar la resistencia se usa la medida de la máxima ventilación voluntaria (MVV). Se realizará contracciones contra resistencias bajas, mantenidas en el tiempo y con muchas repeticiones.

En muchas ocasiones se realizan programas que combinan los dos tipos de entrenamiento.

D.2.- Protocolos de entrenamiento específico → Tanto para el trabajo de la fuerza como para el de la resistencia, hoy en día, se tiende a utilizar un resistómetro, en el que se exige un umbral de presión determinado para poder comenzar la inspiración o espiración.

Los datos que se deben recoger en la valoración para poder planificar el entrenamiento y evaluar su eficacia son:

- Espiometría; FVC y FEV<sub>1</sub>.
- Test de los 6 minutos marcha.
- Fuerza de los músculos respiratorios; PIM y PEM.
- Resistencia de los músculos respiratorios; MVV.
- Disnea; se suele medir con alguna escala que refiera la aparición en las AVD (Sadoul, Medical Research Council), y ante la realización de esfuerzos (EVA o escala de Borg).
- Calidad de vida.

En la siguiente tabla se explican los programas de entrenamiento específico, con sus protocolos y resultados.

Tipo de programa	Técnica	Resultados	Tipo de pacientes
Trabajo en resistencia (cargas bajas)	30 min/día 5 días/semana 20-30% PIM o PEM 8 a 12 semanas	Aumento de fuerza y resistencia Disminución de la disnea Aumento de la capacidad de ejercicio y calidad de vida	EPOC
Trabajo en resistencia y fuerza (incremento de cargas)	30-60 min/día 6 días/semana 15-60% PIM o PEM (incrementos 5-10% por sesión) 12 semanas	Aumento de distancia recorrida en Test 6min marcha Disminución de la disnea	EPOC
Trabajo en fuerza (altas cargas)	10 ciclos de 1 min 10 inspiraciones o espiraciones al 90% 12 semanas	Aumento de fuerza y resistencia Mantenimiento de los resultados a los 2 años	Enfermedades neuromusculares
	3 series de 15 ciclos 2 veces al día 60% PEM	Aumento de fuerza Aumenta la eficacia de la tos Mantenimiento a los 3 meses	Enfermedades neuromusculares

Tabla 5: Programas de entrenamiento respiratorio.

### E) Entrenamiento de los músculos de las extremidades superiores e inferiores:

E.1.- Valoración y evaluación de los pacientes → Se utilizan pruebas de paseo (Test de los 6 minutos marcha) o pruebas de esfuerzo máximo (con bicicleta ergométrica o tapiz rodante, y consiste primero en un periodo de adaptación y sin carga cada minuto, hasta llegar al máximo posible y al límite de las posibilidades del paciente. Mientras, se realizan los controles de gases O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, umbral láctico, frecuencia cardiaca)

E.2.- Entrenamiento de miembros superiores e inferiores → El entrenamiento es realizado mediante deambulación o con cinta sin fin incrementada, bicicleta estática, ascenso de escalera o combinación y, según el estado físico del paciente, con ejercicios

de miembros inferiores y cintura pélvica. La duración del tratamiento será de 6 a 8 semanas, con una frecuencia de 5 sesiones semanales y una duración de 20 minutos.

Otros tipos de programas de ejercicios: Una primera fase de calentamiento donde predominen ejercicios de movilización y estiramientos (10 minutos), seguido de ejercicios de fuerza (10 minutos), actividades aeróbicas (20 minutos), terminando con el enfriamiento con ejercicios similares al calentamiento (5-10 minutos) <sup>76</sup>.

### Programas de tratamiento respiratorio utilizados en el estudio

Una vez conocemos el abanico de posibilidades que la fisioterapia nos brinda para luchar contra los problemas respiratorios vamos a describir los dos programas de trabajo que utilizamos en nuestro estudio:

- **Programa “Ejercicios respiratorios”** → Se trata de un programa de trabajo respiratorio diario de 15 minutos de duración basado en la realización de inspiraciones nasales abdominales o diafragmáticas seguidas de espiraciones bucales en diferentes modalidades. Este tipo de trabajo es el que realizan todos los sujetos del grupo “Ejercicios respiratorios”.

Este protocolo de ejercicios corresponde a la rehabilitación respiratoria convencional que se aplica en el tratamiento multidisciplinar de los pacientes con EM. Ayuda a mantener la capacidad pulmonar y la musculatura en general y así prepararla para realizar otros ejercicios; conviene realizarlos en un contexto lo más relajado posible. Es muy importante aprender a respirar bien, ya que una buena respiración retrasa la sensación de fatiga durante la actividad física <sup>86</sup>. Este tipo de respiración mejora la función de los músculos respiratorios y favorece la función respiratoria <sup>87</sup>. Si no se lleva una vida muy activa, se tiende a respirar de manera menos profunda y, por tanto, también de manera menos eficiente. Los ejercicios de respiración también juegan un papel importante en la mejora de la postura y en la ejercitación tanto del diafragma como de los músculos abdominales <sup>88</sup>.

Por tanto, vista la eficacia de estos programas de tratamiento respiratorio, decidimos incluirlo en nuestro estudio a fin de poder comparar las mejoras obtenidas en los diferentes parámetros valorados entre un método extendido y utilizado como son estos ejercicios respiratorios y un tipo de entrenamiento menos conocido como es el uso de resistómetros inspiratorios. **(Anexo 1)**.

- Programa "Threshold" → El resistómetro inspiratorio Threshold IMT es el aparato utilizado para la potenciación de la musculatura respiratoria en los pacientes del grupo "Threshold". La duración del trabajo es igualmente de 15 minutos diarios en series de trabajo de 1 minuto.

### **Características**

Threshold IMT proporciona una presión constante y específica para fortalecer y aumentar la resistencia de los músculos inspiratorios, independientemente de la rapidez con la que respiren los pacientes.

Está formado por un cilindro de plástico transparente que tiene en uno de sus extremos una boquilla por la cual el paciente debe inspirar; y en el otro extremo hay un orificio cerrado por una válvula flexible que impide el paso de aire a través del mismo. Esta válvula está presionada por un resorte cuya presión puede regularse girando el eje central.

Sobre el cuerpo exterior hay grabada una escala de medición indicada en  $\text{cmH}_2\text{O}$ . Al girar el eje se desplaza solidario con él un anillo de color rojo que va indicando sobre la escala, la presión de trabajo. Este dispositivo incorpora una válvula unidireccional independiente del flujo para garantizar una resistencia constante e incluye un ajuste de presión específico (en  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) que el profesional puede ajustar. Cuando el paciente inhala a través del dispositivo Threshold IMT, una válvula accionada por resorte ofrece una resistencia que ejercita los músculos respiratorios. Aumentando o disminuyendo la presión que el muelle ejerce sobre la válvula puede regularse la fuerza necesaria para que la válvula abra o cierre el paso de aire a su través.

Se puede utilizar en cualquier posición, no se ve afectado por la gravedad. Es fácil de lavar (con agua y jabón líquido suave. Aclarar haciendo pasar el agua a través del mismo. Dejarlo secar al aire).

El paciente debe aspirar por la boquilla con fuerza suficiente para vencer la resistencia del muelle y conseguir que la válvula abra el paso de aire y este llegue hasta sus pulmones.

Estas características hacen que Threshold IMT sea un dispositivo real de gimnasia respiratoria utilizable por todos los pacientes independientemente de su estado.



*Imagen 26: Treshold IMT<sup>89</sup>.*

Se ha demostrado que el trabajo respiratorio con Treshold:

- Fortalece los músculos respiratorios
- Aumenta su resistencia
- Aumenta la tolerancia al ejercicio<sup>90</sup>.

Diseñamos un programa diferente al utilizado en estudios previos y a los protocolos de utilización del dispositivo. Se analizan las características de los pacientes con EM para adecuar los tiempos y la intensidad de trabajo con el resistómetro inspiratorio. Así, el programa final es el siguiente:

- Se realizan 15 series de 1 minuto, repartidas preferiblemente en 2 sesiones diarias de 7-8 series. Entre cada serie intercalamos un periodo de descanso de 1 minuto.
- La intensidad de trabajo será un porcentaje de la puntuación obtenida en la determinación de la PIM. Las 2 primeras semanas, para favorecer la adaptación al aparato y minimizar los posibles efectos adversos, trabajaremos al 20% de la PIM. A partir de la 3ª semana la carga de trabajo será el 30% de la PIM.

Debido a todo lo expuesto consideramos que es el dispositivo que mejor se adapta a nuestro estudio. Como ya hemos dicho se ha demostrado previamente su efectividad en la mejora de algunos parámetros respiratorios, además, nos permite regular la carga o intensidad del entrenamiento para que todos los pacientes puedan llevarlo a cabo, lo cual es muy importante dadas las grandes diferencias que podemos encontrar entre las características físicas de los pacientes con EM. **(Anexo 2).**

### ***3. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN***



### 3.1 Planteamiento

Queremos estudiar la influencia que tiene la fisioterapia respiratoria sobre diferentes aspectos de los pacientes con Esclerosis Múltiple. Para ello los pacientes llevarán a cabo uno de los dos programas de trabajo respiratorio, previamente diseñados y asignados al azar, buscando cambios en:

- Fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria.
- Volúmenes y flujos pulmonares.
- Disnea.
- Calidad de vida.
- Saturación de oxígeno y pulso.

### 3.2 Hipótesis de trabajo

“La terapia con resistómetro inspiratorio consigue un mayor aumento en la fuerza de la musculatura respiratoria que los programas de fisioterapia respiratoria convencional en los pacientes con Esclerosis Múltiple”.

### 3.3 Objetivos

1. Elaborar un protocolo de entrenamiento con resistómetro inspiratorio adaptado a los pacientes con EM, independientemente de su grado de discapacidad, que consiga aumentar su fuerza, resistencia y volúmenes pulmonares.
2. Describir las características de los pacientes que participan en el estudio: edad, sexo, tipo de EM, tiempo de evolución de la enfermedad, antecedentes tabáquicos, medicación e IMC; compararlas con los valores obtenidos en estudios similares y con los valores de referencia para población sana.
3. Comparar los valores de todas las variables estudiadas en nuestros pacientes con EM con los valores de referencia para la población sana.

4. Valorar los cambios en la resistencia y fuerza respiratoria en los pacientes con EM tras aplicar un programa de fisioterapia respiratoria convencional o nuestro programa de trabajo con resistómetro inspiratorio.
5. Evaluar la eficacia de los programas de entrenamiento respiratorio estudiados en la capacidad vital, la capacidad vital forzada, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo, el volumen tidal y el flujo espiratorio pico.
6. Conocer la influencia de la terapia con resistómetro inspiratorio y el entrenamiento respiratorio convencional en la disnea de los pacientes con EM.
7. Analizar la calidad de vida de los pacientes con EM y determinar la influencia indirecta que la fisioterapia respiratoria puede ejercer sobre ella.

### 3.4 Justificación del trabajo

Con este estudio se pretende aportar más información con respecto a los beneficios que la fisioterapia, y en concreto la fisioterapia respiratoria, puede aportar al tratamiento multidisciplinar de las personas que padecen EM.

Parece evidente que la EM es un proceso crónico, complejo, que afecta a adultos jóvenes, con un diagnóstico de enfermedad complicado y sintomatología múltiple y variada. Es una enfermedad con un pronóstico incierto y con tratamiento de por vida, que puede evolucionar hacia una incapacidad temprana.

En los últimos años la Fisioterapia ha adquirido una mayor relevancia en el tratamiento de pacientes con EM. Este hecho se debe a varios factores: por un lado a la mayor importancia que las instituciones sociales y sanitarias otorgan a la calidad de vida de los enfermos crónicos, y por otro, al diagnóstico precoz y a la aparición de nuevos tratamientos farmacológicos que consiguen retrasar la incapacidad de los afectados.

El estudio de Terre et al <sup>91</sup> del año 2007 hace una revisión del tratamiento rehabilitador, las escalas de evaluación y los síntomas más prevalentes en la EM. Analizando los resultados de 12 estudios llega a la conclusión que el tratamiento rehabilitador es útil en pacientes con EM para mejorar la discapacidad y la calidad de vida; dado que sus efectos declinan con el tiempo, será básico realizar un seguimiento periódico.

No obstante, dada la complejidad sintomática y funcional que pueden presentar los pacientes con EM, deben ser valorados, tratados y seguidos por un equipo rehabilitador multidisciplinar. El tratamiento rehabilitador mejora la discapacidad, la calidad de vida y tiene efectos positivos sobre los costes económicos totales del proceso a corto y largo plazo <sup>92</sup>.

Como ya hemos dicho, a nivel respiratorio la EM se caracteriza por estar incluida dentro de las enfermedades respiratorias restrictivas, con pérdida de fuerza de la musculatura respiratoria y disminución de la capacidad pulmonar total. La fatiga es el síntoma más común en los pacientes con EM y uno de los más incapacitantes, limitando la autonomía del enfermo y deteriorando gravemente su calidad de vida. Esta fatiga tiene un origen multifactorial y en muchas ocasiones provoca incomprensión por parte de familiares o compañeros de trabajo que la relacionan con una depresión o con desganancia en el trabajo. Está muy relacionada con el rendimiento cognitivo, ya que se aprecia un menor rendimiento en pruebas que necesitan una mayor demanda cognitiva; a su vez, se ha demostrado una correlación entre las alteraciones cognitivas y la sintomatología depresiva, de tal forma que los pacientes con EM y alteraciones cognitivas presentan un mayor grado de depresión comparados con aquellos pacientes cuyas funciones cognitivas permanecen preservadas <sup>93</sup>. El entrenamiento individual de la musculatura respiratoria, siempre ligado a un tratamiento integral de fisioterapia, disminuye la intensidad de la fatiga reduciendo estos efectos negativos.

No debemos pasar por alto el tratamiento respiratorio de nuestros pacientes. Para mejorar la marcha y lograr ser lo más autónomo e independiente posible tenemos que trabajar el sistema músculo-esquelético y conseguir fuerza, equilibrio, coordinación,... pero si dejamos de lado el entrenamiento respiratorio, aparecerá antes la fatiga, no sólo respiratoria, si no también muscular ya que estos músculos no estarán recibiendo el aporte de oxígeno necesario para la tarea que les estamos demandando.

Durante la parte experimental del estudio me he encontrado con muchos pacientes que refieren problemas cotidianos relacionados con la respiración como:

*“No puedo mantener una conversación fluida porque me falta el aire”*

*“Me resulta imposible hablar alto, parece que estoy susurrando”*

*“Desde hace años no puedo apagar unas velas o inflar un globo”*

Todo esto se debe a debilidad de la musculatura respiratoria que no es capaz de movilizar los volúmenes de aire necesarios y con la fuerza suficiente para llevar a cabo estas funciones. Con nuestros programas de trabajo pretendemos luchar contra la falta de fuerza y la disminución de los volúmenes pulmonares para recuperar una condición óptima del aparato respiratorio.

En este estudio se plantean dos programas de trabajo respiratorio, uno de ellos basado en ejercicios de ventilación torácica y diafragmática, y otro basado en el trabajo de la musculatura respiratoria contra resistencias. Pretendemos estudiar los resultados obtenidos y determinar qué tipo de trabajo viene mejor para tratar según qué problema respiratorio se nos presente: pérdida de fuerza, patología obstructiva, restrictiva o mixta, movilización de secreciones,...

Pero, sin duda, nuestro objetivo más importante es concienciar de la importancia que la fisioterapia respiratoria tiene en todas las fases de la Esclerosis Múltiple, ya que en función de los problemas que se vayan presentando, lucharemos contra ellos con unas u otras técnicas.

### 3.5 Material y métodos

#### A) Población de estudio

La población de estudio serán los pacientes con Esclerosis Múltiple que pertenezcan a la Asociación Salmantina de Esclerosis Múltiple (ASDEM) entre Diciembre de 2014 y Marzo de 2015 y a la Asociación Zamorana de Esclerosis Múltiple (AZDEM) entre Junio de 2015 y Septiembre de 2015.

La muestra quedará delimitada por los siguientes criterios:

##### - Criterios de inclusión:

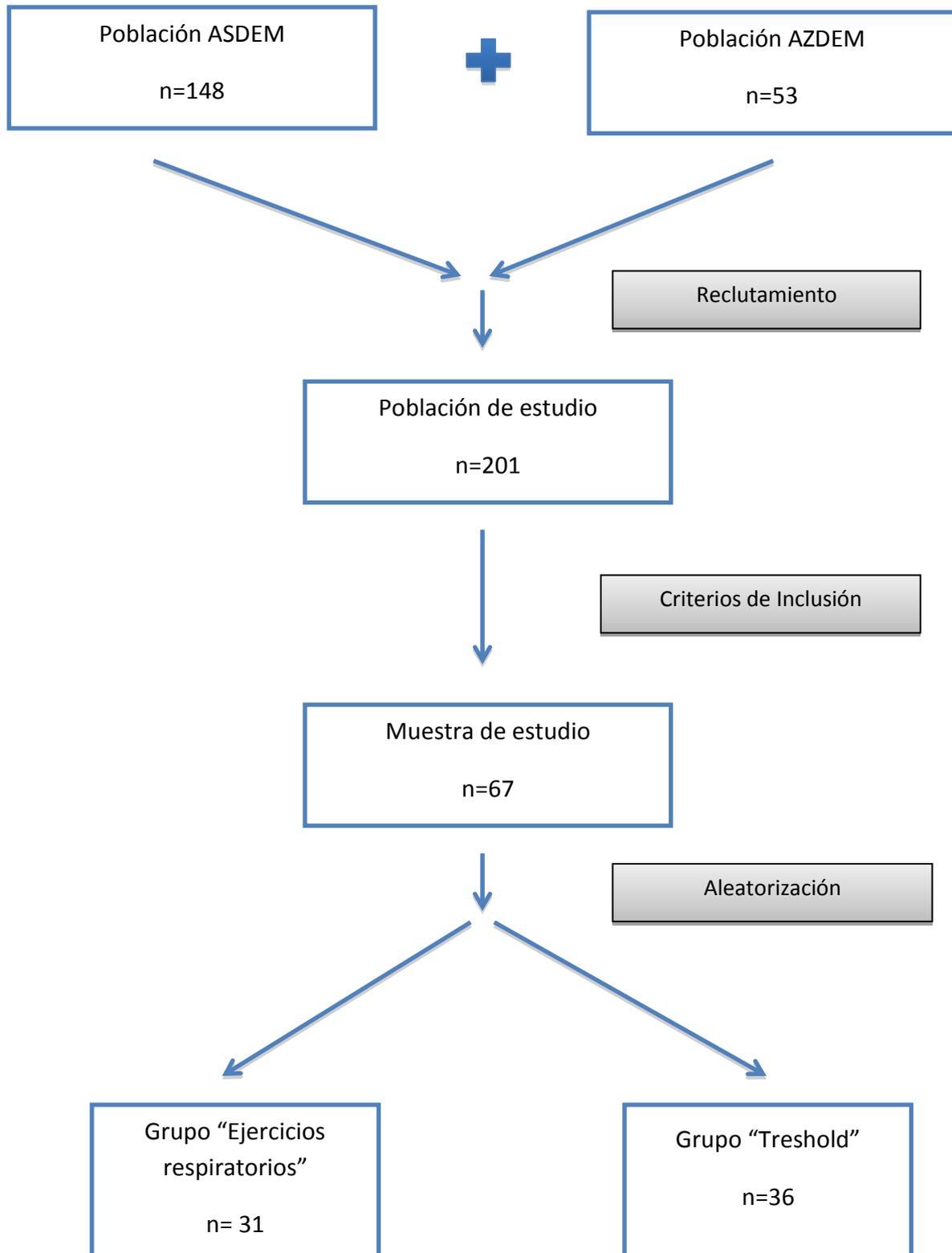
- Pacientes diagnosticados de Esclerosis Múltiple, con plena capacidad cognitiva y que deseen participar en el estudio.
- Socios de la ASDEM y la AZDEM.

- Pacientes mayores de 18 años.
- Pacientes con una discapacidad < 9 medida con la escala “Expanded Disability Status Scale” (EDSS).
- Comprender la naturaleza del estudio, haber leído la hoja informativa y haber firmado el consentimiento informado para participar en el estudio.
- No presentar ninguna contraindicación absoluta para la realización de las pruebas de valoración o las técnicas incluidas en los programas de rehabilitación respiratoria.

- Criterios de exclusión:

- Presentar algún brote o recaída durante el periodo de intervención.
- Diagnóstico de alguna patología que afecte a la función ventilatoria del paciente.
- No completar alguna de las revisiones realizadas durante el transcurso del estudio o no seguir de manera correcta el programa de rehabilitación respiratoria asignado (más de un 75% de las sesiones).
- Decisión del médico responsable de excluir a un paciente del estudio por situaciones individualizadas.

Se calculó el tamaño muestral para detectar diferencias de al menos 12 cmH<sub>2</sub>O en la PIM. Se utilizó la varianza de la PIM referenciada por Rochester <sup>94</sup> y se estableció un nivel de seguridad del 95% junto con un poder estadístico del 80%. Se precisaban al menos 30 sujetos en cada grupo. A partir de los socios de la ASDEM y la AZDEM obtenemos una muestra que cumple los criterios de inclusión de 67 pacientes.



Se cuenta con una población de estudio de 201 pacientes pertenecientes a la ASDEM y la AZDEM. Tras aplicar los criterios de inclusión obtenemos una muestra final de estudio de 67 pacientes con EM, los cuales son aleatorizados y divididos en dos grupos: el grupo “Ejercicios respiratorios” (n=31) y el grupo “Treshold” (n=36). Tan solo un paciente, perteneciente al grupo “Treshold”, abandona el estudio durante su transcurso.

### **B) Tipo de estudio**

Experimental, longitudinal, prospectivo y aleatorizado.

### **C) Metodología**

Se lleva a cabo un estudio experimental de 12 semanas de duración cuyo objetivo es la evaluación respiratoria de los pacientes con EM, la aplicación de los protocolos de trabajo y la comparación de los resultados entre los 2 grupos de estudio.

Se diseña un programa de trabajo respiratorio con resistómetro inspiratorio diferente a los utilizados previamente en otros estudios y a los protocolos recomendados para la utilización del resistómetro. Se compara su eficacia con un programa de entrenamiento respiratorio convencional utilizado frecuentemente en el tratamiento de los trastornos ventilatorios de los pacientes con EM. Se intenta que los 2 programas sean compatibles con la amplia variedad de discapacidades ocasionadas por la enfermedad.

En el protocolo final que se entrega a los participantes se explica detalladamente por medio de imágenes, acompañadas de frases aclaratorias, la manera de llevar a cabo cada uno de los ejercicios. Los ejercicios podrán ser ligeramente modificados en función de las características individuales de los pacientes. No todos los enfermos son iguales por lo que se debe adaptar el tratamiento individualmente a cada uno de ellos.

También se seleccionan las escalas y los materiales necesarios para llevar a cabo las valoraciones oportunas. Todos los pacientes, independientemente del grupo al que pertenezcan, realizarán una revisión inicial y una revisión final en las que se evalúan los siguientes parámetros y en este orden:

- 1) Historia clínica, en la que se recoge:
  - Datos de filiación.
  - Tipo de EM, edad al diagnóstico.
  - Altura, peso e IMC.
  - Medicación.
  - Antecedentes tabáquicos.
- 2) Grado de afectación por la EM.
- 3) Disnea.
- 4) Calidad de vida.
- 5) Saturación de oxígeno y pulso.
- 6) Fuerza de la musculatura respiratoria.
- 7) Resistencia de la musculatura respiratoria.
- 8) Volúmenes y flujos pulmonares.

La recogida de datos tiene lugar entre Diciembre de 2014 y Septiembre de 2015 en Salamanca y Zamora, en dos periodos de tiempo distintos.

Para confeccionar la muestra se contacta previamente con cada una de las asociaciones, se les explica el proyecto y se les propone informar a sus socios a cerca del estudio que queremos realizar. Aquellos que estén interesados en realizar el entrenamiento respiratorio son contactados telefónicamente para llevar a cabo la revisión inicial.

Se divide a los participantes aleatoriamente en dos grupos que son valorados en su totalidad:

- Grupo "Ejercicios respiratorios": Siguen un programa de ejercicios respiratorios convencionales.

- Grupo "Treshold": Se les entrega un resistómetro inspiratorio que opone una resistencia regulable a la inspiración.

Se trata de muestras independientes, ya que cada individuo que participa en el estudio recibe un único tratamiento. La asignación del tratamiento es aleatoria, lo que implica asignar al individuo a uno de los dos tratamientos, el que resulte elegido por un mecanismo de azar, en nuestro caso lanzar una moneda. Así, se elige un grupo A con probabilidad  $p = 1/2$  y otro B con probabilidad  $1-p = 1/2$ , es decir con probabilidades iguales y constantes. Ello equivale a utilizar siempre una moneda que tiene  $1/2$  como

probabilidades de cara y de cruz. Esto asegura que el juicio y prejuicio personal del investigador, del paciente o de cualquier otra persona cercana al ensayo no influyen en la elección del tratamiento, tendiendo así a hacer ambos grupos comparables <sup>95</sup>.

Una vez colocados los pacientes en uno u otro grupo comienzan las revisiones, la gran mayoría se realizan en la Asociación Salmantina de Esclerosis Múltiple o en la Asociación Zamorana de Esclerosis Múltiple, pero en algunos casos, por imposibilidad de los pacientes para desplazarse o suponer un esfuerzo excesivo, se les visita en su domicilio.

- Grupo “Ejercicios respiratorios”

Día 1 → Antes de comenzar nos aseguramos que hayan leído la hoja informativa, comprendan el estudio y firmen el consentimiento informado. Se lleva a cabo la revisión inicial y se entrega y explica el programa de ejercicios. Para llevar un control de la realización del programa se entrega también una tabla de seguimiento en la que deben anotar los ejercicios hechos cada día. Por último se facilita un teléfono de contacto para resolver cualquier duda que pueda surgir.

Día 2-89 → Durante 12 semanas los participantes deben realizar los ejercicios 5 veces/semana. La duración diaria del programa completo es de 15 minutos. Se contacta telefónicamente con los pacientes cada 2 semanas.

Día 90 → Se realiza la revisión final en la que se valoran de nuevo los mismos parámetros y en el mismo orden que en la revisión inicial.

Todas las revisiones se realizan siempre en la misma franja horaria para reducir al mínimo el efecto de la hora del día en la condición física del individuo. El material de medición y los accesorios (pinzas y boquillas) son los mismos para todos los pacientes. Antes de comenzar las revisiones se calibran los instrumentos de medida.

- Grupo “Treshold”

Día 1 → Antes de comenzar nos aseguramos que hayan leído la hoja informativa, comprendan el estudio y firmen el consentimiento informado. Se lleva a cabo la revisión inicial y se le entrega un resistómetro inspiratorio Treshold IMT (Inspiratori Muscle Trainer) junto con la pauta de trabajo y una tabla de seguimiento del programa en la que deben anotar el tiempo que trabajan con el aparato cada día. Se facilita un teléfono de contacto para solucionar cualquier incidencia que pueda surgir.

Día 2-89 → Durante 12 semanas los participantes deben trabajar con el resistómetro 5 días/semana. La duración diaria del programa completo es de 15 minutos. Cada 15 días se concierta una cita con los pacientes en la que se valora la PIM y la PEM con el fin de graduar la resistencia que ofrece el aparato a la inspiración. Por lo tanto, se realizan 5 revisiones entre la revisión inicial y la final.

Día 90 → Se lleva a cabo la revisión final en la que se valoran los mismos parámetros que en la revisión inicial.

Todas las revisiones se realizan siempre en la misma franja horaria para reducir al mínimo el efecto de la hora del día en la condición física del individuo. El material de medición y los accesorios (pinzas y boquillas) son los mismos para todos los pacientes. Antes de comenzar las revisiones se calibran los instrumentos de medida.

Una vez obtenidos todos los resultados se procederá a su análisis estadístico:

- Se utiliza el programa estadístico “IBM SPSS Statistics” versión 23 para el análisis de las variables.

- En primer lugar comprobamos que la asignación de los pacientes a cada grupo es aleatoria, para lo que se utiliza la prueba estadística de “las rachas” cuya hipótesis nula es  $H_0$ : el grupo asignado es aleatorio. Se acepta la hipótesis nula, luego la asignación del paciente a cada grupo se puede considerar aleatoria y por tanto la pertenencia a uno u otro grupo no influirá en la robustez de las pruebas estadísticas que se utilicen <sup>96</sup>.

- Para el estudio será necesario plantear hipótesis estadísticas que se responderán usando distintas herramientas. Un contraste de hipótesis estadístico es un procedimiento para juzgar si una propiedad que se supone en una población estadística es compatible con lo observado en una muestra de dicha población <sup>97</sup>.

- Para describir las variables cualitativas hemos utilizado tablas de frecuencias, gráficos de sectores y gráficos de barras (agrupadas y sin agrupar). Para describir las variables cuantitativas hemos utilizado tablas de estadísticos (media, varianza, mínimo, máximo,...), histogramas y gráficos de medias.

- Pruebas utilizadas:

- Prueba de “Kolgomorov-Smirnov”: Prueba de normalidad para decidir si una variable sigue una distribución normal <sup>98</sup>.

- Pruebas para encontrar diferencias significativas entre 2 muestras independientes:

Sirve para estudiar si una variable cuantitativa presenta diferencias significativas entre las dos categorías de una variable cuantitativa.

Las hipótesis son:

H0: la variable no cambia en ambas categorías.

H1: la variable cambia entre ambas categorías.

Si la variable cuantitativa es normal se ha usado el test paramétrico de la “T de Student” <sup>99</sup> y si no es normal se ha usado el test no paramétrico de la “U de Mann-Whitney” <sup>100</sup>.

- Pruebas para encontrar diferencias significativas entre 2 variables relacionadas:

Sirven para estudiar si se han producido cambios en una variable cuantitativa X a lo largo del estudio, comparando sus valores iniciales  $X_{inicial}$  con sus valores finales  $X_{final}$ , mediante el contraste de la “T de Student” para muestras relacionadas. Las hipótesis son:

H0:  $X_{inicial} = X_{final}$  (la variable no ha cambiado)

H1:  $X_{inicial} \neq X_{final}$  (la variable ha cambiado)

Para decidir si la variable ha aumentado o disminuido tras el estudio, observamos el signo del intervalo de confianza, con un 95% de confianza <sup>99</sup>.

- Correlaciones de “Spearman, Rho”: Es una medida de correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias continuas <sup>101</sup>.

- Pruebas para encontrar diferencias significativas entre más de 2 muestras independientes:

Sirve para estudiar si una variable cuantitativa presenta diferencias significativas entre las k categorías de una variable cuantitativa ( $k \geq 2$ ). Las hipótesis son:

H0: la variable no cambia entre categorías.

H1: la variable cambia entre al menos dos categorías.

Si la variable cuantitativa es normal se ha usado el test paramétrico “ANOVA” de 1 factor y si no es normal se ha usado el test no paramétrico de “Kruskal-Wallis” <sup>102</sup>.

## D) Materiales

Para llevar a cabo el estudio se han utilizado los siguientes materiales:

### 1) Espirómetro

La espirometría es la principal prueba de función pulmonar, y resulta imprescindible para la evaluación y el seguimiento de las enfermedades respiratorias. Entre sus principales indicaciones destacan la evaluación de síntomas y signos respiratorios, la medición del efecto de una enfermedad sobre la función pulmonar, la valoración del estado de salud antes de la realización de programas de actividad física intensa, el examen físico rutinario y la evaluación del efecto de intervenciones terapéuticas o programas de rehabilitación <sup>103</sup>.

En general, es una prueba que se tolera bien, por lo que en la práctica cotidiana existen pocas limitaciones para su realización (ya se citaron las contraindicaciones de la espirometría) <sup>104</sup>.

La espirometría se efectúa con el sujeto sentado en una silla, con unas pinzas nasales siguiendo la normativa de la European Community for Coal and Steel (ECCS) <sup>105</sup> y la propuesta de procedimiento de la Sociedad Española de Patología Respiratoria (SEPAR) <sup>106</sup>. Antes de comenzar la prueba se explica claramente cada una de las maniobras.

Utilizamos para las mediciones un espirómetro Datospir Touch (Sibelmed) con un transductor de turbina cuyo flujo máximo es de 16 l/s y su volumen máximo de 10 l. La exactitud de la medición en el flujo es un 3% o 50 ml y en el volumen un 5% o 200 ml.

Realizamos 3 pruebas para completar la espirometría:

- En primer lugar pedimos al paciente que respire de forma normal durante 10-15 segundos, a continuación se le piden 4 respiraciones al volumen máximo, y para terminar se respira nuevamente a volumen normal hasta completar los 45 segundos que dura la medición. Se hace en 2 ocasiones y nos quedamos con la mejor medida.
- La segunda prueba consta de 3 respiraciones al máximo volumen, con una duración aproximada de 6-7 segundos. Se repite 2 veces y nos quedamos con la mejor medición
- La última prueba mide la resistencia respiratoria y para ello se le pide al paciente que respire de forma rápida y profunda durante 15 segundos. Esta prueba es la más extenuante. Se repite en 2 ocasiones y nos quedamos con el mejor valor.

## 2) Medidor de PIM-PEM

Los aparatos que miden la PIM y la PEM son muy sencillos de utilizar, se trata de una maniobra rápida de inspiración o espiración bucal máxima esfuerzo-dependiente por lo que la colaboración del paciente es vital para que los resultados sean valorables<sup>107</sup>.

La PIM es la máxima presión que el paciente puede producir tratando de inhalar a través de una boquilla bloqueada después de una espiración máxima (desde VR), por su parte, la PEM es la presión máxima ejercida sobre una boquilla bloqueada, medida durante la espiración forzada tras una inhalación completa, con los carrillos inflados. Son fáciles de medir. La PIM y PEM promedio para varones adultos son -100 cmH<sub>2</sub>O y 170 cmH<sub>2</sub>O, respectivamente, mientras que los valores correspondientes para mujeres adultas son aproximadamente -70 cmH<sub>2</sub>O y 110 cmH<sub>2</sub>O respectivamente. El límite inferior del rango normal es aproximadamente dos tercios de estos valores.

La monitorización de la PIM y la PEM es útil, junto a la VC, en el seguimiento de la evolución de los pacientes con trastornos neuromusculares, aunque sólo permiten constatar la gravedad en el momento de la medición, ya que algunas

enfermedades neuromusculares (que evolucionan a brotes) y la función muscular pueden empeorar en cualquier momento de forma impredecible <sup>108</sup>.

Así, se considera una forma rápida, sencilla y fiable para valorar la fuerza de la musculatura respiratoria. También decidimos incluir esta medición en nuestro estudio porque a partir del resultado obtenido se graduará la resistencia del resistómetro Treshold IMT <sup>109</sup>.

La medición de la PIM y la PEM se efectúa con el sujeto sentado en una silla, con unas pinzas nasales siguiendo la normativa de la European Community for Coal and Steel (ECCS) <sup>105</sup> y la propuesta de procedimiento de la Sociedad Española de Patología Respiratoria (SEPAR) <sup>106</sup>. Antes de comenzar la prueba se explica claramente cada una de las maniobras.

Se realiza la prueba de acuerdo con el Método de Black y Hyatt <sup>110</sup> mediante el uso de un medidor de presión en boca de mano. Se toman un mínimo de 3 medidas de cada presión, siendo imprescindible que 2 de ellas sean reproducibles, es decir, que haya una diferencia menor del 5% entre ellas. La duración de cada medición es de 2-3 segundos y el paciente debe mantener la presión máxima al menos 1 segundo. Se deja un periodo de descanso de 1 minuto entre las medidas para evitar la fatiga de los músculos respiratorios. La motivación, la práctica y el esfuerzo de los participantes son esenciales en esta prueba por lo que se deben dar instrucciones verbales constantemente para dirigir y animar <sup>111</sup>.

En nuestro estudio para valorar la PIM y la PEM utilizamos un transductor de presión Elka 15. Nos expresa los resultados en milibares (mbar), su rango de medida es de -2000 a +2000 mbar. Para comparar los resultados con otros estudios debemos equiparar el mbar con la unidad de referencia, el centímetro de agua (cmH<sub>2</sub>O) (1mbar = 1,01973 cmH<sub>2</sub>O) <sup>112</sup>.

### 3) Pulsioxímetro

Lo utilizamos en el estudio para valorar el pulso y la saturación de oxígeno en sangre porque se trata de un método sencillo (no requiere entrenamiento especial), no invasivo y relativamente económico. Es fiable en el rango de 80-100% de saturación <sup>113</sup>.

4) Escalas:

A) **SF-12v2 Health Survey** → Se utiliza para valorar la calidad de vida. Para poder usar esta escala es necesario obtener una autorización para administrarla, un número de licencia y un software de interpretación de resultados.

- Referencia de la escala:

SF-12v2® Health Survey © 2002 QualityMetric Incorporated. All Rights Reserved

- Referencia del software:

QualityMetric Health Outcomes™ Scoring Software 4.5

Version 4.5.4177.19748

Copyright© 2004 – 2011

- Número de licencia: QM027639. Válido desde el 11 de Diciembre de 2014 hasta el 10 de Diciembre de 2015 <sup>114</sup>. **(Anexo 3)**

La necesidad de contar con indicadores sintéticos que midan la salud ha generado los cuestionarios de calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), entre ellos destacan el SF-36 y su versión reducida, el SF-12, que ofrecen una medición general de la salud del paciente de carácter multidimensional. El SF-12v2 contiene 12 ítems con opciones de respuesta tipo Likert de 3 o 5 puntos. Resume 8 dimensiones, manteniendo el modelo conceptual del SF-36: Función Física (FF, 2 ítems), Rol Físico (RF, 2 ítems), Dolor Corporal (DC, 1 ítem), Salud General (SG, 1 ítem), Vitalidad (VT, 1 ítem), Función Social (FS, 1 ítem), Rol Emocional (RE, 2 ítems) y Salud Mental (SM, 2 ítems). Los índices de salud físico (ISF) y mental (ISM) se calculan a partir de estas 8 dimensiones. El SF-12, además, tiene como principal ventaja su brevedad y fácil manejo <sup>115</sup>. Estudios han demostrado su reproductibilidad y validez <sup>116-117</sup>.

B) **Escala de Borg** → Se utiliza para valorar la disnea y fatiga que presentan los pacientes. Consta de 10 ítems numéricos (entre 0 y 10 puntos) con descriptores verbales para cada uno de ellos. Constituye una manera simple de valoración clínica en pacientes graves por su factibilidad, reproductibilidad y estandarización.

Permite al paciente valorar de forma subjetiva su sensación de cansancio con un número entre 0 y 10.

**TABLA 1. Escala de disnea de Borg (modificada)**

Puntuación	Disnea observada
0	Nada
1	Muy leve
2	Leve
3	Moderada
4	Algo grave
5	Grave
6	-
7	Muy grave
8	-
9	Muy, muy grave
10	Máxima

*Imagen 27: Escala de disnea modificada de Borg <sup>118</sup>.*

- C) Expanded Disability Status Scale (EDSS) de Kurtzke** → Valora el grado de afectación de un paciente por la EM. Es la más utilizada para evaluar la situación funcional de las personas con EM. La EDSS evalúa la discapacidad de acuerdo a ocho sistemas funcionales. Sus principales inconvenientes son: a) la fiabilidad interobservador no es muy elevada; b) tiene poca sensibilidad a la hora de cuantificar pequeños cambios en los pacientes. Pese a ello es la escala más utilizada en pacientes con EM <sup>119</sup>. **(Anexo 4)**

#### 5) Consentimiento informado y hoja informativa

Se utiliza el modelo de consentimiento informado del paciente o colaborador "Impreso CBE-A1" de la Universidad de Salamanca. Dicho documento debe ir acompañado obligatoriamente de una hoja informativa en la que se recojan las características principales del estudio así como los efectos adversos que pudieran aparecer en su transcurso <sup>120</sup>. **(Anexo 5)**

6) Hoja de valoración

Se diseña una historia clínica en la que se recogen todos los aspectos que valoramos en el estudio de manera resumida. (Anexo 6)

7) Programa de ejercicios respiratorios (Anexo 1)

8) Treshold IMT (Anexo 2)

**E) Parámetros valorados**

- 1) Datos de filiación:
  - Nombre y apellidos.
  - Sexo.
  - Dirección.
  - Número de teléfono.
  - Fecha de nacimiento (edad).
  - Trabajo.
- 2) Edad al diagnóstico de la enfermedad y tipo de EM:
  - Primaria progresiva.
  - Secundaria progresiva.
  - Remitente Recurrente.
- 3) Medicación: Valoramos la toma o no de medicación y el objetivo de la misma:
  - Esclerosis Múltiple.
  - Espasticidad.
  - Temblor.
  - Vejiga.
  - Fatiga.
  - Dolor.
  - Psicológicos.
  - Otros.
- 4) Antecedentes tabáquicos.
- 5) Altura, peso e Índice de Masa Corporal (IMC): El IMC, también conocido como índice de Quetelet, es el resultado de la división de la masa en kilogramos de una persona entre el cuadrado de la estatura expresada en metros:

$$IMC = \frac{Masa (Kg)}{Talla^2 (m)}$$

Como vemos en la siguiente tabla propuesta por la Organización Mundial de la Salud, en adultos se suele establecer que un IMC comprendido en el intervalo de 18,5 a 25 corresponde a una persona saludable. Un IMC por debajo de 18,5 indica malnutrición o algún problema de salud, mientras que un IMC de 25 o superior indica sobrepeso. Del mismo modo, se entiende que si el resultado de la división es superior a 30 existe obesidad leve y a partir de 40 la persona sufre obesidad mórbida, que puede llegar a requerir una operación quirúrgica.

Clasificación según la OMS

<b>Infrapeso</b>	< 18,5
Delgadez severa	<16
Delgadez moderada	16 – 16,99
Delgadez aceptable	17 – 18,49
<b>Normopeso</b>	18,5 – 24,99
<b>Sobrepeso</b>	≥ 25
Sobrepeso grado 1	25 – 27,49
Sobrepeso grado 2	27,5 – 29,99
<b>Obesidad</b>	≥ 30
Obesidad grado 1	30 – 34,99
Obesidad grado 2	35 – 39,99
Obesidad grado 3 (mórbida)	≥40

Tabla 6: Clasificación IMC según la OMS <sup>121</sup>.

- 6) Grado de afectación por EM: Se utiliza para su cuantificación la “Expanded Disability Status Scale (EDSS) de Kurtzke” que evalúa 8 sistemas funcionales para obtener un resultado <sup>122</sup>.

- 7) Disnea: Se mide con la Escala de Borg, una herramienta ampliamente utilizada para la medición subjetiva de este síntoma <sup>118</sup>.
- 8) Calidad de vida: Se valora a través de la escala SF-12v2 Health Survey <sup>114</sup>.
- 9) Parámetros respiratorios:
  - Mediciones con el Pulsioxímetro:
    - Saturación de oxígeno
    - Pulso
  - Mediciones con el Medidor de PIM-PEM:
    - Presión Inspiratoria Máxima (PIM)
    - Presión Espiratoria Máxima (PEM)
  - Mediciones con el Espirómetro:
    - Volumen corriente o volumen tidal (VT)
    - Volumen de reserva espiratorio (VRE)
    - Volumen de reserva inspiratorio (VRI)
    - Capacidad vital (VC)
    - Capacidad vital forzada (FVC)
    - Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>)
    - Volumen inspiratorio forzado en el primer segundo (FIV<sub>1</sub>)
    - Índice de Tiffeneau: FEV<sub>1</sub>/CV
    - Flujo espiratorio pico o máximo (PEF)
    - Flujo inspiratorio pico o máximo (PIF)
    - Flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la FVC (FEF<sub>25-75</sub>)

#### **F) Confiabilidad y validez del estudio**

El estudio se realiza en la Asociación Salmantina de Esclerosis Múltiple (ASDEM) y en la Asociación Zamorana de Esclerosis Múltiple (AZDEM), en periodos de tiempo distintos y durante 12 semanas cada uno, con instrumentos de medida calibrados, validados y utilizados a nivel mundial para estas mediciones. La información fue recolectada directamente por el investigador previa aleatorización de los participantes para incluirlos en uno u otro grupo de trabajo.



## ***4. RESULTADOS***



## PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

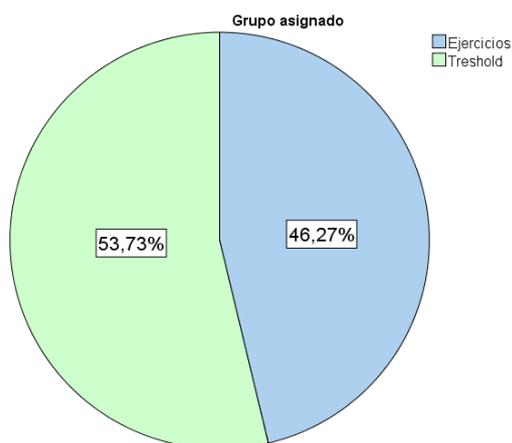
El análisis estadístico de los resultados se realizó a través del programa “IBM SPSS Statistics”. Se determinaron datos descriptivos de la muestra en todas las variables estudiadas y se compararon los datos respiratorios antes y después de la intervención en cada grupo y entre ellos.

La asignación del paciente a cada grupo se puede considerar aleatoria y por tanto la pertenencia a uno u otro grupo no influirá en la robustez de las pruebas estadísticas que se utilicen.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PACIENTES DEL TOTAL DE LA MUESTRA

### ***Distribución de los pacientes a los dos grupos experimentales:***

Se cuenta con una muestra total de 67 pacientes recolectados en la ASDEM y la AZDEM, distribuidos aleatoriamente entre los 2 grupos de trabajo. 31 pacientes fueron incluidos en el grupo “Ejercicios respiratorios” y 36 pacientes en el grupo “Treshold”.

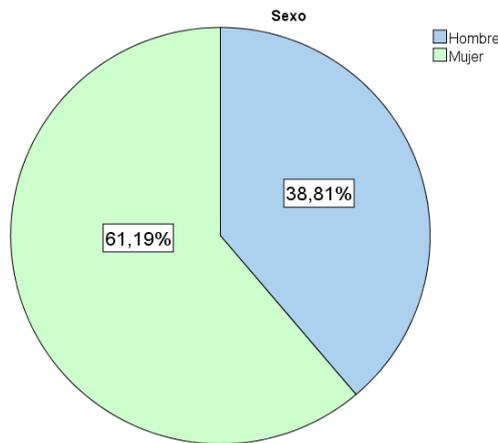


*Gráfica 1: División de la muestra en los 2 grupos de trabajo.*

**Estadística descriptiva de las variables cualitativas:**

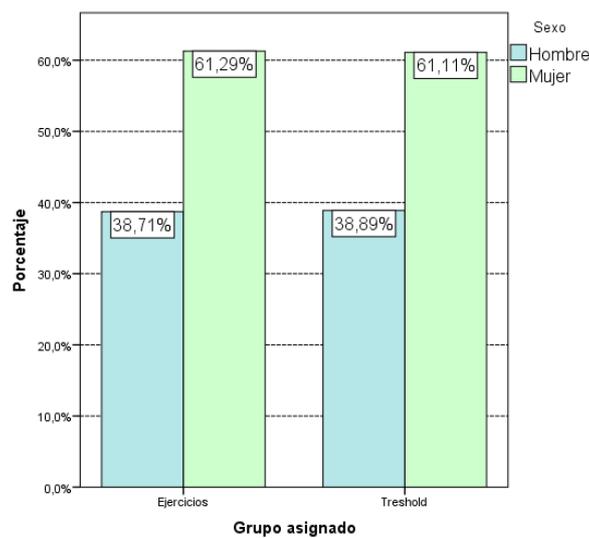
**- Por sexo**

De los 67 pacientes con los que se cuenta para el estudio 41 eran mujeres (61,2%) y 26 hombres (38,8%).



Gráfica 2: Porcentaje de mujeres y hombres en la muestra.

En el grupo “Ejercicios respiratorios” encontramos 19 mujeres (61,29 %) y 12 hombres (38,71 %), mientras en el grupo “Treshold” tenemos 22 mujeres (61,11 %) y 14 hombres (38,89 %).

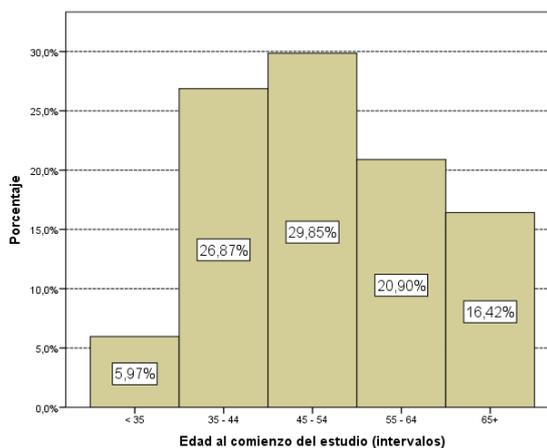


Gráfica 3: División de cada grupo de estudio por sexos.

- **Según la edad al comienzo del estudio.**

El 77,62 % de los pacientes estudiados tienen una edad entre 35 y 64 años al entrar en el estudio. El paciente más joven tiene 29 años y el más longevo 83, siendo la media de edad de nuestros participantes de 51,43 años al comenzar el estudio.

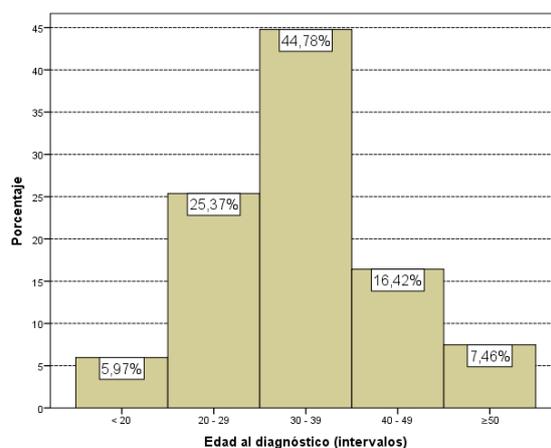
La edad media de los hombres es de 50,61 años y de las mujeres de 52,25 años.



Gráfica 4: Edad al comienzo del estudio.

- **En función de la edad al diagnóstico de la enfermedad.**

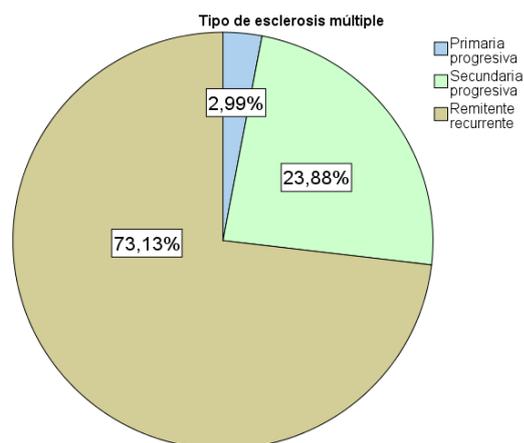
La edad mínima de diagnóstico de EM en nuestra muestra es de 15 años y la máxima de 67 años. Obtenemos una edad media en la que reciben el diagnóstico de 34,09 años.



Gráfica 5: Edad al diagnóstico de EM.

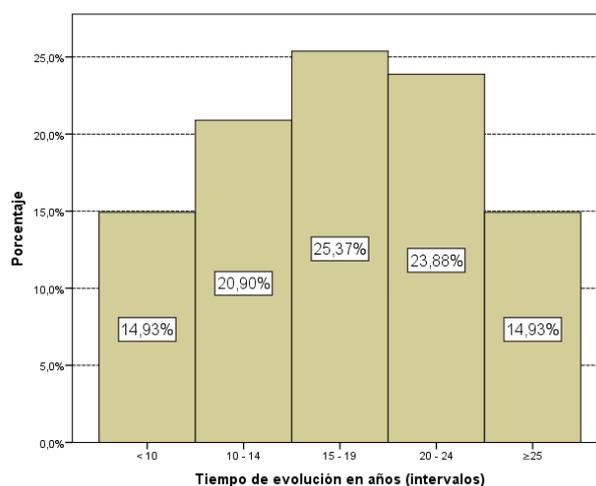
- Según el tipo de Esclerosis Múltiple diagnosticado.

Observamos que la mayor parte de los pacientes presentan una EM Remitente Recurrente (49), mientras que un número muy pequeño tienen un diagnóstico de EM Primaria Progresiva (2); 16 pacientes padecen EM Secundaria Progresiva.



Gráfica 6: Tipos de EM en nuestros pacientes.

Analizando el tiempo de evolución de la enfermedad, es decir, el tiempo que estos pacientes llevan conviviendo con la EM, observamos que oscila entre 2 años y 35 años, siendo la media 17,36 años desde el primer diagnóstico de EM.

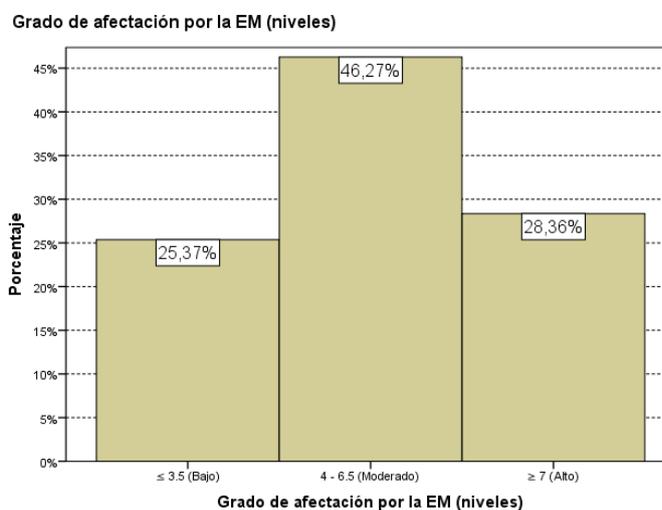


Gráfica 7: Tiempo de evolución de la EM.

- **En función del grado de afectación por EM (discapacidad).**

Como ya dijimos anteriormente para evaluar el grado de afectación por la enfermedad se utiliza la Expanded Disability Status Scale (EDSS).

Dividimos la puntuación obtenida en la escala EDSS atendiendo a 3 niveles de discapacidad, 17 pacientes pertenecen al intervalo de afectación “bajo” (0 - 3,5), 31 al “moderado” (4 - 6,5) y 19 al “alto” (> 7).



*Gráfica 8: Grado de afectación por la EM. Puntuación en la escala EDSS.*

La discapacidad media es de 5,358 puntos en la EDSS y la mediana 6.

Realizamos la prueba de “Kolmogorov-Smirnov” para ver si la variable EDSS sigue una distribución normal. Dicha variable no sigue una distribución normal, por tanto es más robusto para su análisis estadístico el uso de herramientas no paramétricas.

Diferencias entre ambos sexos en la EDSS

			Recuento	Media	Mediana	Desviación estándar
Grado de afectación por la EM	Sexo	Hombre	26	5,54	6,50	2,45
		Mujer	41	5,24	6,00	2,23

*Tabla 7: EDSS según el sexo.*

Se realiza la prueba no paramétrica “U de Mann Whitney” para muestras independientes y se concluye que no hay diferencias significativas en la puntuación obtenida en la escala EDSS entre hombres y mujeres, por tanto podemos decir que en nuestra muestra la discapacidad ocasionada por la EM es semejante entre ambos sexos.

Diferencias entre ambos grupos del estudio en la EDSS

			Recuento	Media	Mediana	Desviación estándar
Grado de afectación por la EM	Grupo asignado	Ejercicios	31	5,18	5,50	2,32
		Threshold	36	5,51	6,50	2,31

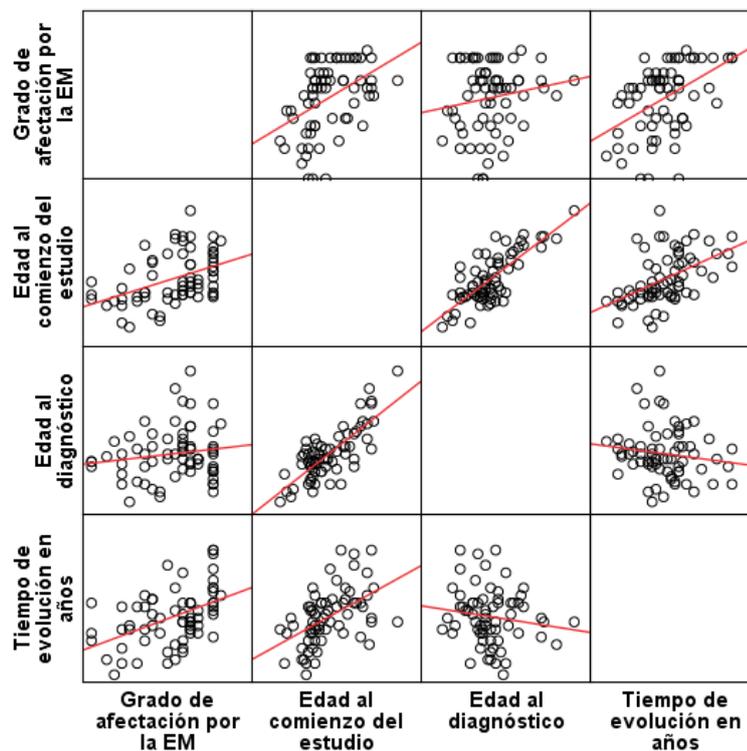
*Tabla 8: EDSS por grupo de estudio.*

Se realiza la prueba “U de Mann Whitney” para muestras independientes y se concluye que no hay diferencias significativas en el EDSS entre los individuos del grupo “Ejercicios” y los del grupo “Threshold”, así podemos afirmar que la inclusión en uno u otro grupo no está condicionado por la discapacidad y viceversa.

### Correlaciones de la variable EDSS con otras variables cualitativas

Se utiliza la prueba “Rho de Spearman” para establecer correlaciones entre las variables EDSS, edad al comienzo del estudio, edad al diagnóstico y tiempo de evolución. Obtenemos que las correlaciones entre el EDSS, la edad al comienzo del estudio y el tiempo de evolución en años son significativas ( $p$ -valor=0.000) y además son positivas 0.469, 0.481 y 0.565, por tanto la relación entre las variables es directa, es decir si una variable aumenta la otra también, tienen el mismo comportamiento.

Con respecto a la variable “edad al diagnóstico” no se hallaron diferencias significativas y las variables no están correlacionadas, por tanto no tienen el mismo comportamiento.



Gráfica 9: Correlaciones de la EDSS con otras variables cualitativas.

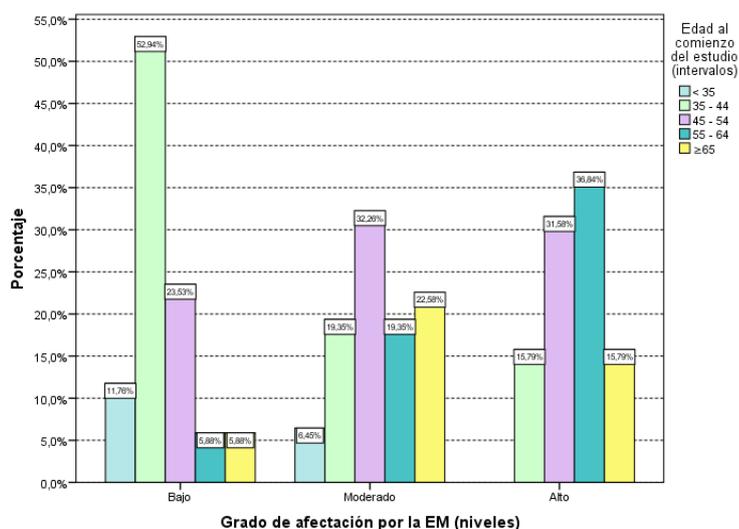
Comportamiento de la variable EDSS por grupos de Edad

Se utiliza la prueba no paramétrica de “Kruskal-Wallis” para encontrar diferencias en el EDSS para más de dos grupos independientes y aparecen diferencias significativas en el EDSS entre los distintos grupos de edad, es decir, la edad influye en la discapacidad. A mayor edad de nuestros pacientes, mayor puntuación obtienen en la escala EDSS y por tanto mayor grado de discapacidad presentan.

			Recuento	Media	Mediana	Desviación estándar
Grado de afectación por la EM	Edad al comienzo del estudio (intervalos)	< 35	4	3,38	3,50	1,31
		35 - 44	18	3,94	3,75	2,57
		45 - 54	20	5,68	6,50	2,10
		55 - 64	14	6,46	7,25	1,90
		≥65	11	6,41	6,50	1,41

Tabla 9: EDSS según la edad de la muestra.

Las distribuciones de las variables EDSS y Edad (ambas en 5 intervalos) se observan en el siguiente gráfico:



Gráfica 10: Grado de afectación por EM según los grupos de edad.

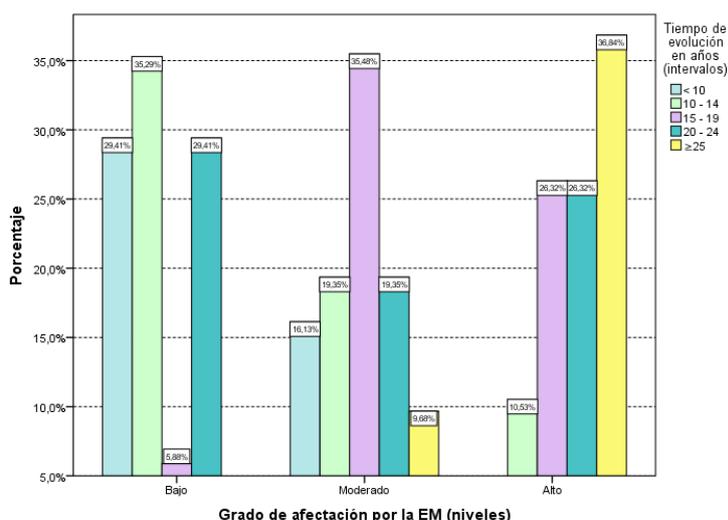
Comportamiento de la variable EDSS en función del tiempo de evolución con la enfermedad

Se utiliza la prueba no paramétrica de “Kruskal-Wallis” y obtenemos que aparecen diferencias significativas en el EDSS entre los distintos grupos de tiempo de evolución con la enfermedad, es decir, el tiempo de evolución con la enfermedad influye en la puntuación obtenida en la escala EDSS. A mayor tiempo de evolución mayor grado de discapacidad encontramos.

		Recuento	Media	Mediana	Desviación estándar	
Grado de afectación por la EM	Tiempo de evolución en años (intervalos)	< 10	10	3,70	4,00	1,99
		10 - 14	14	4,43	5,00	2,58
		15 - 19	17	5,97	6,50	1,47
		20 - 24	16	5,37	6,25	2,56
		≥25	10	7,25	8,00	1,23

Tabla 10: EDSS según el tiempo de evolución con la EM.

Las distribuciones de las variables EDSS y Tiempo de evolución se observan en los gráficos siguientes:



Grafica 11: Grado de afectación por la EM según el tiempo de evolución con la enfermedad.

Comportamiento de la variable EDSS según el hábito tabáquico

No hay diferencias significativas en la prueba de “Kruskal-Wallis” por lo que el hecho de haber fumado no influye en la mayor o menor puntuación obtenida en la escala EDSS para los pacientes de nuestro estudio. Lo mismo sucede comparando los resultados de los pacientes que siguen fumando con los que han dejado de fumar, no se aprecian diferencias entre ambos en el EDSS.

- **Según la pauta de medicación.**

El 97% de los pacientes estudiados (65) toma algún tipo de medicamento diario, mientras que únicamente el 3% (2) refiere no tomar medicación o tomarla en casos puntuales.

Para los 65 pacientes que toman medicación, se detallan estos medicamentos según el síntoma contra el que van dirigidos: Espasticidad, temblor, vejiga, fatiga, dolor, psicológico, tratamiento de la esclerosis múltiple y otros tipos.

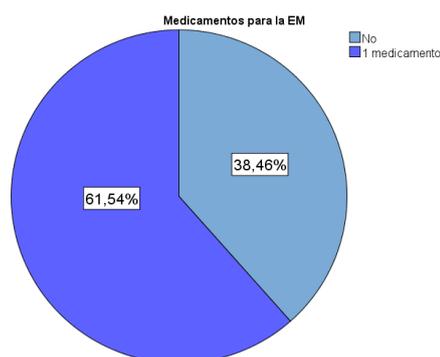
	Espasticidad			Temblor		Vejiga	
	No	1	2	No	1	No	1
Recuento	26	38	1	63	2	52	13
% por patología	40,00%	58,46%	1,54%	96,92%	3,08%	80,00%	20,00%

	Fatiga		Dolor		Psicológico		
	No	1	No	1	No	1	2
Recuento	38	27	52	13	38	25	2
% por patología	58,46%	41,54%	80,00%	20,00%	58,46%	38,46%	3,08%

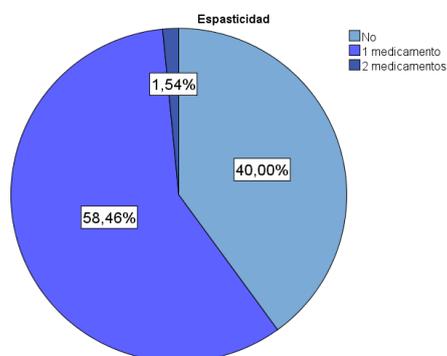
	Otros				Esclerosis múltiple	
	No	1	2	4	No	1
Recuento	40	21	3	1	25	40
% por patología	61,54%	32,31%	4,62%	1,54%	38,46%	61,54%

Tabla 11: Medicación pautaada en la muestra.

La medicación pautaada con mayor frecuencia en nuestros pacientes es la destinada a luchar contra el progreso de la enfermedad (EM), el 61,54% de los participantes la toman; seguida por la medicación contra la espasticidad, recetada en el 60% de los casos.

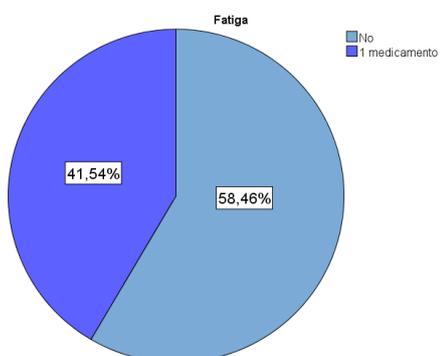


Gráfica 12: Medicación para luchar contra el curso de la EM.

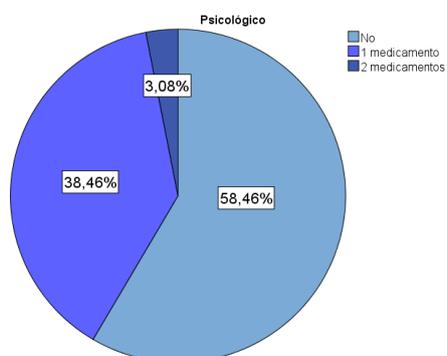


Gráfica 13: Medicación contra la espasticidad.

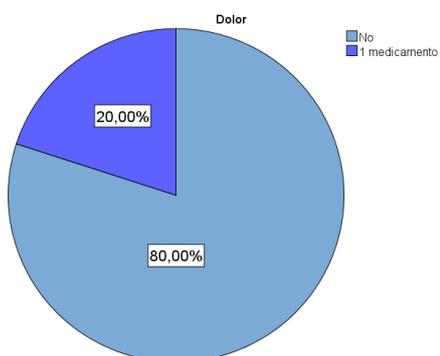
También cabe destacar la importancia de la toma de medicamentos contra la fatiga y las alteraciones psicológicas (41,54%). Para el tratamiento del dolor y las alteraciones urinarias tienen prescrita medicación el 20% de nuestros pacientes, mientras que solamente el 3,08% toman medicamentos para paliar el temblor.



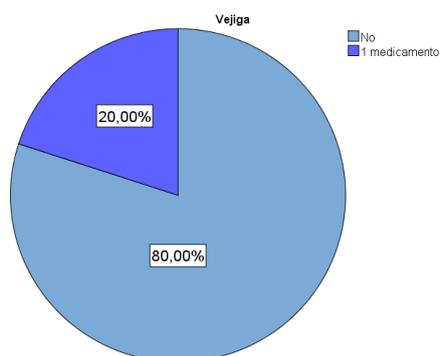
Gráfica 14: Medicación para la fatiga.



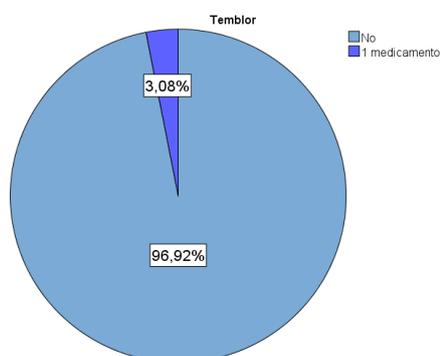
Gráfica 15: Medicación psicológica.



Gráfica 16: Medicación para el dolor.

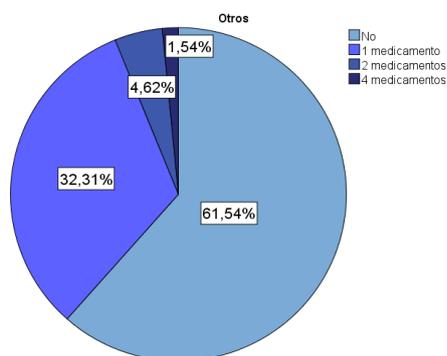


Gráfica 17: Medicación trastornos urinarios.

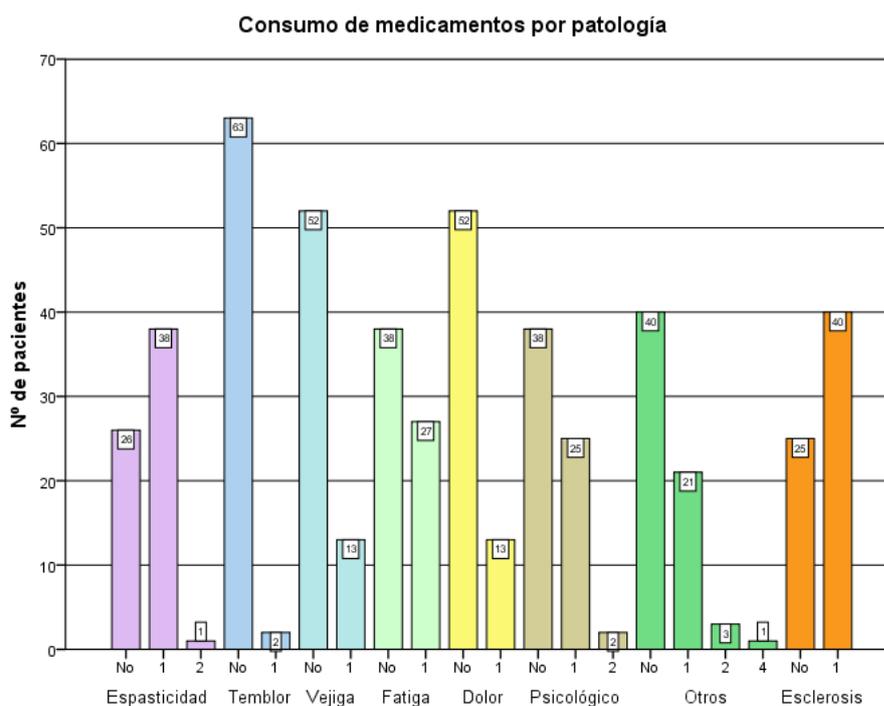


Gráfica 18: Medicación para el temblor.

Por último, el 38,46% refieren tomar medicación con alguna otra finalidad.



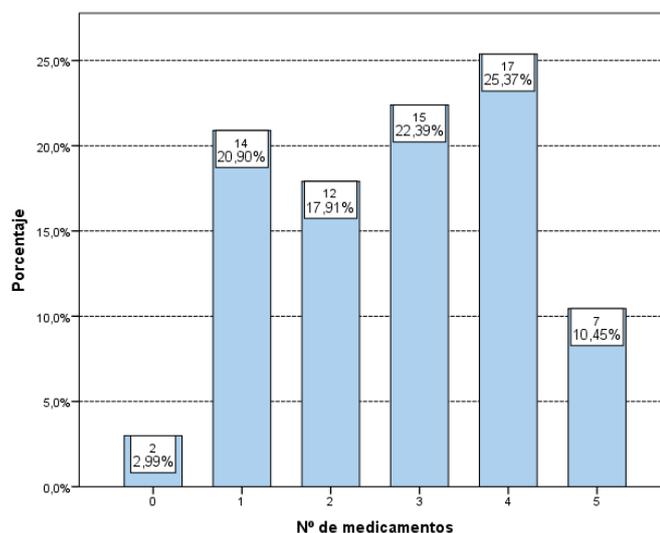
Gráfica 19: Medicación pautada con otra finalidad.



Gráfica 20: Esquema de la pauta de medicación por síntomas.

A continuación mostramos la carga de medicación de los pacientes, es decir, los diferentes síntomas para los que tienen recetados medicamentos.

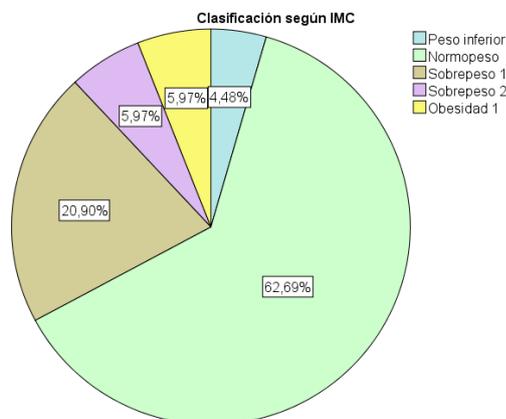
De los 65 pacientes que tienen recetada medicación, 14 toman únicamente medicamentos para un síntoma, 12 para 2 síntomas diferentes, 15 para 3 síntomas diferentes, 17 para 4 síntomas diferentes y 7 para 5 síntomas diferentes. La media de síntomas presentes en cada paciente con tratamiento medicamentoso activo es de 2,78, y la mediana 3.



Gráfica 21: Número de medicamentos recetados por paciente.

- **Por Índice de Masa Corporal (IMC)**

Se engloba a los pacientes en uno de los 5 subgrupos en los que estudiamos el IMC y se observa que la mayor parte de ellos presenta un peso normal (62,69 %), seguido de sobrepeso grado 1 (20,9 %), y con menor porcentaje sobrepeso grado 2 (5,97 %), obesidad grado 1 (5,97 %) y peso inferior a lo normal (4,48 %). El IMC medio es de 23,75.



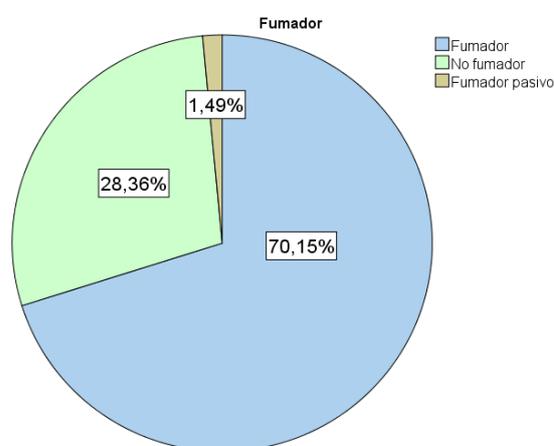
Gráfica 22: IMC.

Los hombres de nuestra muestra tienen una estatura media de 174,65 cm, un peso medio de 74,42 kg y un IMC de 24,35.

Por su parte, las mujeres tienen una estatura de 159,66 cm, un peso de 59,44 kg y un IMC de 23,15.

- **Según el hábito tabáquico.**

El 70,1% de los pacientes (47) afirman haber fumado en algún momento de su vida, frente al 28,4% (29) que nunca habían fumado. Tenemos un caso particular de una paciente que refería no haber fumado pero por sus antecedentes personales es considerada fumadora pasiva debido a la gran exposición al humo de tabaco que pasó durante un número importante de años.



Gráfica 23: Hábito tabáquico de nuestra muestra.

El consumo medio de tabaco entre los fumadores es de 18,6 cigarrillos al día y el tiempo medio total fumando es de 20,02 años.

De los 47 fumadores de nuestra muestra, 13 siguen fumando en el momento de la revisión inicial y 34 han dejado de fumar.

*Estadística de las variables cuantitativas al inicio del estudio.*

**Comparación de los valores iniciales obtenidos en las variables cuantitativas**

Analizamos los datos medidos en la revisión inicial de todos nuestros pacientes comparándolos por sexo (hombre, mujer), por tipo de EM (EM RR, EM SP), por el hábito tabáquico (fumador, no fumador) y por la puntuación EDSS ( bajo, moderado, alto).

**a. Disnea**

- 15,61% mayor en mujeres que en hombres.
- 13,55% mayor en EM RR que en EM SP.
- 10% mayor en fumadores.
- 27,76% mayor en EDSS moderado que en bajo; 9,81% mayor en alto que en bajo; 19,9% mayor en moderado que en alto.

**b. Calidad de vida (ISF)**

- 1,76% mayor en mujeres que en hombres.
- 10,46% mayor en EM RR que en EM SP.
- 0,9% mayor en fumadores.
- 25,73% mayor en EDSS bajo que en moderado; 32% mayor en bajo que en alto; 8,45% mayor en moderado que en alto.

**c. Calidad de vida (ISM)**

- 3,23% mayor en hombres que en mujeres.
- 0,74% mayor en EM SP que en EM RR.
- 9,58% mayor en no fumadores.
- 1,88% mayor en EDSS moderado que en bajo; 8,39% mayor en alto que en bajo; 6,59% mayor en alto que en moderado.

**d. FVC**

- 32,36% mayor en hombres que en mujeres.
- 15,65% mayor en EM RR que en EM SP.
- 15,74% mayor en fumadores.
- 23,82% mayor en EDSS bajo que en moderado; 43,77% mayor en bajo que en alto; 26,19% mayor en moderado que en alto.

**e. FEV<sub>1</sub>**

- 31,09% mayor en hombres que en mujeres.
- 20,15% mayor en EM RR que en EM SP.
- 17,94% mayor en fumadores.
- 28,19% mayor en EDSS bajo que en moderado; 47,25% mayor en bajo que en alto; 26,31% mayor en moderado que en alto.

**f. VC**

- 30,65% mayor en hombres que en mujeres.
- 31,11% mayor en EM RR que en EM SP.
- 20,22% mayor en fumadores.
- 26,14% mayor en EDSS bajo que en moderado; 53,72% mayor en bajo que en alto; 37,34% mayor en moderado que en alto.

**g. VT**

- 43,38% mayor en hombres que en mujeres.
- 5% mayor en EM RR que en EM SP.
- 21,48% mayor en fumadores.
- 28,78% mayor en EDSS bajo que en moderado; 51,79% mayor en bajo que en alto; 32,32% mayor en moderado que en alto.

**h. ERV**

- 7,92% mayor en hombres que en mujeres.
- 48,69% mayor en EM RR que en EM SP.
- 40% mayor en fumadores.
- 5,08% mayor en EDSS moderado que en bajo; 50% mayor en bajo que en alto; 52,54% mayor en moderado que en alto.

**i. IRV**

- 32,91% mayor en hombres que en mujeres.
- 44,4% mayor en EM RR que en EM SP.
- 10,24% mayor en no fumadores.
- 33,52% mayor en EDSS bajo que en moderado; 49,72% mayor en bajo que en alto; 24,37% mayor en moderado que en alto.

**j. MVV**

- 30,15% mayor en hombres que en mujeres.
- 42,57% mayor en EM RR que en EM SP.
- 10,85% mayor en fumadores.
- 41,29% mayor en EDSS bajo que en moderado; 58,13% mayor en bajo que en alto; 28,68% mayor en moderado que en alto.

**k. PEF**

- 25,62% mayor en hombres que en mujeres.
- 26,36% mayor en EM RR que en EM SP.
- 14,63% mayor en fumadores.
- 33,58% mayor en EDSS bajo que en moderado; 50,69% mayor en bajo que en alto; 25,61% mayor en moderado que en alto.

**l. FEF<sub>25-75</sub>**

- 25,76% mayor en hombres que en mujeres.
- 28,69% mayor en EM RR que en EM SP.
- 13,15% mayor en fumadores.
- 35,71% mayor en EDSS bajo que en moderado; 49,58% mayor en bajo que en alto; 21,57% mayor en moderado que en alto.

**m. FIV<sub>1</sub>**

- 31,15% mayor en hombres que en mujeres.
- 12,38% mayor en EM RR que en EM SP.
- 11,66% mayor en fumadores.
- 28,87% mayor en EDSS bajo que en moderado; 43,66% mayor en bajo que en alto; 20,79% mayor en moderado que en alto.

**n. PIF**

- 14,86% mayor en hombres que en mujeres.
- 18,02% mayor en EM RR que en EM SP.
- 6,59% mayor en fumadores.
- 30,02% mayor en EDSS bajo que en moderado; 41,5% mayor en bajo que en alto; 16,4% mayor en moderado que en alto.

**o. FEV<sub>1</sub>/VC**

- 14,86% mayor en hombres que en mujeres.
- 4,35% mayor en EM SP que en EM RR.
- 3,03% mayor en fumadores.
- 18,66% mayor en EDSS bajo que en moderado; 28.84% mayor en bajo que en alto; 12,54% mayor en moderado que en alto.

**p. PIM**

- 25,05% mayor en hombres que en mujeres.
- 11,19% mayor en EM RR que en EM SP.
- 14,38% mayor en fumadores.
- 23,13% mayor en EDSS bajo que en moderado; 34,21% mayor en bajo que en alto; 14,41% mayor en moderado que en alto.

**q. PEM**

- 28,69% mayor en hombres que en mujeres.
- 13,31% mayor en EM RR que en EM SP.
- 33,76% mayor en fumadores.
- 18,93% mayor en EDSS bajo que en moderado; 37,94% mayor en bajo que en alto; 23,54% mayor en moderado que en alto.

**r. SatO<sub>2</sub>**

- 0,41% mayor en hombres que en mujeres.
- 0,24% mayor en EM SP que en EM RR.
- 0,21% mayor en no fumadores.
- 0,62% mayor en EDSS bajo que en moderado; 0,60% mayor en bajo que en alto; 0,02% mayor en alto que en moderado.

**s. Pulso**

- 8,1% mayor en hombres que en mujeres.
- 7,9% mayor en EM RR que en EM SP.
- 11,45% mayor en fumadores.
- 0,01% mayor en EDSS bajo que en moderado; 6,5% mayor en bajo que en alto; 5,36% mayor en moderado que en alto.

De estos datos podemos deducir:

- Comparando los valores iniciales entre hombres y mujeres observamos que ellas presentan una percepción de disnea mayor que los hombres y un pulso más bajo. En todas las variables respiratorias estudiadas los hombres consiguen valores más altos que las mujeres, un 26,75% de media mayores.
- La percepción de la disnea y la calidad de vida (aspecto físico) son mayores en los pacientes con EM RR que en aquellos con EM SP; lo mismo sucede con las variables respiratorias, todas menos el FEV<sub>1</sub>/VC son superiores en los pacientes con EM RR.
- En los fumadores aparece una disnea más elevada que en no fumadores y un ISM menor. Por norma general, en la valoración inicial, los parámetros respiratorios estudiados presentan resultados ligeramente más altos en los fumadores.
- Relacionamos los valores medidos en la revisión inicial de las variables cuantitativas con la puntuación de los pacientes en la escala EDSS, es decir, con su grado de discapacidad, para ello usamos la prueba "Rho de Spearman". Todas las correlaciones significativas que encontramos son negativas o inversas, por tanto, cuanto mayor sea el valor de la EDSS menor será el valor de la variable estudiada. Estas variables, ordenadas de mayor a menor relación con la EDSS (las primeras de la lista serán las que más disminuirán cuanto más alta sea la EDSS) son las siguientes:

1. PEF
2. MVV
3. FEF<sub>25-75</sub>
4. FEV<sub>1</sub>
5. Calidad de vida (ISF)
6. VC
7. FVC
8. PEM
9. PIF

10. ERV
11. IRV
12. PIM
13. FIV<sub>1</sub>

En el resto de variables cuantitativas estudiadas no se obtienen correlaciones significativas.

Podemos afirmar que cuanto mayor sea la discapacidad de nuestros pacientes peores datos obtendremos en las pruebas respiratorias.

### **Estudio individual de la calidad de vida**

Se utiliza la prueba “T de Student” para buscar diferencias entre los valores obtenidos en la escala SF-12v2 entre ISF e ISM. Aparecen diferencias estadísticamente significativas entre ISF e ISM, y como el intervalo de confianza de la diferencia  $ISF - ISM < 0$ , entonces  $ISF < ISM$ , o lo que es lo mismo, **la percepción de los pacientes con EM a cerca de su calidad de vida es peor en el ámbito físico que en el ámbito mental, al valorarla con la escala SF-12v2.**

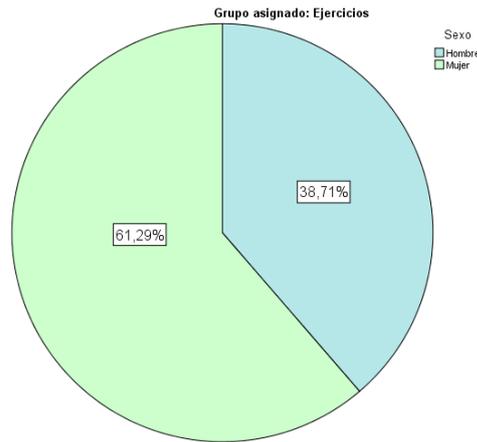
Por otra parte, la puntuación en el ISF es peor según aumenta la edad de nuestros pacientes. Con el ISM la mejor puntuación se alcanza en la franja de edad de 45-54 años mientras que la peor la medimos en los pacientes más jóvenes (<35 años), principalmente debido al impacto psicológico que supone el diagnóstico de la enfermedad.

Los participantes con diagnóstico de EM RR obtienen mejor puntuación en el ISF que los de EM SP, mientras que en el ISM ambos logran valores muy parecidos. Como hemos dicho la variante EM RR es la forma menos agresiva y de menos pronóstico por lo que tiende a ocasionar menos discapacidades que las otras formas evolutivas.

## GRUPO EJERCICIOS RESPIRATORIOS

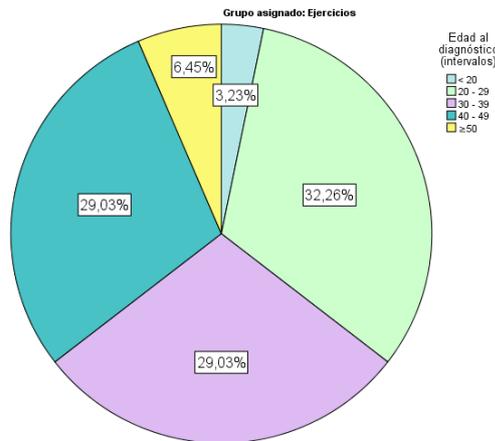
### Estadística descriptiva

Está compuesto por 31 pacientes (46,3% de la muestra), 19 mujeres y 12 hombres.



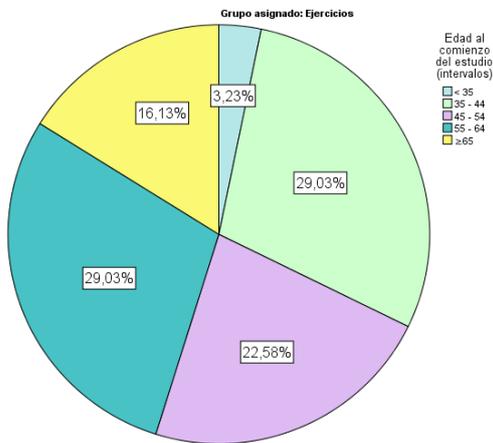
Gráfica 24: División por sexo del grupo "Ejercicios respiratorios".

La edad media al diagnóstico de la enfermedad es de 34,74 años, la edad mínima de diagnóstico es de 19 años y la máxima de 67 años.

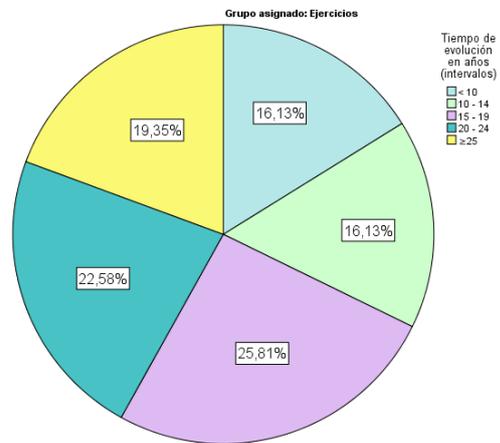


Gráfica 25: Edad de diagnóstico en el grupo "Ejercicios respiratorios".

Los pacientes del grupo “Ejercicios respiratorios” tienen una edad media de 53,06 años cuando entran en el estudio y llevan conviviendo con la EM una media de 18,35 años.

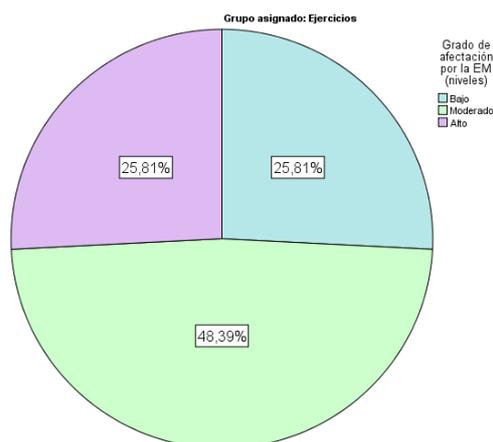


Gráfica 26: Edad al comienzo del estudio del grupo “Ejercicios respiratorios”.



Gráfica 27: Tiempo de evolución con la EM del grupo “Ejercicios respiratorios”.

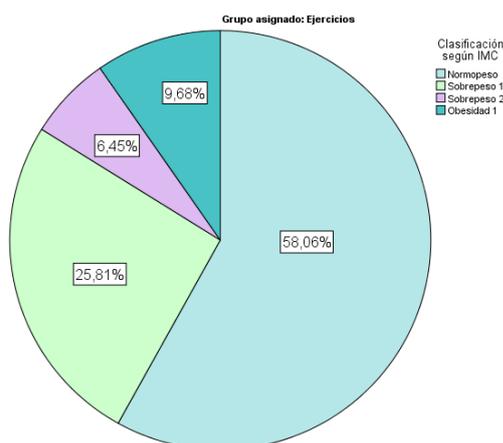
El valor medio de discapacidad obtenido con la escala EDSS es de 5,210 puntos.



Gráfica 28: Discapacidad de los pacientes del grupo “Ejercicios respiratorios” medida con la escala EDSS.

La EM RR es la forma de EM más frecuente en este grupo, 64,5% de los pacientes, seguido de la EM SP, 32,26%, y la EM PP, 3,26%.

El IMC medio es de 24,82 (Normopeso), siendo la talla media 164,97 cm y el peso 67,52 kg.



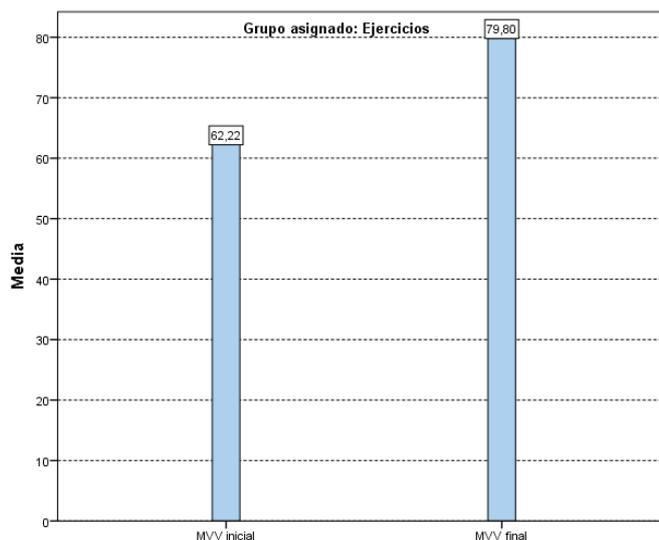
Gráfica 29: IMC del grupo "Ejercicios respiratorios".

Este grupo tiene una carga medicamentosa de 2,55.

### **Análisis de las variables cuantitativas**

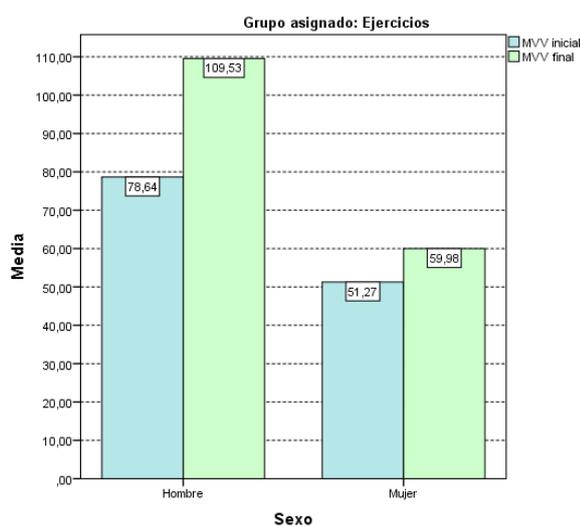
En el grupo "Ejercicios respiratorios" hayamos diferencias estadísticamente significativas en las variables MVV, PEF, PIM y PEM tras el periodo de intervención respiratoria de 12 semanas.

- **MVV** → Ha aumentado con el experimento entre 9,07 y 26,09 litros/minuto. Se consigue un aumento importante en el valor MVV de 17,58 litros/minuto de media al final del estudio con respecto al inicio, lo que se traduce en un incremento del 28,25% del valor inicial.



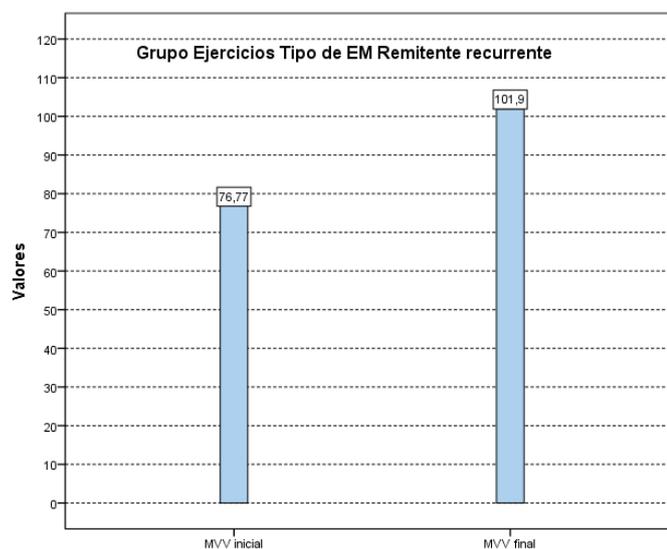
Gráfica 30: Evolución de la MVV a lo largo de la intervención en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Si comparamos los datos obtenidos en la MVV por sexo apreciamos que sólo aparecen diferencias estadísticamente significativas en los hombres que consiguen un incremento del 39,27%.



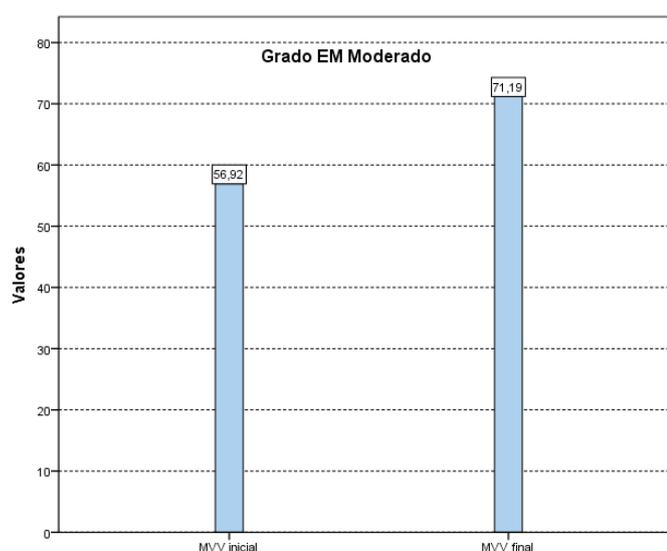
Gráfica 31: Evolución de la MVV a lo largo de la intervención en el grupo “Ejercicios respiratorios” por sexos.

Analizando la MVV en función del tipo de EM observamos que únicamente hay diferencias significativas en aquellos que padecen EM RR, los cuales obtienen un 26,3% de mejoría en la MVV.



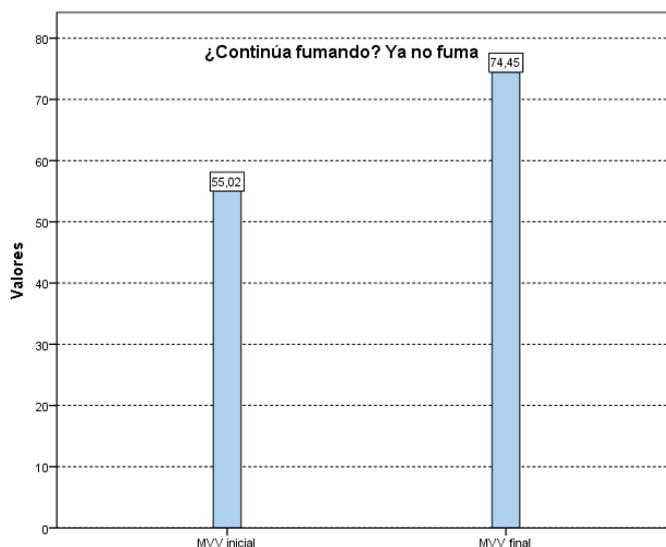
Gráfica 32: Evolución de la MVV a lo largo de la intervención en el grupo "Ejercicios respiratorios" en los pacientes con EM RR.

Comparando los datos obtenidos en la MVV según la puntuación EDSS, encontramos diferencias estadísticamente significativas en los pacientes con afectación "moderada" que incrementan su MVV un 25,07%.



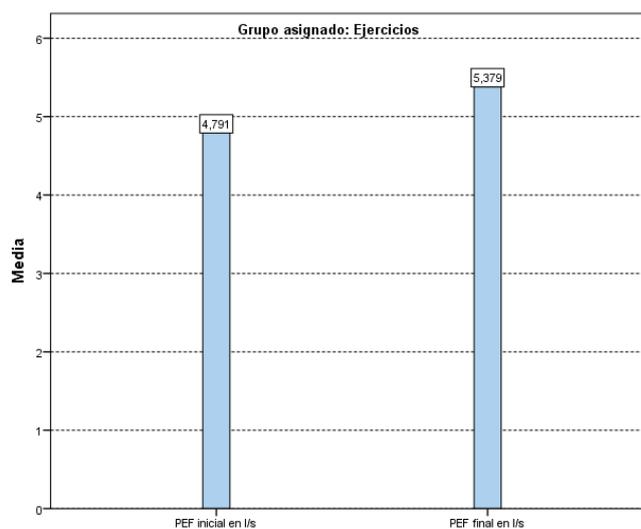
Gráfica 33: Evolución de la MVV a lo largo de la intervención en el grupo "Ejercicios respiratorios" en pacientes con discapacidad moderada.

Si valoramos los datos según el hábito tabáquico de nuestra muestra encontramos un aumento significativo del 28,12% en los no fumadores.



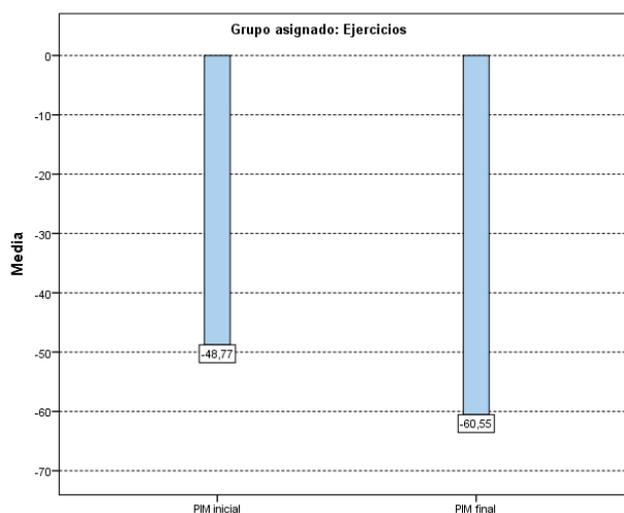
Gráfica 34: Evolución de la MVV a lo largo de la intervención en el grupo “Ejercicios respiratorios” en pacientes fumadores.

- **PEF** → Ha aumentado con el experimento entre 0,003 y 1,17 litros/segundo. Tras los tres meses de intervención respiratoria, los participantes del grupo “Ejercicios respiratorios” logran movilizar un flujo espiratorio pico 0,59 litros/segundo mayor, o un 12,28% mayor al final del estudio.



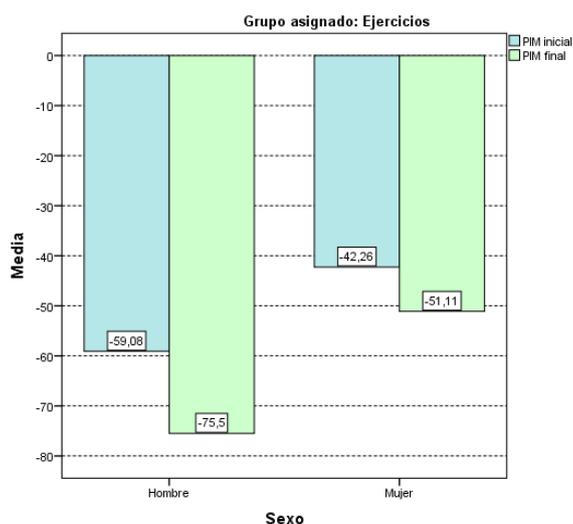
Gráfica 35: Evolución del PEF a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

- **PIM** → Ha disminuido con el experimento entre 6,35 y 17,19 cmH<sub>2</sub>O. (Al ser la PIM un valor negativo se traduce en un aumento de la fuerza inspiratoria). Los participantes del grupo “Ejercicios respiratorios” consiguen ejercer una presión inspiratoria 11,78 cm H<sub>2</sub>O de media mayor en la revisión final, o un 24,14% mayor.



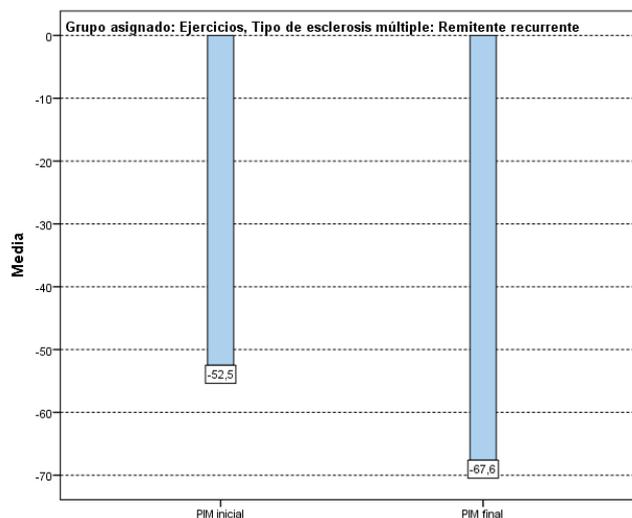
Gráfica 36: Evolución de la PIM a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Analizando los resultados entre ambos sexos, aparecen diferencias significativas en la PIM tanto en hombres como en mujeres, logrando incrementos del 27,77% y del 20,82% respectivamente.



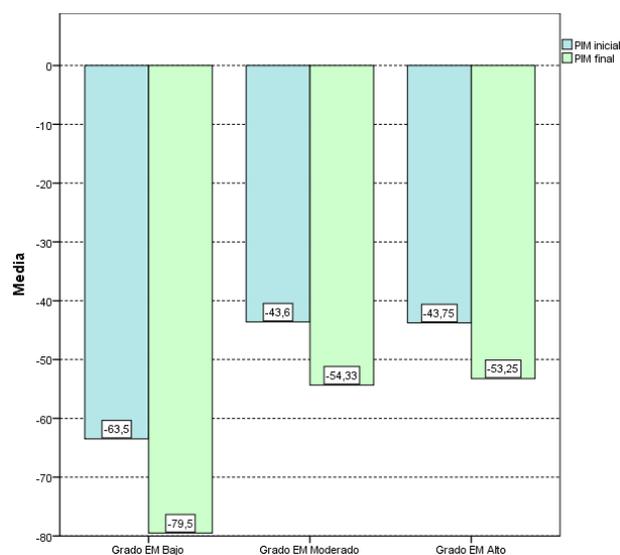
Gráfica 37: Evolución de la PIM a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios” en función del sexo.

Si comparamos los datos de la PIM en función del tipo de EM, sólo aparecen diferencias significativas en aquellos pacientes con EM RR que aumentan su PIM un 28,76%.



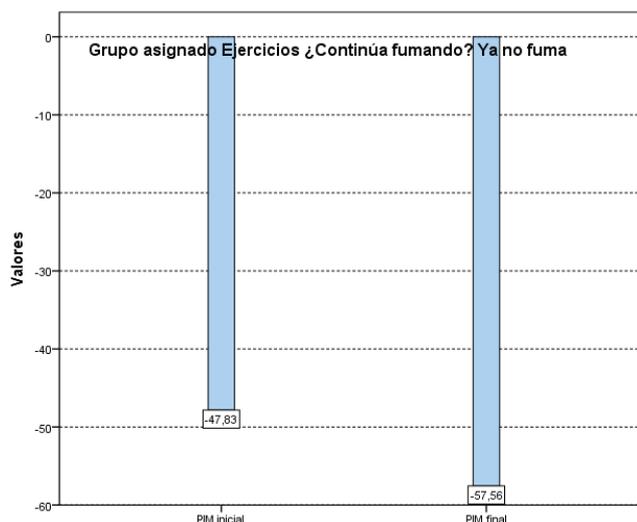
Gráfica 38: Evolución de la PIM de los pacientes con EM RR a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Estudiando la evolución de la PIM según el grado de afectación por la EM obtenemos diferencias significativas en pacientes con afectación “baja” que logran aumentos del 25,19% y pacientes con afectación “moderada” que incrementan su PIM en un 24,54%.



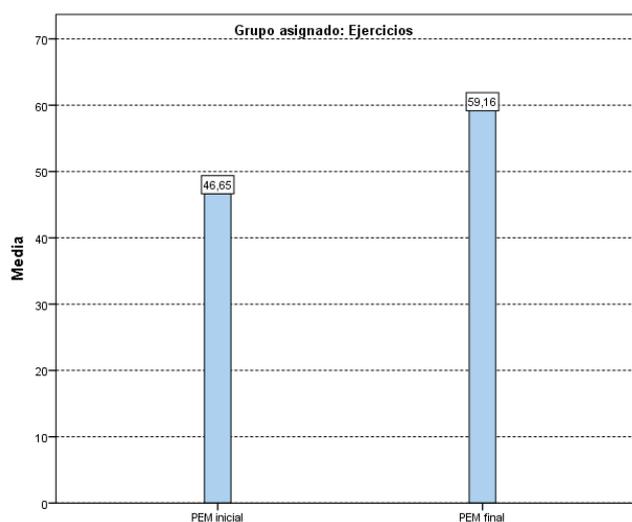
Gráfica 39: Evolución de la PIM a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios” en función del grado de afectación por la EM.

Si estudiamos la variable en función del hábito tabáquico vemos que los no fumadores mejoran significativamente su fuerza inspiratoria un 20,34%.



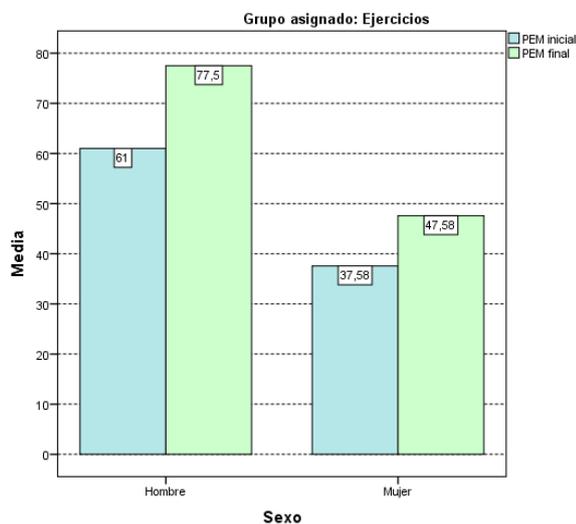
Gráfica 40: Evolución de la PIM de los pacientes no fumadores a lo largo del estudio en el grupo "Ejercicios respiratorios".

- **PEM** → Ha aumentado con el experimento entre 8,99 y 16,04 cmH<sub>2</sub>O. Tras el periodo de intervención con el programa "Ejercicios respiratorios" sus integrantes logran aumentar la fuerza espiratoria en 12,52 cmH<sub>2</sub>O de media, lo que supone un 26,83% más.



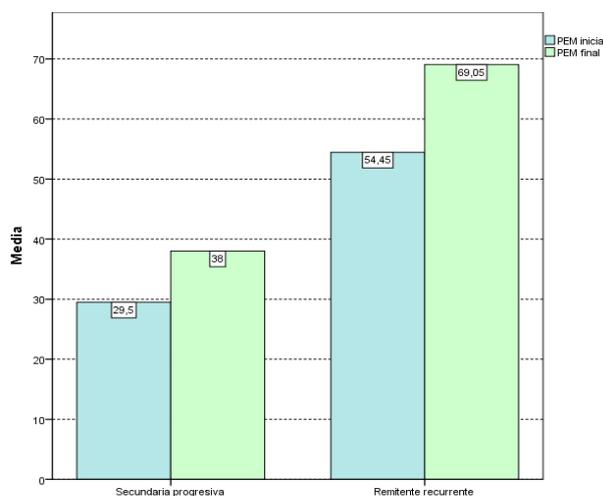
Gráfica 41: Evolución de la PEM a lo largo del estudio en el grupo "Ejercicios respiratorios".

Comparando los datos de la PEM entre ambos sexos, encontramos diferencias estadísticamente significativas tanto en hombres como en mujeres consiguiendo aumentos en la fuerza espiratoria del 27,05% y del 26,61% respectivamente.



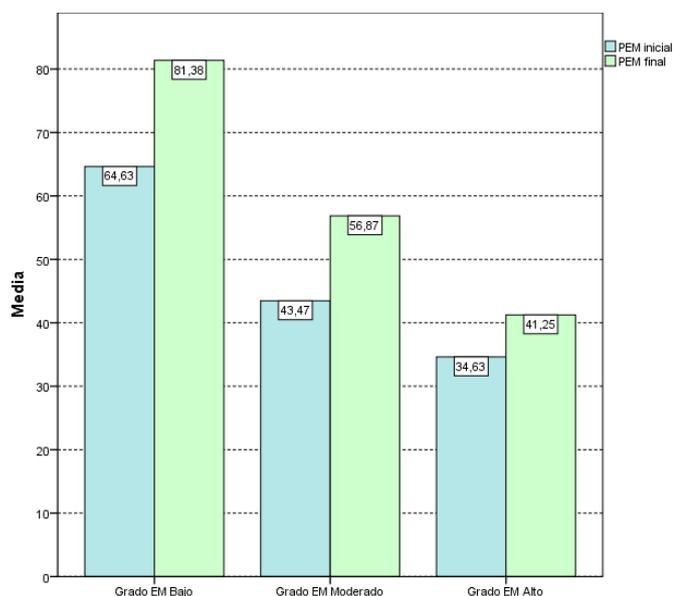
Gráfica 42: Evolución de la PEM a lo largo del estudio en el grupo "Ejercicios respiratorios" en función del sexo.

Analizando la evolución de la PEM en función del tipo de EM hayamos diferencias significativas al final del estudio en los pacientes con EM RR que incrementan este valor un 26,81% y en pacientes con EM SP que logran un aumento del 28,81%.



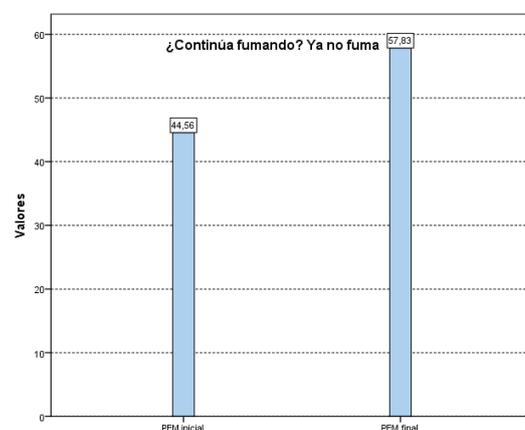
Gráfica 43: Evolución de la PEM a lo largo del estudio en el grupo "Ejercicios respiratorios" según el tipo de EM.

Si estudiamos la variable según el grado de afectación por la EM, hayamos diferencias significativas en los participantes con afectación “baja” y en aquellos con afectación “moderada”, consiguiendo incrementar su PEM un 25,92% y un 30,82% respectivamente.

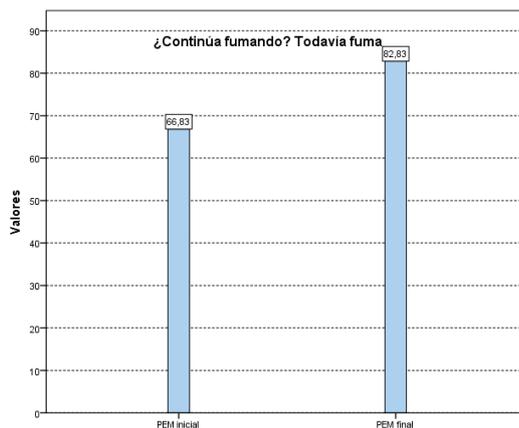


Gráfica 44: Evolución de la PEM a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios” en función del grado de afectación por la EM.

Al comparar los datos de la fuerza espiratoria entre fumadores y no fumadores observamos diferencias significativas en ambos grupos; en los fumadores aumenta un 23,94% y en los no fumadores en un 29,78%.



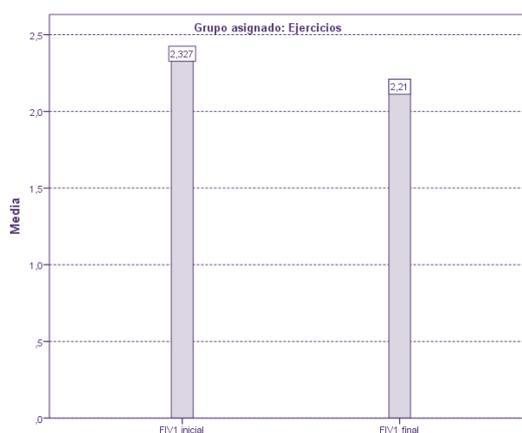
Gráfica 45: Evolución de la PEM en participantes no fumadores a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.



Gráfica 46: Evolución de la PEM en participantes fumadores a lo largo del estudio en el grupo "Ejercicios respiratorios".

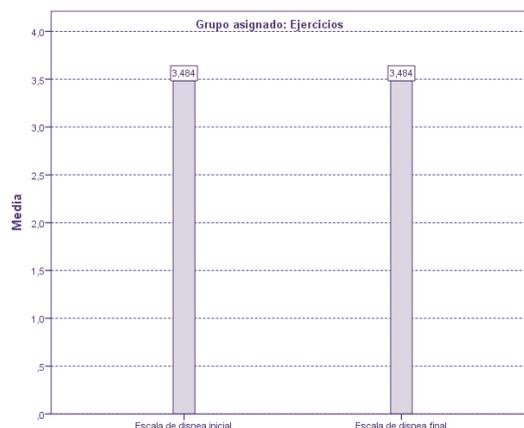
En las variables que se citan a continuación no se hallaron diferencias estadísticamente significativas pero se aprecian cambios a lo largo del estudio, los cuales se describen a continuación:

- **FIV<sub>1</sub>** → Se produce un ligero descenso no significativo en la variable tras el periodo de intervención en el grupo "Ejercicios respiratorios", este volumen pasa de 2,32 litros a 2,21 litros de media.



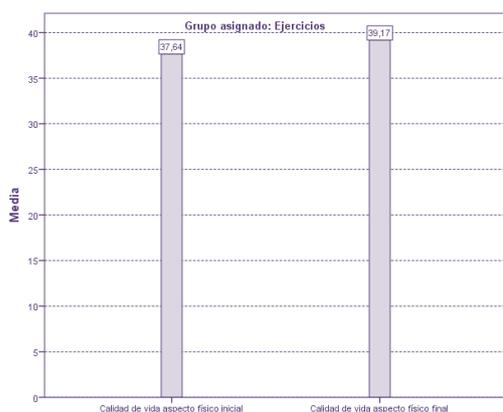
Gráfica 47: Evolución del FIV<sub>1</sub> a lo largo del estudio en el grupo "Ejercicios respiratorios".

- **Disnea** → No se aprecian modificaciones en la escala de Borg a lo largo del estudio con el programa “ejercicios respiratorios”.

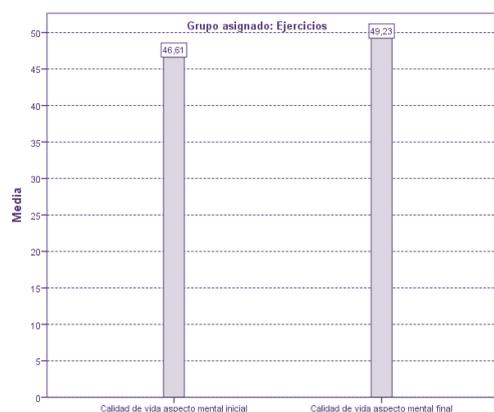


Gráfica 48: Evolución de la percepción de disnea a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

- **Calidad de Vida** → En las dos dimensiones que medimos con la escala SF-12v2 (ISF, ISM), encontramos mejores resultados, aunque no son estadísticamente significativos. En el ISF pasamos de un valor medio inicial de 37,64 puntos en la escala a un valor medio final de 39,17 puntos, por su parte, en el ISM la puntuación inicial media es de 46,61 puntos y la final de 49,23 puntos.

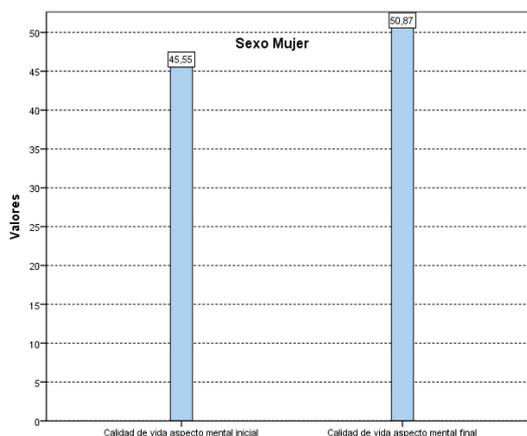


Gráfica 49: Evolución del ISF a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.



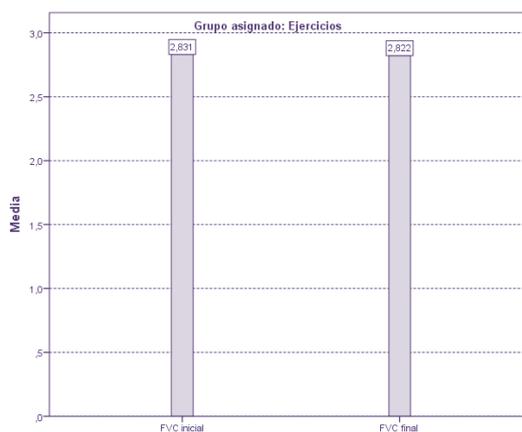
Gráfica 50: Evolución del ISM en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Encontramos diferencias estadísticamente significativas en el ISM en las mujeres, las cuales presentan un aumento en su percepción de calidad de vida de un 11,68%.



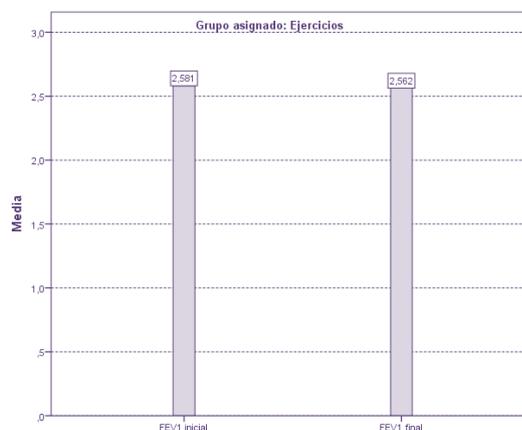
Gráfica 51: Evolución del ISM en las mujeres del grupo "Ejercicios respiratorios" a lo largo del estudio.

- **FVC** → Este volumen permanece sin variaciones tras el periodo de intervención.



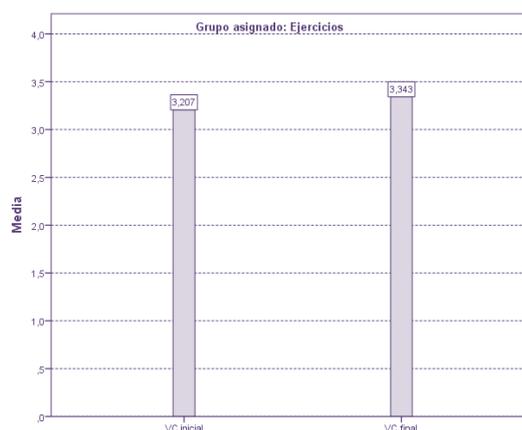
Gráfica 52: Evolución del FVC a lo largo del estudio en el grupo "Ejercicios respiratorios".

- **FEV<sub>1</sub>** → Sucede lo mismo que en el caso anterior, no se hallan diferencias entre el inicio del estudio y el final del mismo tres meses después tras la intervención con el programa “Ejercicios respiratorios”.



Gráfica 53: Evolución del FEV<sub>1</sub> a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

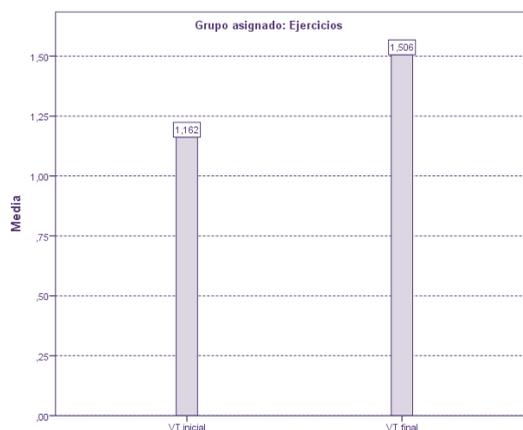
- **VC** → Se logra incrementar a lo largo del estudio, pasando de un valor medio de 3,21 litros al inicio del estudio a 3,34 litros al final del mismo, siendo un dato no significativo.



Gráfica 54: Evolución del VC a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

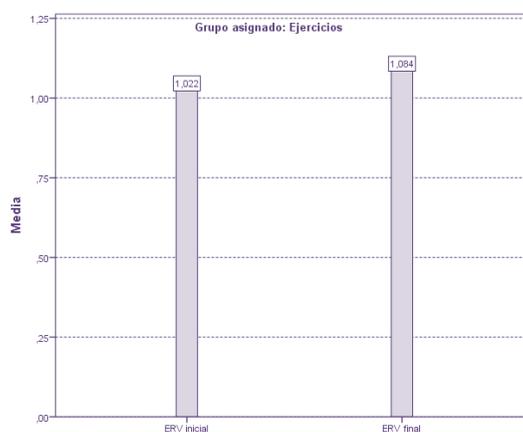
En esta variable sólo hayamos diferencias significativas en las mujeres, que mejoran su VC un 9,7% al final del estudio.

- **VT** → En este volumen el aumento percibido es mayor que en casos anteriores ya que tras la intervención respiratoria incrementamos el volumen medio de 1,16 litros a 1,51 litros, de nuevo no son diferencias estadísticamente significativas.



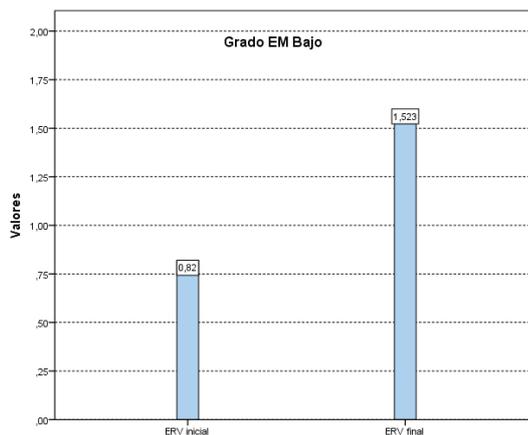
Gráfica 55: Evolución del VT a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

- **ERV** → Se aprecia un ligero aumento tras la aplicación del programa “ejercicios respiratorios”.



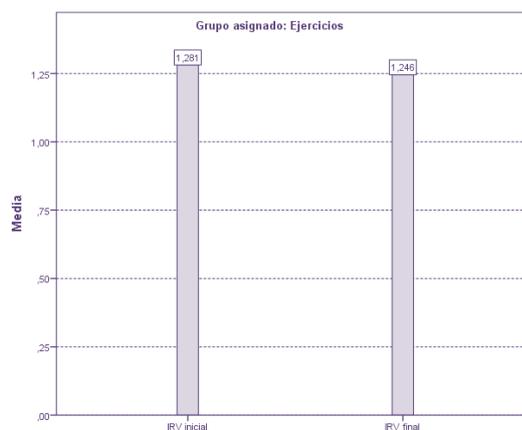
Gráfica 56: Evolución del ERV a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Si analizamos el ERV según el grado de afectación por la EM encontramos diferencias significativas en pacientes con afectación “baja” que logran aumentar este volumen un 85,36% durante el estudio.



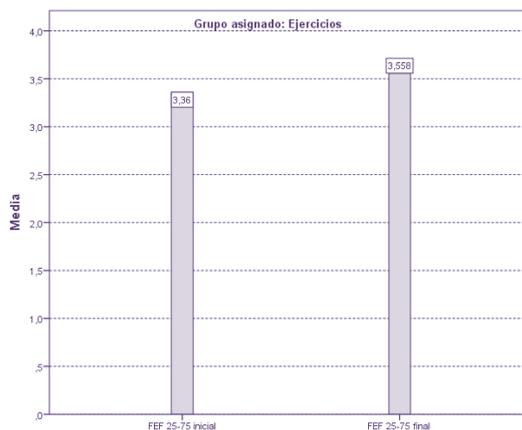
Gráfica 57: Evolución del ERV en los pacientes con grado de afectación bajo del grupo “Ejercicios respiratorios” a lo largo del estudio.

- **IRV** → Prácticamente no hay cambios en este volumen, observándose un tímido descenso de 0,035 litros tras la intervención.



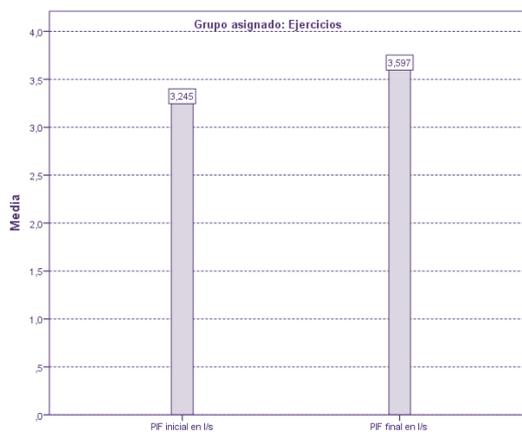
Gráfica 58: Evolución del IRV a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

- **FEF<sub>25-75</sub>** → Tras la aplicación del programa “Ejercicios respiratorios” nuestros pacientes pasan de un flujo medio de 3,36 litros/segundo a un flujo medio de 3,56 litros/segundo.



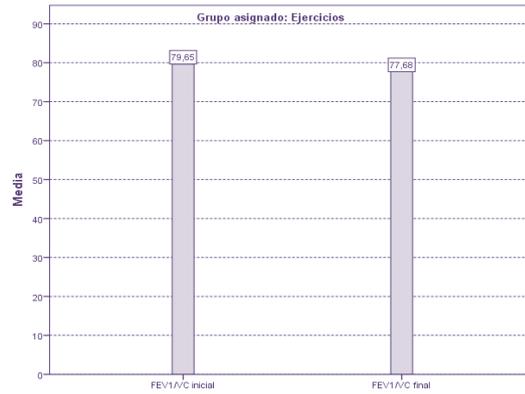
Gráfica 59: Evolución del  $FEF_{25-75}$  a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

- **PIF** → Este flujo inspiratorio sufre una variación desde los 3,25 litros/segundo de media marcados en la revisión inicial a los 3,60 litros/segundo de media medidos en la revisión final.



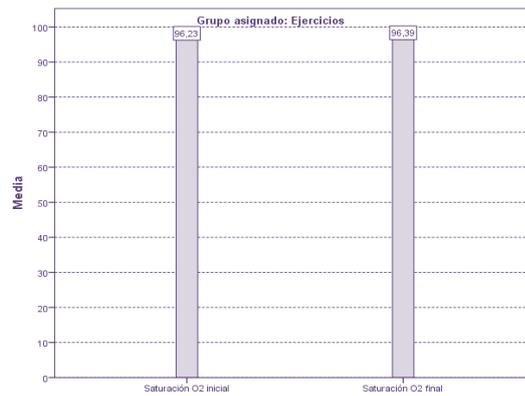
Gráfica 60: Evolución del PIF a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

- **$FEV_1/VC$**  → El Índice de Tiffeneau experimenta un ligero descenso, pasa de un valor de 79,65 al inicio del estudio a un valor de 77,68 al final del mismo.



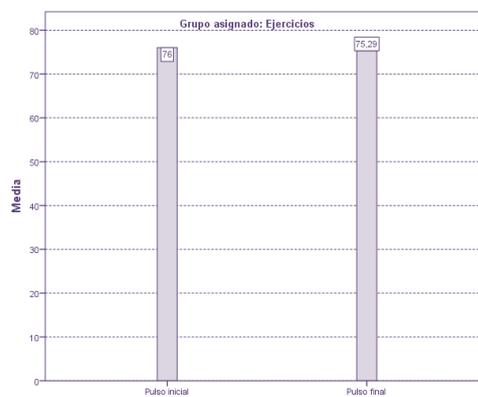
Gráfica 61: Evolución del FEV<sub>1</sub>/VC a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

- **SatO<sub>2</sub>** → No se aprecian cambios en la saturación de oxígeno con el programa.



Gráfica 62: Evolución de la SatO<sub>2</sub> a lo largo del estudio en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

- **Pulso** → Permanece sin modificaciones a lo largo del estudio.

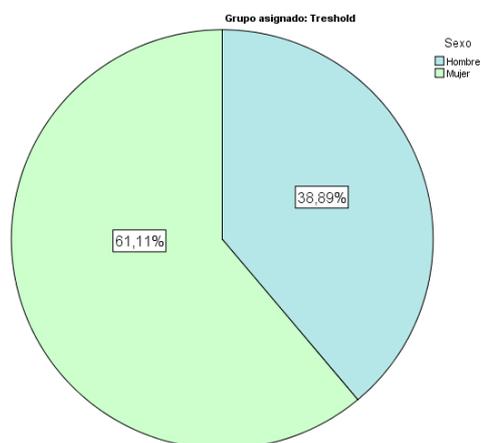


Gráfica 63: Evolución del pulso en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

## GRUPO TRESHOLD

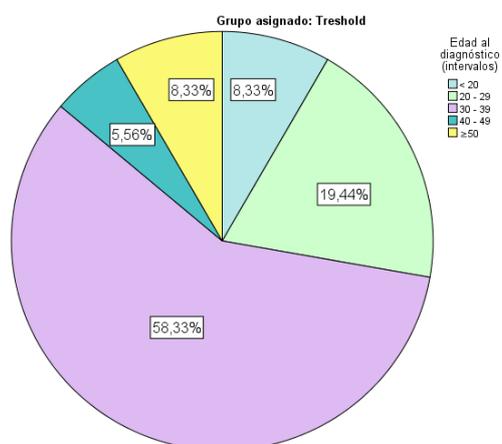
### *Estadística descriptiva*

Está compuesto por 36 pacientes (53,7% de la muestra), 22 mujeres y 14 hombres.



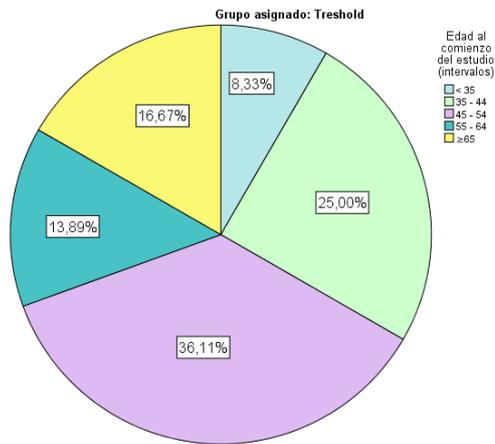
Gráfica 64: Distribución del grupo "Treshold" por sexos.

La edad media al diagnóstico de la enfermedad es de 33,53 años, la edad mínima de diagnóstico es de 15 años y la máxima de 55.

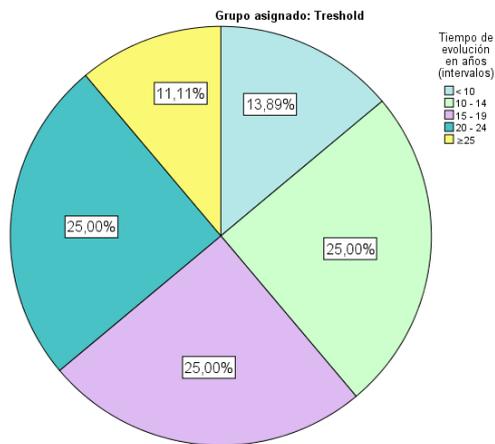


Gráfica 65: Edad de diagnóstico de la EM en el grupo "Treshold".

Este grupo tiene una edad media de 50,03 años cuando entran en el estudio y llevan conviviendo con la EM una media de 16,5 años.

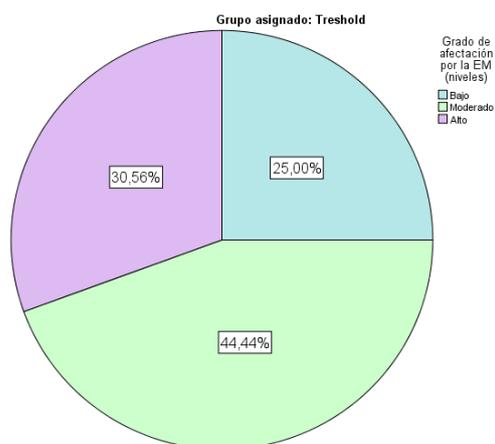


Gráfica 66: Edad en el grupo "Treshold".



Gráfica 67: Tiempo de evolución con la EM en el grupo "Treshold".

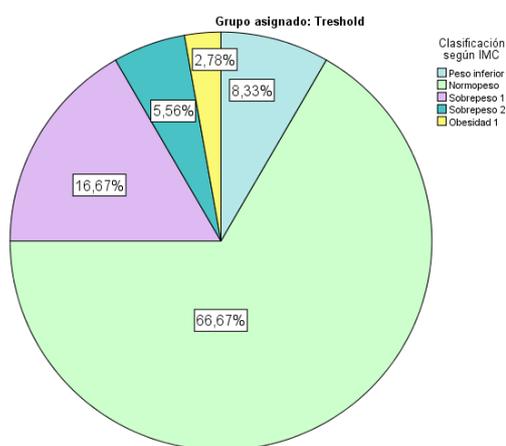
El valor medio de discapacidad obtenido con la escala EDSS es de 5,597 puntos.



Gráfica 68: Grado de afectación por la EM en el grupo "Threshold".

El tipo de EM predominante es, al igual que en el otro grupo, la EM RR (80,55%), seguido por la EM SP (16,61%) y la EM PP (2,78%).

El IMC medio es de 22,58 (Normopeso), siendo la talla media 165,92 cm y el peso 63,31 kg.



Gráfica 69: IMC de la muestra en el grupo "Threshold".

Los integrantes de este grupo tienen una carga medicamentosa de 2,97.

Como podemos observar ambos grupos de estudio son muy similares en estos aspectos.

Los resumimos en la siguiente Tabla 12.

RESULTADOS

		Grupo "Ejercicios respiratorios" (n=31)	Grupo "Treshold" (n=36)
Sexo	<i>Hombre</i>	12 (38,71%)	14 (38,89%)
	<i>Mujer</i>	19 (61,29%)	22 (61,11%)
Edad		53,06	50,03
Edad al diagnóstico de la EM		34,74	33,53
Tiempo evolución con EM		18,35	16,50
EDSS		5,21	5,59
Tipo de EM	<i>RR</i>	20 (64,5%)	29 (80,55%)
	<i>PP</i>	1 (3,26%)	1 (2,78%)
	<i>SP</i>	10 (32,26%)	6 (16,67%)
Talla		164,97	165,92
Peso		67,52	63,31
IMC		24,82	22,58
Medicación	<i>EM</i>	17 (54,84%)	24 (66,67%)
	<i>Espasticidad</i>	15 (48,39%)	24 (66,67%)
	<i>Temblor</i>	0 (0%)	2 (5,55%)
	<i>Vejiga</i>	4 (12,90%)	9 (25%)
	<i>Fatiga</i>	12 (38,71%)	15 (41,67%)
	<i>Dolor</i>	7 (22,58%)	6 (16,66%)
	<i>Psicológico</i>	12 (38,71%)	15 (41,67%)
	<i>Otros</i>	12 (38,71%)	13 (36,11%)
Hábito tabáquico	<i>Sí han fumado</i>	24 (77,42%)	24 (66,67%)
	<i>NO han fumado</i>	7 (22,58%)	12 (33,33%)
	<i>SIGUEN fumando</i>	6 (19,35%)	7 (19,44%)
	<i>YA NO fuman</i>	25 (80,65%)	29 (80,56%)

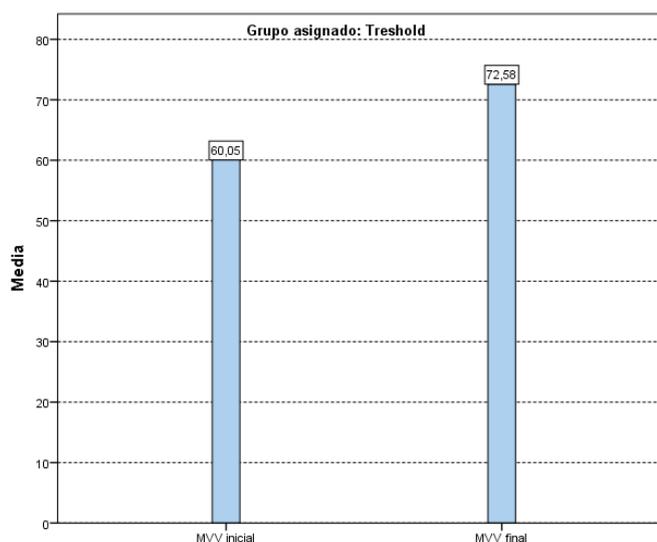
Tabla 12: Estadística descriptiva comparativa de los 2 grupos de trabajo.

### *Análisis de las variables cuantitativas*

En el grupo “Threshold” obtenemos diferencias estadísticamente significativas en las variables Escala de disnea, VT, MVV, PEF, PIM y PEM. Por lo tanto, en este grupo cambian 6 variables, de las cuales hay 2 (Escala de disnea y VT) que no cambian en el grupo “Ejercicios respiratorios”.

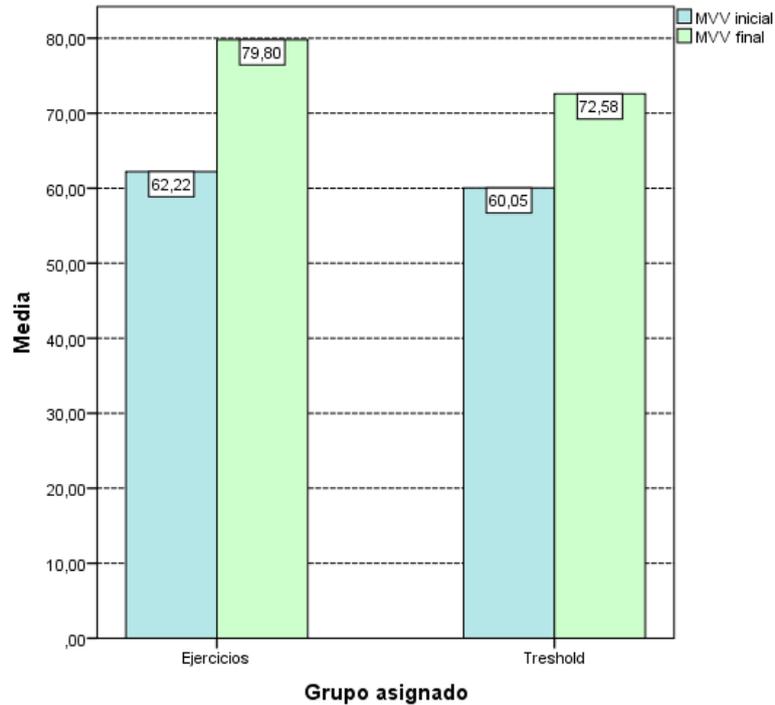
Analizamos a continuación las variables con diferencias estadísticamente significativas en los 2 grupos:

- **MVV** → Ha aumentado con el experimento entre 6,89 y 18,16 litros/minuto. Así tras el entrenamiento con el resistómetro se consiguen movilizar 12,52 litros/minuto más de media, lo que se traduce en un aumento del 20,86%.



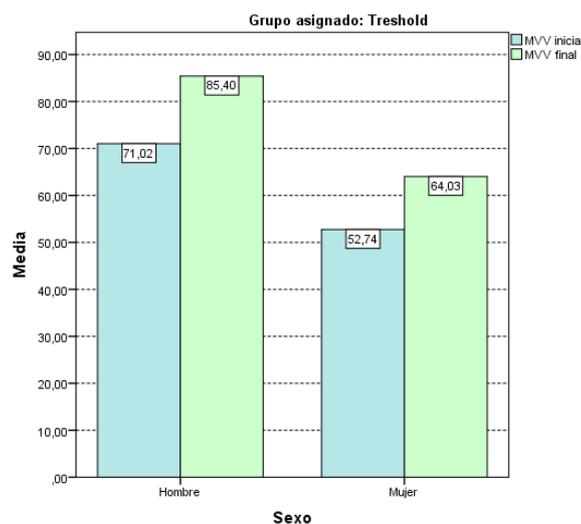
*Gráfica 70: Evolución de la MVV a lo largo del estudio en el grupo “Threshold”.*

Comparando los cambios obtenidos en los 2 grupos de estudio apreciamos que hay un mayor incremento en la MVV en los pacientes del grupo “Ejercicios respiratorios” al final del estudio, un 28.25%, que en los pacientes del grupo “Threshold”, un 20,86%.



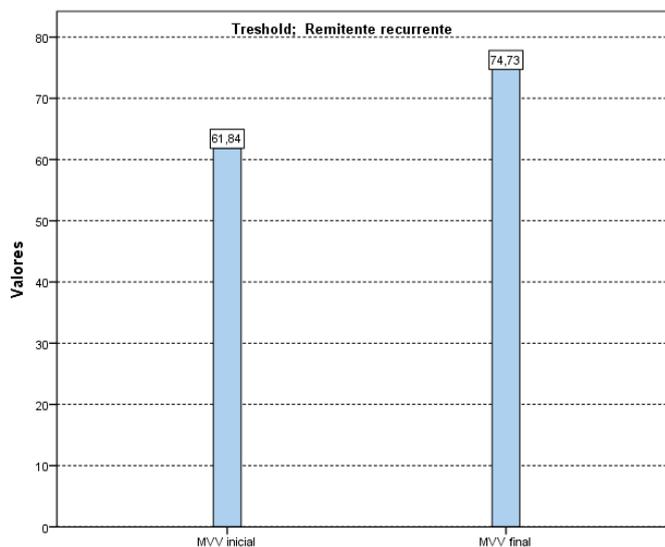
Gráfica 71: Comparación de la evolución de la MVV a lo largo del estudio entre el grupo “Treshold” y el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Analizando la MVV en función del sexo, los hombres consiguen incrementarla durante el estudio un 20,25% y las mujeres un 21,39%, ambos son incrementos significativos.



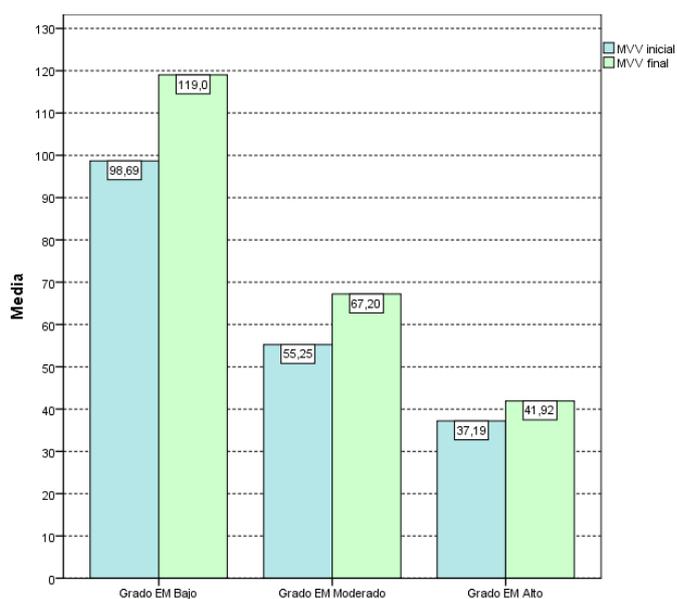
Gráfica 72: Evolución de la MVV a lo largo del estudio en el grupo “Treshold” en función del sexo.

Si comparamos la evolución de la MVV según el tipo de EM, sólo encontramos diferencias significativas en pacientes con EM RR que aumentan su resistencia respiratoria un 22,07%.



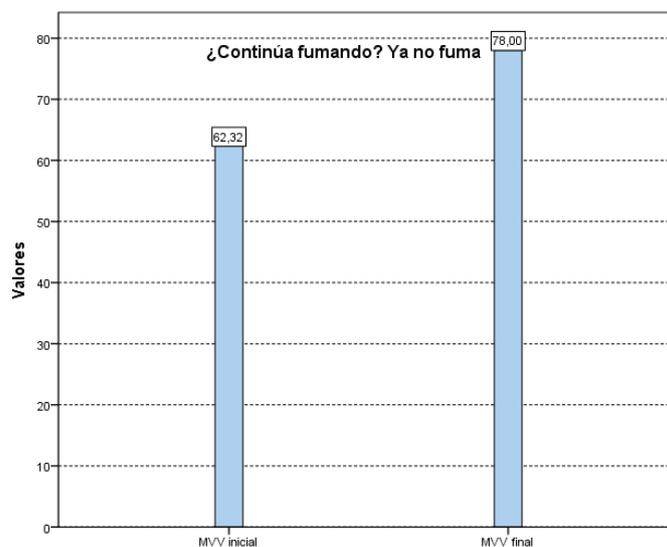
Gráfica 73: Evolución de la MVV de los pacientes con EM RR del grupo "Threshold" a lo largo del estudio.

Estudiando la variable según el grado de afectación por la EM, hayamos diferencias significativas en el grado de afectación "bajo" y en el "moderado", que incrementan su MVV un 20,31% y un 25,28% respectivamente.



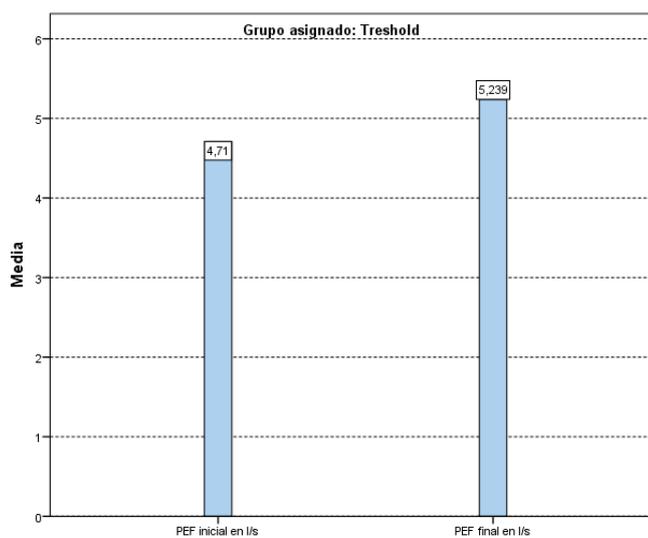
Gráfica 74: Evolución de MVV en el grupo "Threshold" en función del grado de afectación por la EM.

Si analizamos la variable según el hábito tabáquico observamos diferencias significativas en no fumadores, en los que mejora la MVV un 25,14%.



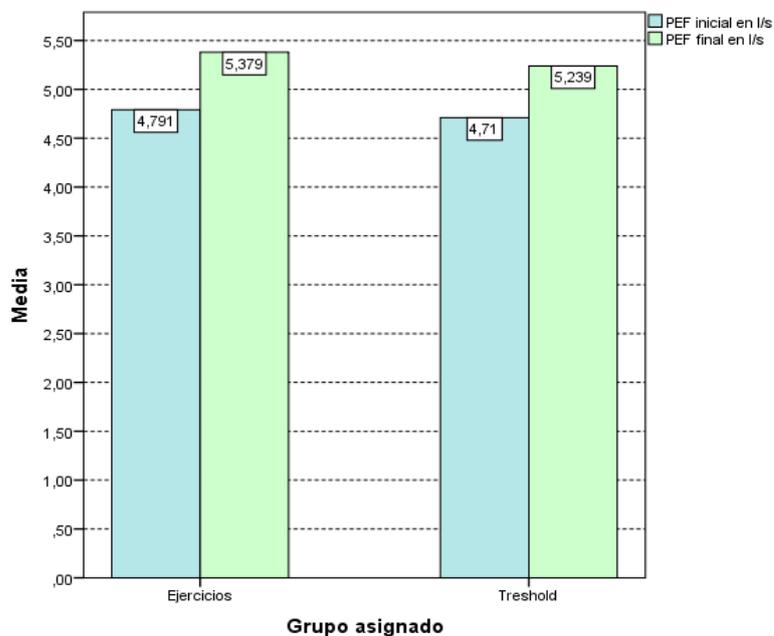
Gráfica 75: Evolución de la MVV de los pacientes no fumadores del grupo "Treshold" a lo largo del estudio.

- **PEF** → Ha aumentado con el experimento entre 0,21 y 0,85 litros/segundo. Tras la intervención en el grupo "Treshold" se logra incrementar el flujo espiratorio pico en 0,53 litros/segundo de media, un 11,24% del valor inicial.



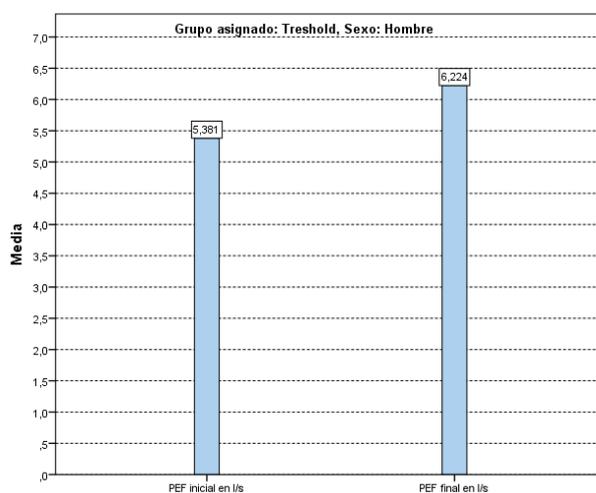
Gráfica 76: Evolución del PEF a lo largo del estudio en el grupo "Treshold".

Si analizamos individualmente los cambios que aparecen entre los 2 grupos de estudio, apreciamos que la variable PEF aumenta de forma pareja en ambos a lo largo del experimento, un 12,28% en el grupo “Ejercicios respiratorios” y un 11,24% en el grupo “Treshold”.



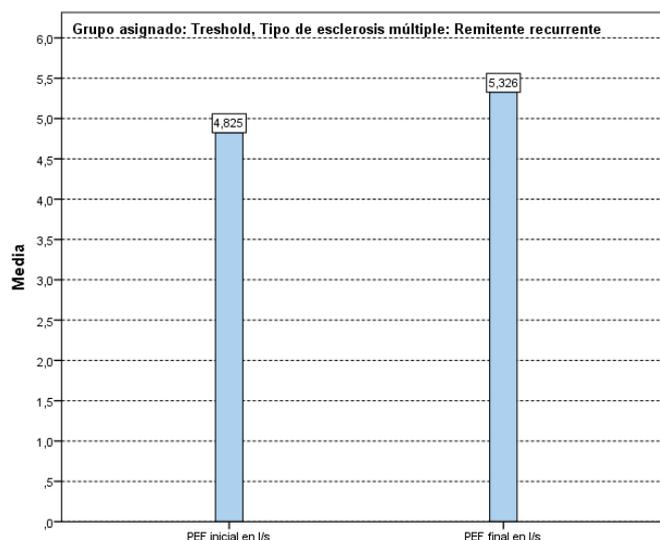
Gráfica 77: Comparación de la evolución del PEF a lo largo del estudio entre el grupo “Treshold” y el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Si comparamos la evolución del PEF entre ambos sexos, sólo encontramos diferencias significativas en los hombres, cuyo valor inicial se ve incrementado en un 15,61%.



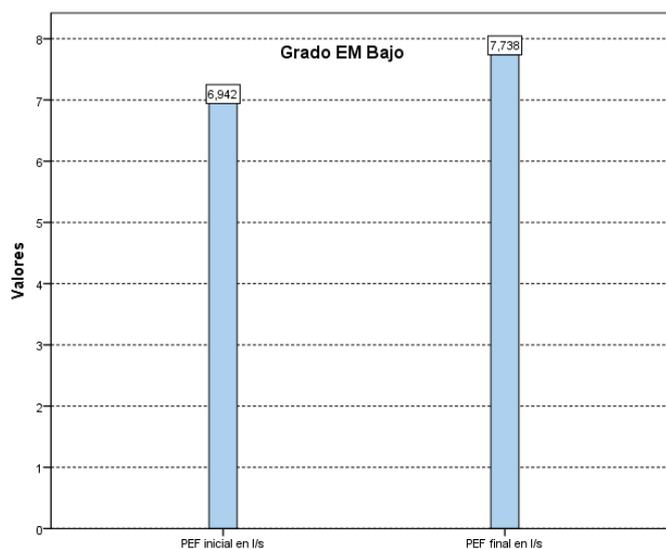
Gráfica 78: Evolución del PEF en los hombres del grupo “Treshold” a lo largo del estudio.

En función del tipo de EM encontramos un aumento significativo del 10,37% en pacientes con EM RR.



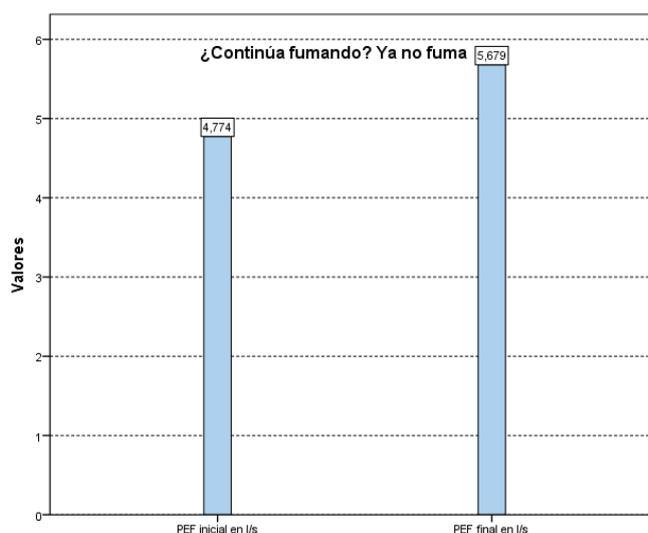
Gráfica 79: Evolución del PEF en los pacientes con EM RR del grupo "Threshold" a lo largo del estudio.

Estudiando la variable en función del grado de afectación por la EM, observamos diferencias significativas en los pacientes con afectación "baja" que incrementan este flujo un 11,38%.



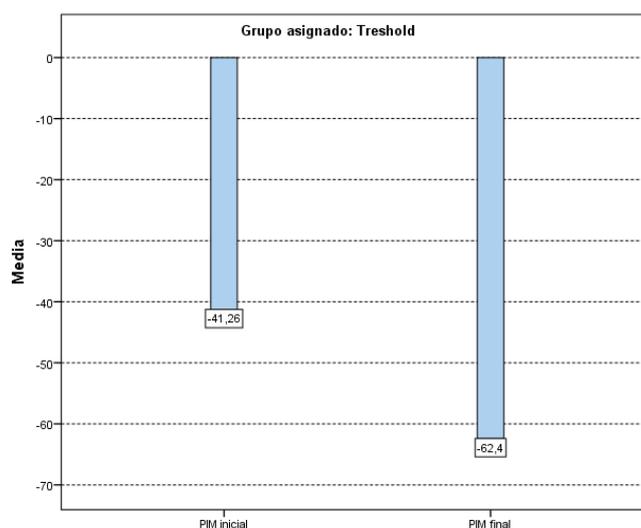
Gráfica 80: Evolución del PEF en los pacientes con grado de afectación bajo del grupo "Threshold" a lo largo del estudio.

Analizando la variable en función del hábito tabáquico observamos una mejoría estadísticamente significativa en los no fumadores de un 18,87%.



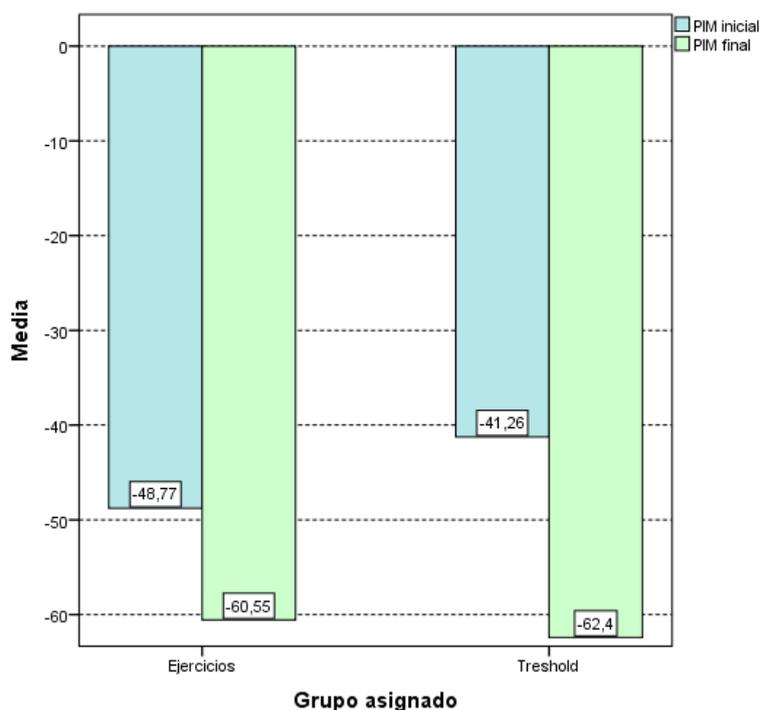
Gráfica 81: Evolución del PEF en los no fumadores del grupo "Threshold" a lo largo del estudio.

- **PIM** → Ha disminuido con el experimento entre 15,45 y 26,84 cmH<sub>2</sub>O. (Al ser la PIM un valor negativo se traduce en un aumento de la fuerza inspiratoria). La fuerza inspiratoria es la variable que más aumenta tras la intervención respiratoria en el grupo "Threshold", consiguiendo un incremento medio de 21,14 cmH<sub>2</sub>O, lo que representa un 51,24% del valor inicial.



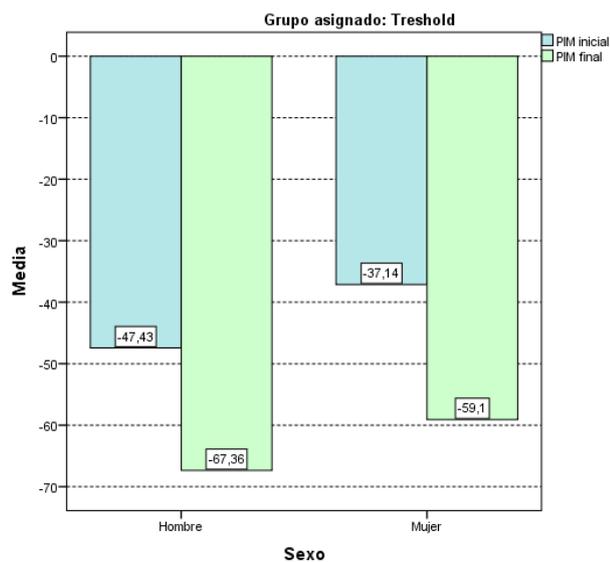
Gráfica 82: Evolución de la PIM a lo largo del estudio en el grupo "Threshold".

Comparando los cambios en la variable entre los grupos de estudio, el incremento es importante y estadísticamente significativo en ambos, pero mucho mayor en los pacientes del grupo “Treshold” que ven incrementada su fuerza inspiratoria en un 51,24%, mientras que los del grupo “Ejercicios respiratorios” experimentan un aumento, también destacado, del 24,14%.



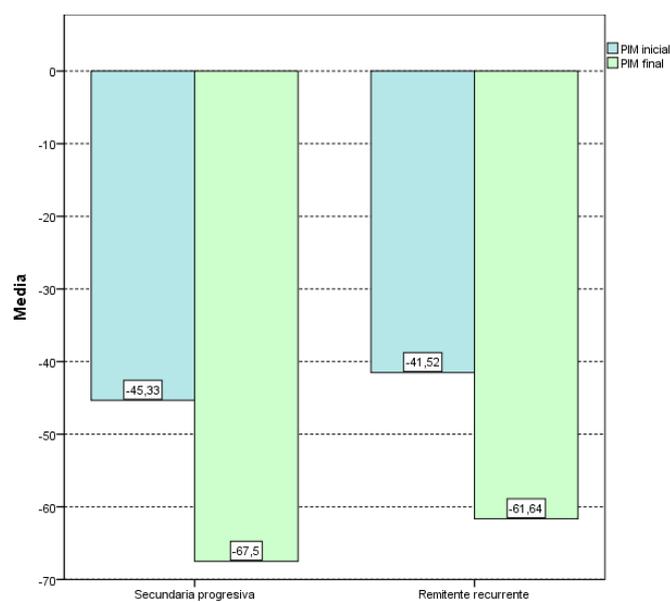
Gráfica 83: Comparación de la evolución de la PIM a lo largo del estudio entre el grupo “Treshold” y el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Si estudiamos la evolución de la fuerza inspiratoria según el sexo, obtenemos aumentos significativos tanto en hombres como en mujeres. Los hombres incrementan más su fuerza inspiratoria (59,1%) que las mujeres (42,01%).



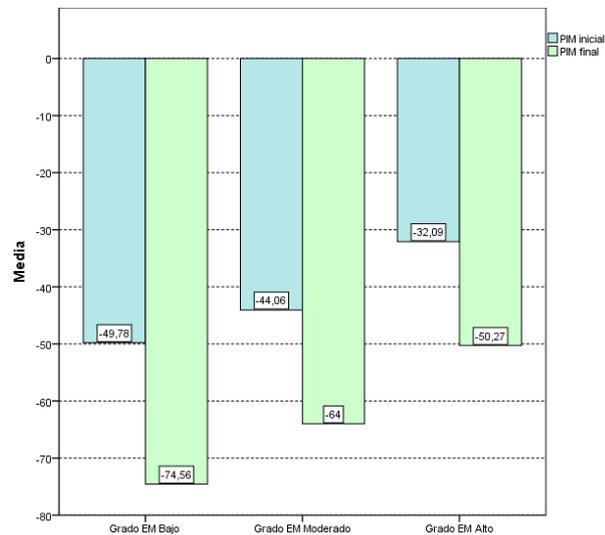
Gráfica 84: Evolución de la PIM a lo largo del estudio en el grupo "Treshold" en función del sexo.

Analizando la variable en función del tipo de EM, logramos diferencias significativas tanto en pacientes con EM RR, aumentan la PIM un 51,11%, como en pacientes con EM SP, aumentan la PIM un 48,89%.



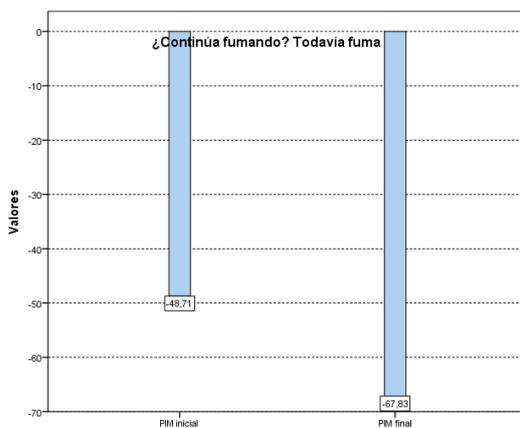
Gráfica 85: Evolución de la PIM a lo largo del estudio en el grupo "Treshold" en función del tipo de EM.

Comparando los datos obtenidos según el grado de afectación por la EM, hayamos diferencias significativas en los 3 subgrupos, consiguiendo aumentos del 49,78% en el grado “bajo”, 49,29% en el “moderado” y 56,65% en el “alto”.

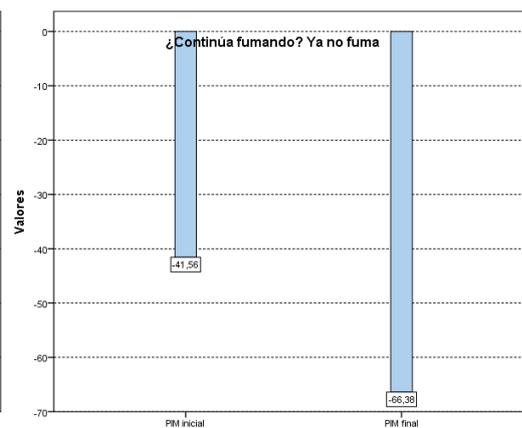


Gráfica 86: Evolución de la PIM a lo largo del estudio en el grupo “Treshold” según el grado de afectación por la EM.

Si estudiamos la fuerza inspiratoria según el hecho de continuar o no fumando, encontramos aumentos significativos en fumadores (45,87%) y en no fumadores (59,72%).

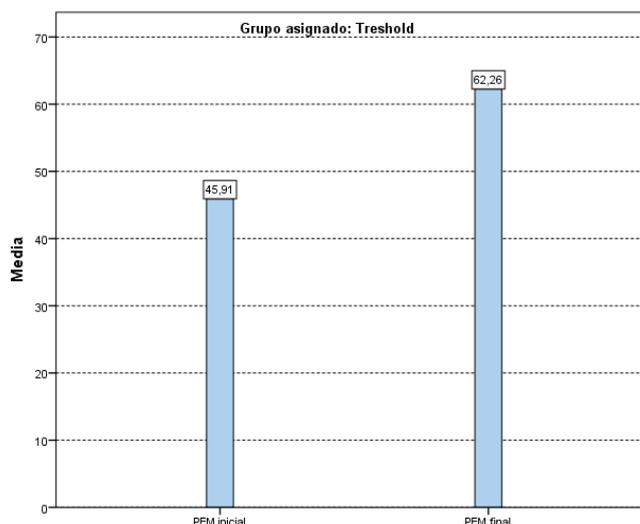


Gráfica 87: Evolución de la PIM en los fumadores del grupo “Treshold” a lo largo del estudio.



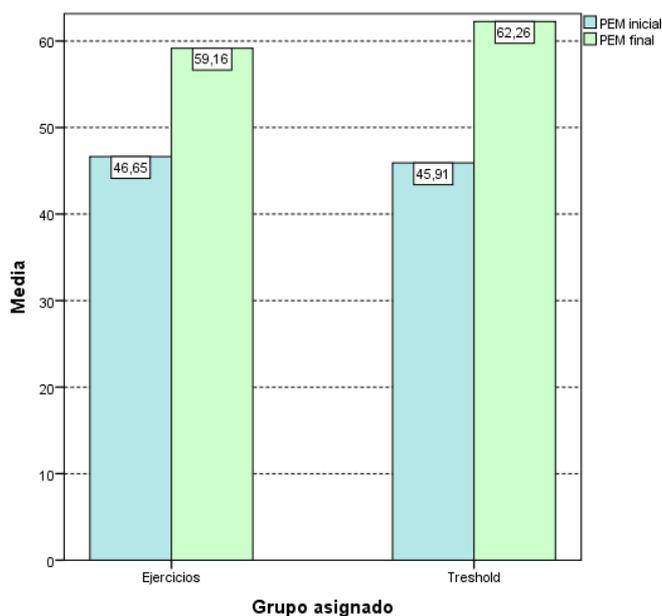
Gráfica 88: Evolución de la PIM en los no fumadores del grupo “Treshold”.

- **PEM** → Ha aumentado con el experimento entre 11,11 y 21,58 cmH<sub>2</sub>O. En la revisión final aumenta la fuerza espiratoria 16,34 cmH<sub>2</sub>O de media, un 35,60%.



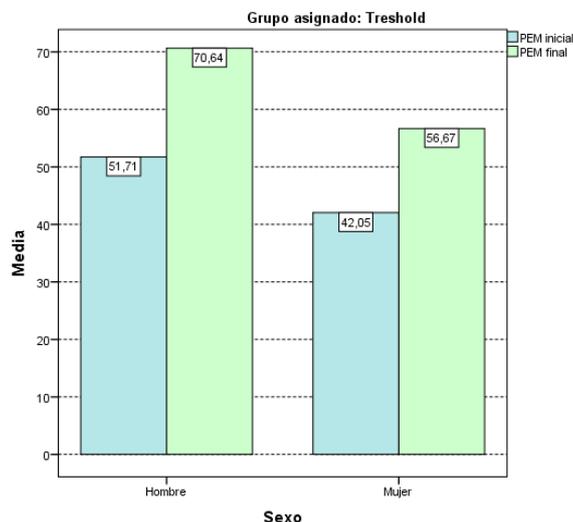
Gráfica 89: Evolución de la PEM a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

Si analizamos individualmente los cambios en cada grupo de trabajo, observamos que la fuerza espiratoria aumenta en mayor porcentaje en los pacientes del grupo “Treshold” (35,6%) que en los del grupo “Ejercicios respiratorios” (26,83%).



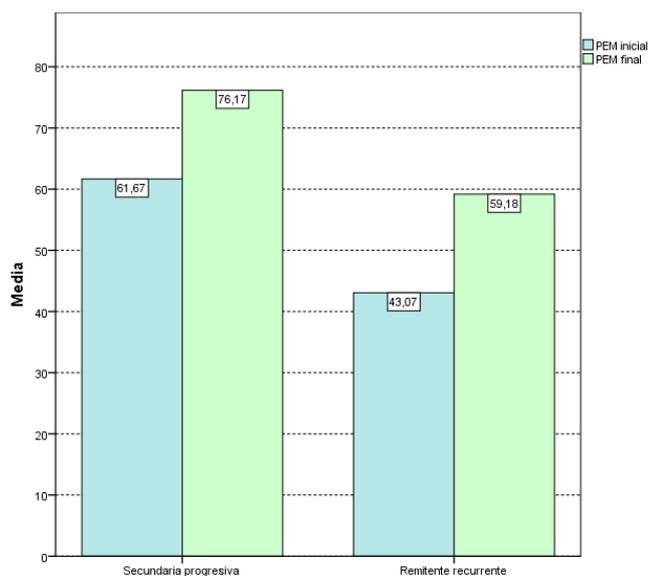
Gráfica 90: Comparación de evolución de PEM entre el grupo “Treshold” y “Ejercicios respiratorios”.

Si estudiamos individualmente la evolución de la variable según el sexo, encontramos incrementos significativos muy parejos en ambos, un 36,61% en hombres y un 34,77% en mujeres.



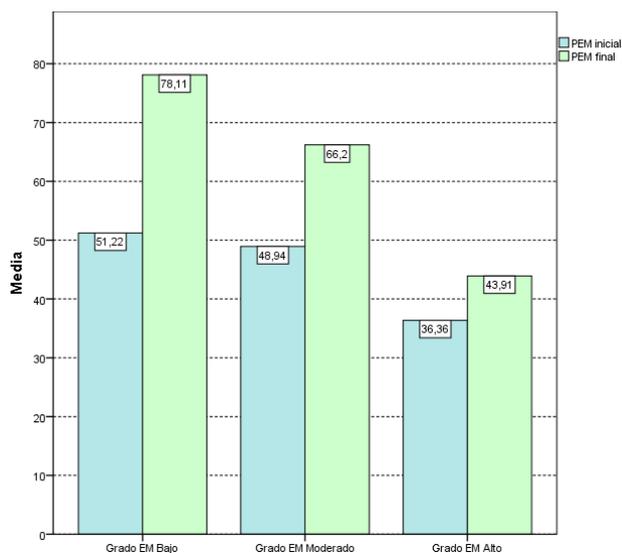
Gráfica 91: Evolución de la PEM a lo largo del estudio en el grupo "Treshold" en función del sexo.

Comparando los cambios en la PEM en función del tipo de EM, obtenemos diferencias significativas en pacientes con EM RR y en pacientes con EM SP, midiendo aumentos del 36,52% y del 23,51% respectivamente.



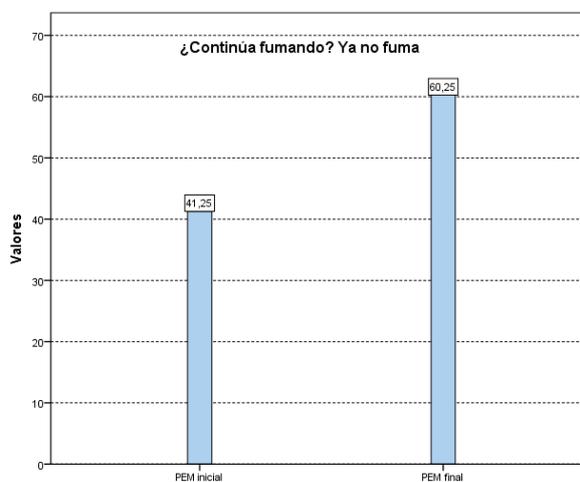
Gráfica 92: Evolución de la PIM a lo largo del estudio en el grupo "Treshold" en función del tipo de EM.

Los valores de la PEM, según el grado de afectación por la EM, son un 52,42% mayores al final del estudio en pacientes con afectación “baja”, un 33,09% en pacientes con afectación “moderada” y un 20,62% en pacientes con afectación “alta”, todos estos cambios son significativos. Apreciamos que según aumenta la discapacidad conseguimos mejorar en menor medida la PEM.



Gráfica 93: Evolución de la PIM en el grupo “Threshold” según el grado de afectación por la EM.

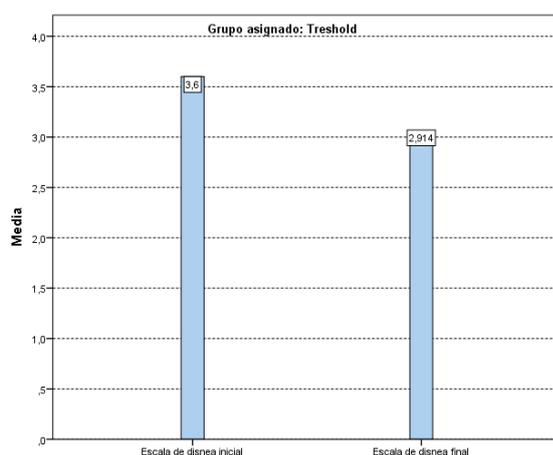
La fuerza espiratoria logra un aumento significativo en los no fumadores del grupo “Threshold” del 46,06%.



Gráfica 94: Evolución de la PIM en los no fumadores del grupo “Threshold” a lo largo del experimento.

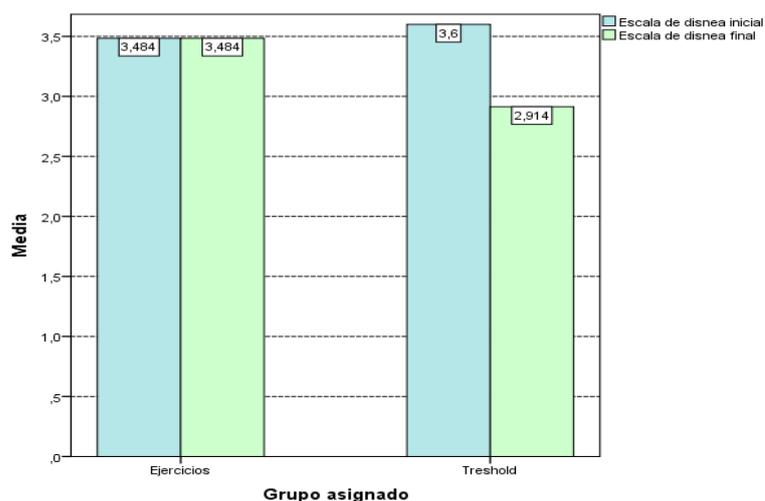
VARIABLES QUE SÓLO EXPERIMENTAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN EL GRUPO “TRESHOLD”.

- **Escala de disnea** → Ha disminuido con el experimento entre 0,13 y 1,24 puntos. En la revisión final disminuye la puntuación de disnea obtenida en la escala de Borg en 0,69 puntos de media, un 19.06%.



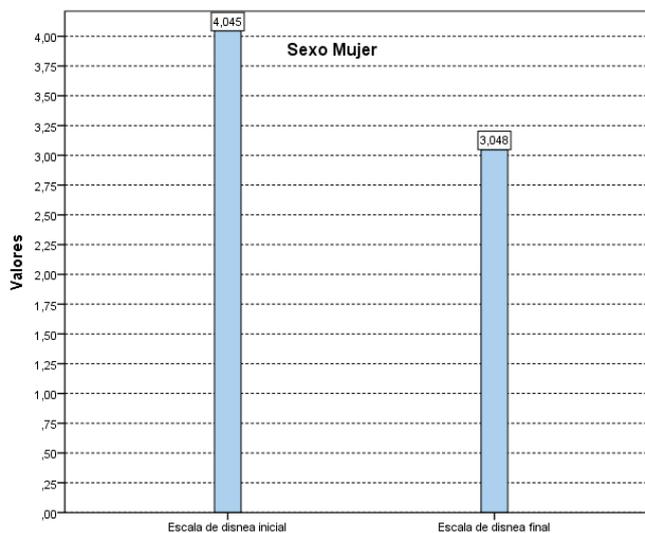
Gráfica 95: Evolución de la percepción de disnea a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

Comparando las diferencias halladas en ambos grupos observamos que en el grupo “Ejercicios respiratorios” no hay cambios de ningún tipo en la escala de Borg mientras que en el grupo “Treshold” aparece una disminución estadísticamente significativa del 19,06% del valor inicial.



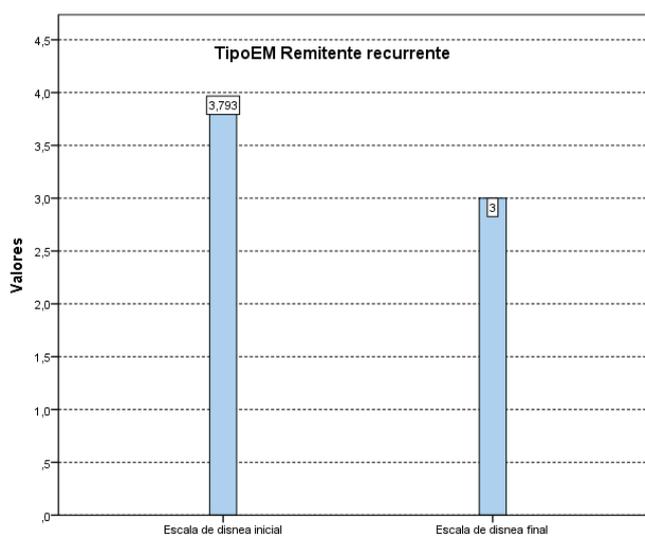
Gráfica 96: Comparación de evolución de disnea entre grupo “Treshold” y “Ejercicios respiratorios”.

Si analizamos la disnea en función del sexo, en este grupo únicamente encontramos diferencias significativas en las mujeres, que disminuyen su disnea un 25,36% al final del estudio.



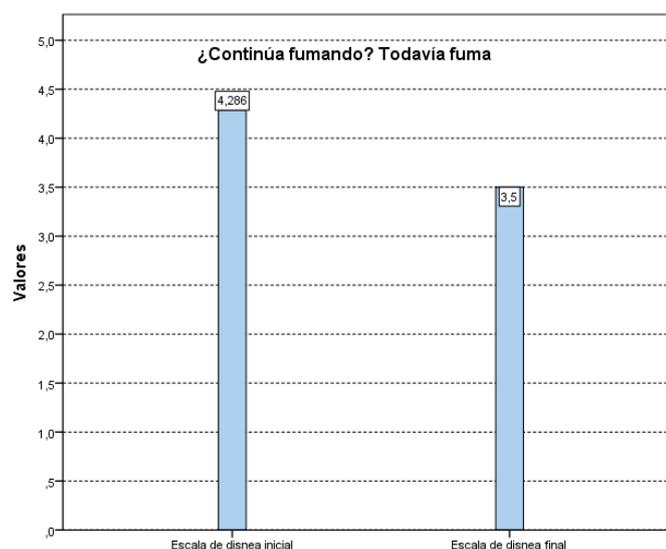
Gráfica 97: Evolución de la percepción de disnea en las mujeres del grupo "Threshold" a lo largo del estudio.

Estudiando la variable según el tipo de EM, hayamos una disminución significativa al final del estudio del 21,47% en pacientes con EM RR.



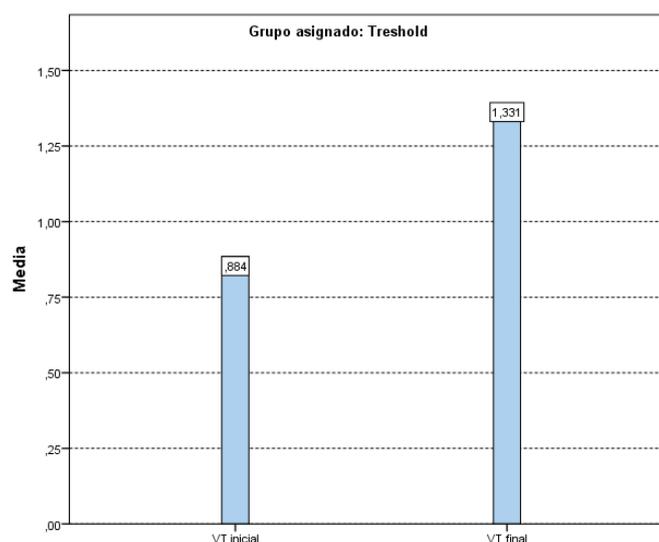
Gráfica 98: Evolución de la percepción de disnea en los pacientes con EM RR del grupo "Threshold" a lo largo del estudio.

La disnea en los fumadores del grupo “Threshold” disminuye un 22,20%, del valor inicial tras la intervención.



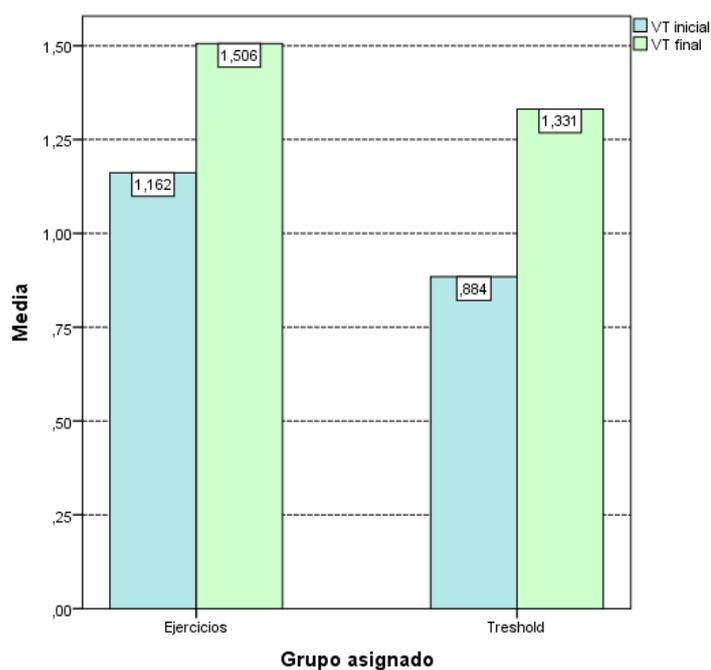
Gráfica 99: Evolución de la percepción de disnea en los fumadores del grupo “Threshold” a lo largo del estudio.

- **VT** → Ha aumentado con el experimento entre 0,05 y 0,84 litros. Así, tras la aplicación del programa “Threshold”, nuestros pacientes consiguen un aumento medio de 0,45 litros en el VT, un 50.55%.



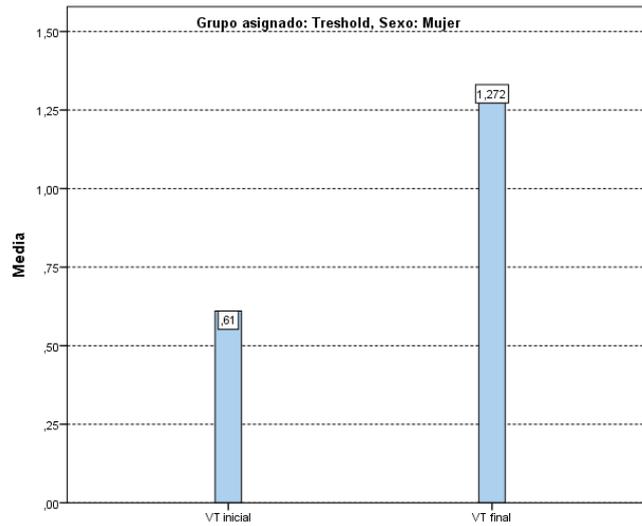
Gráfica 100: Evolución del VT a lo largo del estudio en el grupo “Threshold”.

Analizando los cambios acaecidos en cada grupo observamos que en el grupo “Ejercicios respiratorios” aunque se produce un crecimiento en el valor final del VT, no llega a ser estadísticamente significativo, por su parte en el grupo “Treshold” logramos un aumento del 50,55% del valor inicial, lo que indica que, en porcentaje, es la segunda variable que más aumenta en el estudio dentro del grupo “Treshold”, sólo por detrás de la PIM.



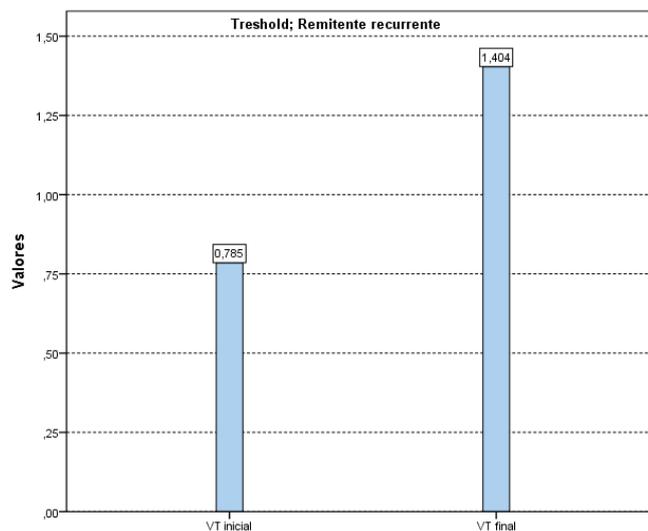
Gráfica 101: Comparación de la evolución del VT a lo largo del estudio entre el grupo “Treshold” y el grupo “Ejercicios respiratorios”.

Estudiando la evolución del VT según el sexo de nuestra muestra, encontramos diferencias significativas únicamente en las mujeres, las cuales incrementan su VT al final del estudio un 108,19%, es decir, duplican el valor inicial.



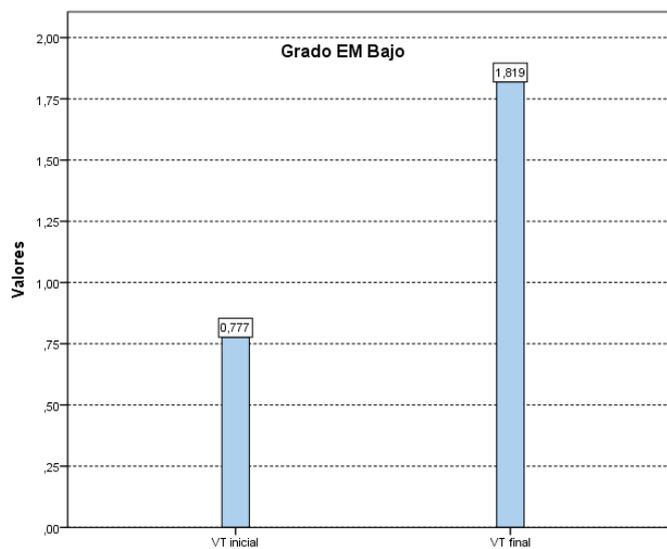
Gráfica 102: Evolución del VT en las mujeres del grupo "Treshold" a lo largo del estudio.

Analizando el VT en función del tipo de EM, hayamos diferencias significativas en pacientes con EM RR, que aumentan su VT un 89,19% durante el estudio.



Gráfica 103: Evolución del VT en los pacientes con EM RR del grupo "Treshold" a lo largo del estudio.

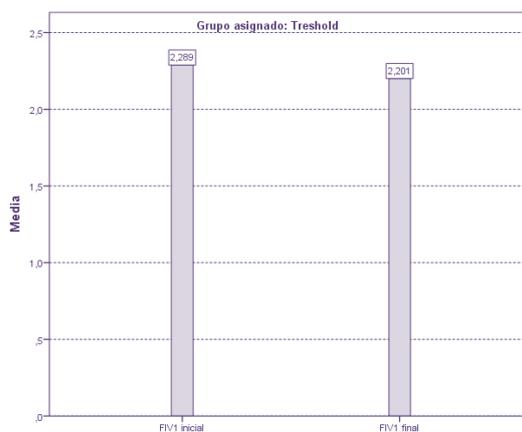
Encontramos un incremento significativo del 135,06% en el VT en el grado de afectación por la EM "bajo". En el resto de subgrupos no encontramos diferencias estadísticamente significativas.



Gráfica 104: Evolución del VT en los pacientes con grado de afectación bajo del grupo "Threshold" a lo largo del estudio.

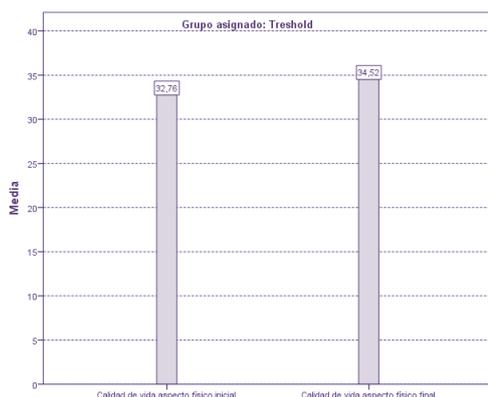
En las variables que se citan a continuación no se hallaron diferencias estadísticamente significativas pero se aprecian cambios a lo largo del estudio, los cuales se describen a continuación:

- $FIV_1$  → Se aprecia una mínima disminución en este volumen tras la intervención que pasa de los 2,28 litros de media a 2,20 litros de media.

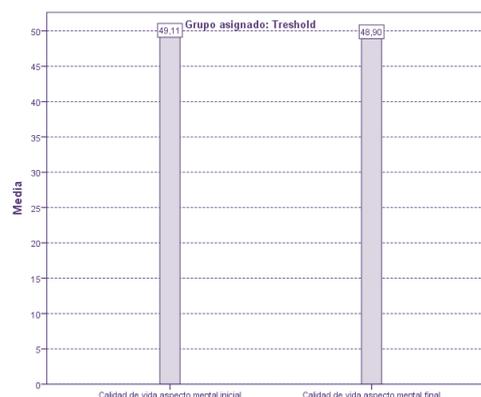


Gráfica 105: Evolución del  $FIV_1$  a lo largo del estudio en el grupo "Threshold".

- **Calidad de Vida** → En el caso de la terapia respiratoria con “Treshold” observamos un ligero aumento en el ISF medido con la escala SF-12v2 que aumenta desde los 32,76 puntos de media al inicio a los 34,52 puntos de media al final del estudio, por otra parte, el ISM medido con esta escala prácticamente no sufre modificaciones con la intervención.

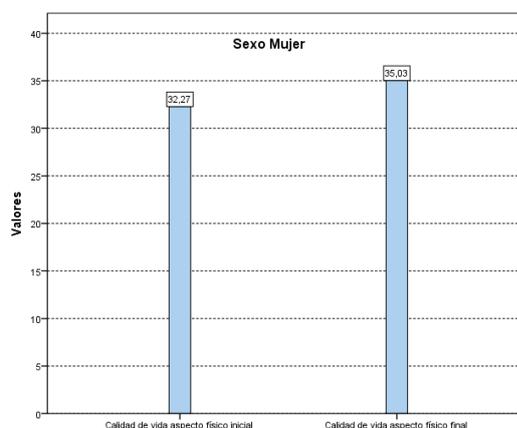


Gráfica 106: Evolución del ISF a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.



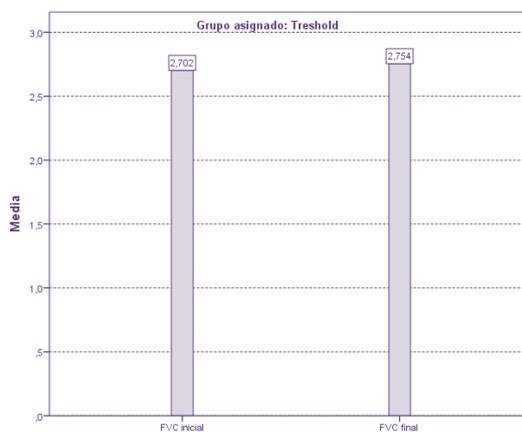
Gráfica 107: Evolución del ISM a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

Si estudiamos la variable en función del sexo de nuestra muestra, sólo encontramos diferencias significativas en las mujeres, en las que aumenta un 9,51% su ISF al finalizar el estudio.



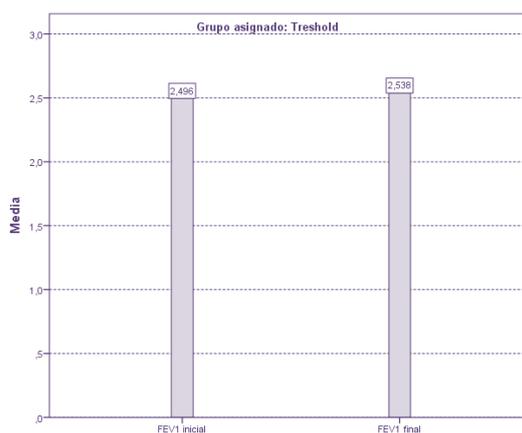
Gráfica 108: Evolución del ISF en las mujeres del grupo “Treshold” a lo largo del estudio.

- **FVC** → Aumento de 0,05 litros en este volumen tras la aplicación del programa “Treshold”.



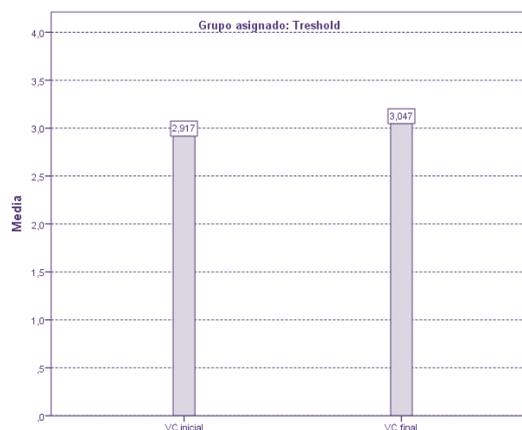
Gráfica 109: Evolución del FVC a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

- **FEV<sub>1</sub>** → Pasamos de un volumen inicial medio de 2,49 litros a un volumen final medio de 2,54 litros, tras la utilización del resistómetro inspiratorio.



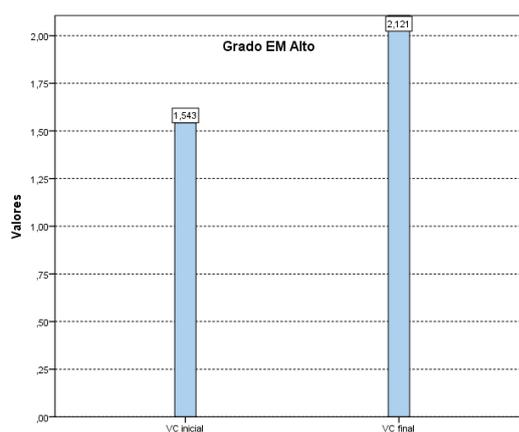
Gráfica 110: Evolución del FEV<sub>1</sub> a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

- VC → Se incrementa 0.13 litros tras la intervención con el resistómetro inspiratorio.



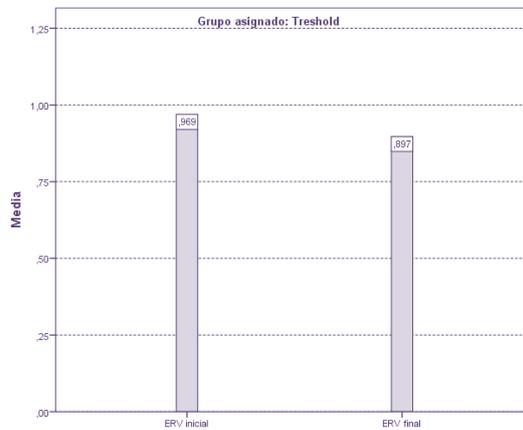
Gráfica 111: Evolución del VC a lo largo del estudio en el grupo "Threshold".

Hayamos diferencias estadísticamente significativas en esta variable en el grupo "Threshold" en pacientes con grado de afectación por la EM "alto", en los que aumenta un 37,01%.



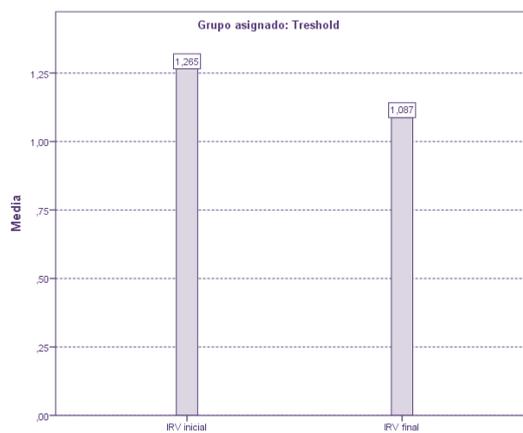
Gráfica 112: Evolución del VC en pacientes con grado de afectación alto del grupo "Threshold" a lo largo del estudio.

- **ERV** → Sufre un ligero descenso tras el periodo de intervención, no significativo estadísticamente.



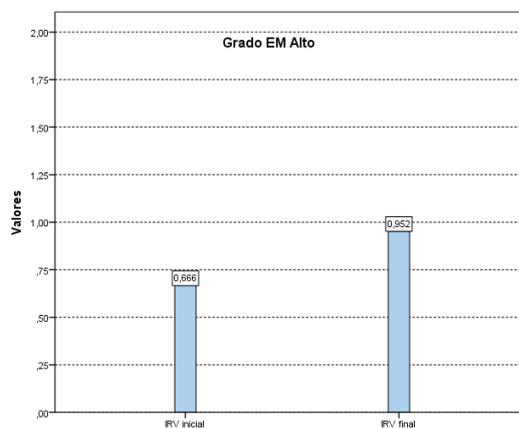
Gráfica 113: Evolución del ERV a lo largo del estudio en el grupo "Threshold".

- **IRV** → Al igual que el volumen anterior sufrimos una disminución en este volumen no significativa tras el estudio.



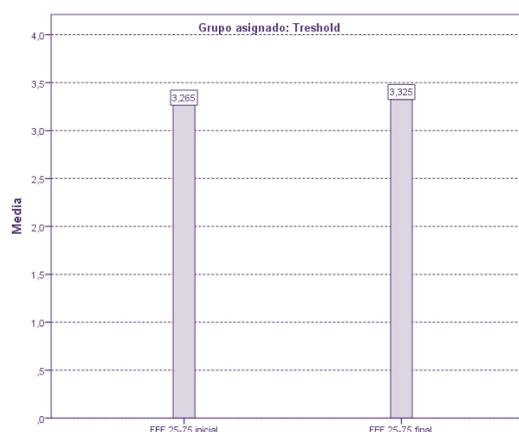
Gráfica 114: Evolución del IRV a lo largo del estudio en el grupo "Threshold".

Estudiando la evolución de esta variable en función del grado de afectación por la EM, encontramos incrementos significativos en el IRV en pacientes con afectación “alta” (42,42%).



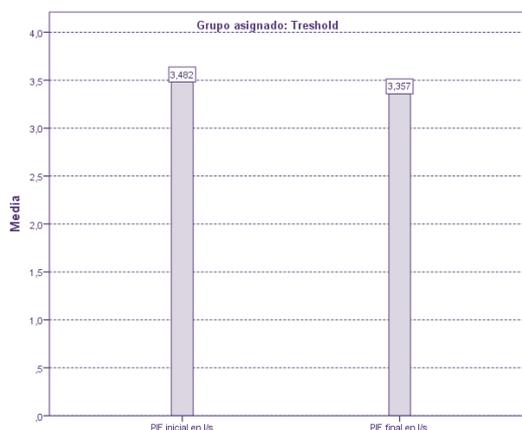
Gráfica 115: Evolución del IRV en pacientes con grado de afectación alto del grupo “Treshold” a lo largo del estudio.

- **FEF<sub>25-75</sub>** → Hay un ligero aumento en este flujo tras la aplicación de la terapia con Treshold, pasamos de un valor medio inicial de 3,26 litros/segundo a un valor medio final de 3,33 litros/segundo.



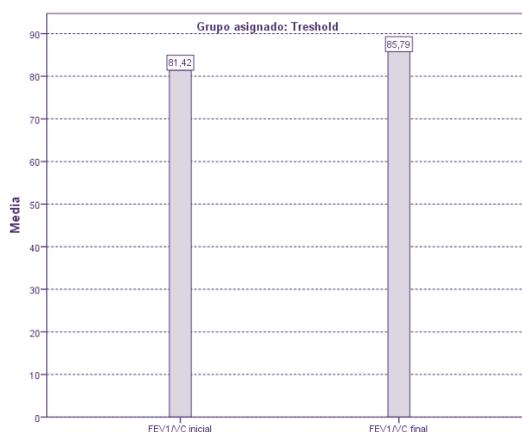
Gráfica 116: Evolución del FEF<sub>25-75</sub> a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

- **PIF** → Disminuye 0,12 litros/segundo tras la intervención respiratoria con el programa “Treshold”.



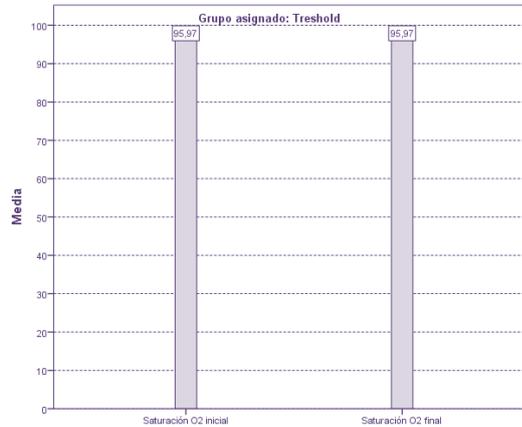
Gráfica 117: Evolución del PIF a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

- **FEV<sub>1</sub>/VC** → El Índice de Tiffeneau pasa de 81,42 puntos de media al inicio a 85,79 puntos de media al final del estudio. Así, tras la intervención con el resistómetro inspiratorio aumentamos ligeramente este valor, aunque no llega a ser significativo.



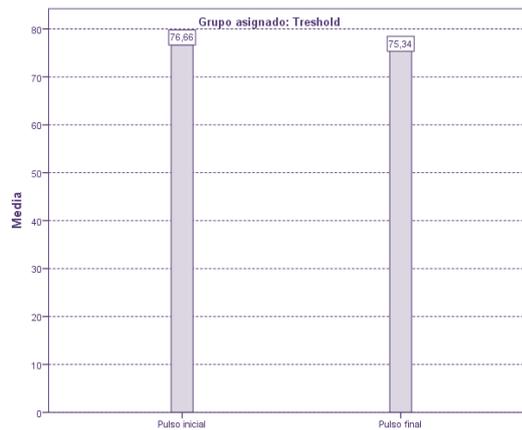
Gráfica 118: Evolución del FEV<sub>1</sub>/VC a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

- **SatO<sub>2</sub>** → No se aprecian cambios en la saturación de oxígeno tras la aplicación del programa “Treshold”.



Gráfica 119: Evolución de la SatO<sub>2</sub> a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

- **Pulso** → Hay un descenso medio de 1 pulsación/minuto en los pacientes del grupo “Treshold” tras la intervención.



Gráfica 120: Evolución del pulso a lo largo del estudio en el grupo “Treshold”.

---

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS

A continuación citamos los principales resultados hallados en nuestro estudio tras el periodo de intervención respiratoria de 12 semanas.

- La MVV aumenta significativamente en los 2 grupos de estudio, este incremento es ligeramente superior en el grupo “Ejercicios respiratorios”.
- La PIM aumenta significativamente en los 2 grupos de estudio, sin embargo, observamos el doble de crecimiento en la PIM en el grupo “Treshold”.
- La PEM aumenta significativamente en los 2 grupos de estudio, este incremento es superior en el grupo “Treshold”.
- La PEF aumenta significativamente y de forma casi idéntica en los 2 grupos de estudio.
- La sensación de disnea disminuye de forma significativa únicamente en los pacientes del grupo “Treshold”.
- El VT aumenta de forma significativa exclusivamente en el grupo “Treshold”.

También encontramos cambios significativos en otras variables analizando subgrupos de nuestra muestra.

- En el grupo “Ejercicios respiratorios”:
  - La VC aumenta en las mujeres de este grupo.
  - El ISM crece en las mujeres.
  - El ERV aumenta en pacientes con EDSS bajo.
- En el grupo “Treshold”:
  - La VC se incrementa en pacientes con EDSS alto.
  - El ISF aumenta en las mujeres.
  - El IRV aumenta en pacientes con EDSS alto.

	EJERCICIOS RESPIRATORIOS		TRESHOLD	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin
<b>Disnea</b>	3,48	3,48	<b>3,58</b>	<b>2,91</b>
<b>Calidad de vida, ISF</b>	37,64	39,17	32,91	34,52
<b>Calidad de vida, ISM</b>	46,61	49,23	48,57	48,90
<b>FVC</b>	2,83	2,82	2,70	2,75
<b>FEV<sub>1</sub></b>	2,58	2,56	2,50	2,54
<b>VC</b>	3,21	3,32	2,93	3,05
<b>VT</b>	1,16	1,48	<b>0,92</b>	<b>1,33</b>
<b>ERV</b>	1,02	1,08	0,95	0,90
<b>IRV</b>	1,28	1,24	1,26	1,09
<b>MVV</b>	<b>60,30</b>	<b>79,80</b>	<b>60,59</b>	<b>72,58</b>
<b>PEF</b>	<b>4,79</b>	<b>5,38</b>	<b>4,71</b>	<b>5,24</b>
<b>FEF<sub>25-75</sub></b>	3,36	3,56	3,27	3,32
<b>FIV1</b>	2,32	2,21	2,29	2,20
<b>PIF</b>	3,25	3,60	3,54	3,36
<b>FEV<sub>1</sub>/VC</b>	79,65	77,68	81,42	85,79
<b>PIM</b>	<b>48,77</b>	<b>60,55</b>	<b>41,83</b>	<b>62,40</b>
<b>PEM</b>	<b>46,65</b>	<b>59,16</b>	<b>45,67</b>	<b>62,26</b>
<b>SatO<sub>2</sub></b>	96,23	96,39	96,03	95,97
<b>Pulso</b>	76,00	75,29	77,17	75,34

Tabla 13: Resumen de los resultados obtenidos al inicio y al final del estudio en las variables cuantitativas. Comparación entre grupos de trabajo.

\* Subrayado de amarillo aquellas variables que obtienen diferencias significativas en todos los integrantes de uno u otro grupo tras el periodo de intervención.

\* En azul las variables que obtienen diferencias significativas en algún subgrupo (hombres/mujeres, EM RR/EM SP,...) de uno y otro grupo tras el periodo de intervención.

## ***5. DISCUSIÓN***



Los resultados más importantes de este estudio en el que comparamos la fisioterapia respiratoria convencional con el uso de resistómetros inspiratorios en pacientes con EM son el incremento significativo de la fuerza inspiratoria, la fuerza espiratoria y la resistencia de los músculos respiratorios tras 12 semanas de intervención. Cabe destacar que la fuerza, tanto inspiratoria como espiratoria, aumenta considerablemente más en el grupo "Threshold", mientras que la resistencia respiratoria consigue un aumento ligeramente superior en el grupo "Ejercicios respiratorios". Esto era de esperar ya que el trabajo con el resistómetro inspiratorio va destinado preferentemente a la potenciación de la musculatura respiratoria, mientras que los ejercicios de fisioterapia respiratoria convencional buscan un mantenimiento muscular a través de un trabajo con cargas más bajas.

También conseguimos aumentar significativamente el PEF en los 2 grupos de forma muy parecida, con un aumento medio del 12% tras el entrenamiento respiratorio.

Hasta el momento los cambios obtenidos aparecen en los 2 grupos de trabajo, aunque el porcentaje de mejoría es diferente. El entrenamiento con resistómetro inspiratorio es más efectivo que la fisioterapia respiratoria convencional en los pacientes con EM. Además de incrementar la fuerza respiratoria en mayor medida, consigue disminuir de manera estadísticamente significativa la sensación de disnea y aumentar el VT de nuestra muestra.

En el resto de parámetros espirométricos no logramos cambios significativos, sin embargo el FVC y el FEV<sub>1</sub> se mantienen constantes en el grupo "Ejercicios respiratorios", mientras que en el grupo "Threshold" aumentan un 2% y un 1,6% respectivamente tras el estudio. La VC aumenta aproximadamente un 4% en los 2 grupos. El VT en el grupo "Ejercicios respiratorios" se incrementa un 21,6% tras la intervención respiratoria. El FEF<sub>25-75</sub> aumenta un 6% en el grupo "Ejercicios respiratorios" y un 1,5% en el grupo "Threshold". Por su parte, el Índice de Tiffeneau no experimenta cambios en los 3 meses de intervención.

En la calidad de vida sólo encontramos cambios significativos en las mujeres; las del grupo "Threshold" logran mejorar el ISF un 10%, y las del grupo "Ejercicios respiratorios" obtienen una mejoría en el ISM del 12%.

Por otra parte, aunque no son cambios estadísticamente significativos, el ISF mejora ligeramente en ambos grupos tras el entrenamiento. El ISM aumenta 3 puntos en el grupo "Ejercicios respiratorios" y se mantiene constante en el grupo "Threshold"

### Incidencia y prevalencia de la EM

Cada año se diagnostican unos 1.800 nuevos casos de EM en España. La federación Esclerosis Múltiple España calcula que actualmente hay alrededor de 47.000 personas con EM en España (4-8 de cada 10.000 personas), aproximadamente un 50% más de las que había hace 20 años, de los que el 70% son mujeres y el 30% restante hombres<sup>123</sup>. Múltiples estudios, como el de Mackenzie et al.<sup>124</sup>, el de Otero et al.<sup>125</sup> o el de Fernández et al.<sup>126</sup> corroboran que la prevalencia de la EM en Europa es mayor entre las mujeres y que la incidencia de la enfermedad está aumentando en los últimos años.

El único estudio encontrado de incidencia y prevalencia en las provincias de Salamanca y Zamora es el de Ruiz et al.<sup>127</sup> de 1988, elaborado con 64 casos, en el que la incidencia en ambas provincias fue de 1,35 casos/100.000 habitantes y la prevalencia algo mayor en Zamora (11,6 casos/100.000 habitantes) que en Salamanca (10,6 casos/100.000 habitantes). En nuestro estudio contamos con un total de 67 pacientes con EM de los cuales 26 son hombres (38,8%) y 41 son mujeres (61,2%).

Es una enfermedad que está presente en todo el mundo y es una de las patologías neurológicas más frecuentes entre la población de 20 a 30 años. El curso de la EM no se puede pronosticar, es una enfermedad caprichosa que puede variar mucho de una persona a otra. Hasta ahora no se conoce ni su causa, ni su cura, ni ninguna forma de prevención, aunque se piensa que puede surgir de un conjunto de factores genéticos, ambientales y víricos.

Tras los accidentes de tráfico, la EM es la segunda causa de discapacidad entre los jóvenes españoles y la primera en discapacidad sobrevenida por enfermedad. Es muy importante la detección precoz, muchos pacientes relatan cómo hace unos años se les durmió la mano, o perdieron sensibilidad en una pierna momentáneamente, y no le dieron importancia. Los primeros síntomas suelen ser sensitivos, como hormigueos o alteraciones de la sensibilidad, dificultades para coordinar movimientos, visión borrosa o doble visión, ante estas manifestaciones es importante acudir al médico y no dejarlo pasar.

En los últimos años han aparecido nuevos tratamientos para luchar contra el progreso de la EM y han aumentado el interés y los medios para combatir esta enfermedad. A día de hoy hay asociaciones de EM repartidas por todo el país. En Castilla y León, Zamora, Salamanca, Ávila, Palencia, Burgos, Valladolid, León y Segovia cuentan con entidades o

asociaciones especializadas en el tratamiento de la EM en las que se ofrecen servicios de rehabilitación, transporte adaptado, ayudas técnicas, apoyo y asesoramiento psicológico, promoción de la autonomía personal, voluntariado, prácticas, ocio y tiempo libre.

### Tipos de EM

Por otra parte, los mismos datos indican que el 80% de las personas con EM están afectadas por la forma EM RR. Entre un 30 y un 50% de los pacientes que sufren inicialmente EM RR, tras un periodo de tiempo entre 35 y 45 años, desarrollan la forma SP. La forma PP es menos frecuente y sólo afecta al 10% de los pacientes con EM <sup>123</sup>. En nuestro estudio el 73,1% de los pacientes padecen EM RR, el 23,9% EM SP y solamente el 3% EM PP. Así, coincidimos con la entidad Esclerosis Múltiple España en que la EM RR es la forma más frecuente a día de hoy entre los afectados, seguida de lejos por la EM SP y la EM PP.

### Edad de diagnóstico de la EM

La Fundación Esclerosis Múltiple, la Clínica Universidad de Navarra y diversos estudios afirman que la EM es una enfermedad de adultos jóvenes cuya edad de aparición está entre los 20 y los 40 años, aunque puede aparecer a cualquier edad <sup>128-131</sup>. En nuestro estudio la edad al diagnóstico de la EM está comprendida entre los 15 años (edad mínima) y los 67 años (edad máxima), siendo la edad media de diagnóstico de 34 años, dentro del rango marcado por la Fundación Esclerosis Múltiple.

### Principales síntomas de la EM

Como ya explicamos, los síntomas de la EM pueden resultar en discapacidades neurológicas relacionadas con la progresión y/o recaídas de la enfermedad. Pueden ser transitorios o permanentes, y pueden ser el resultado de lesiones a varios niveles del SNC. Como consecuencia, es muy difícil ofrecer una lista completa de los síntomas que experimentan las personas con EM, pero una descripción no exhaustiva debe incluir: fatiga, trastornos cognitivos, depresión, dolor, disartria, disfagia, espasticidad, temblor, vértigo, alteraciones en la marcha, alteraciones respiratorias, síntomas visuales y disfunciones de vejiga, intestino y sexuales.

Se han probado una variedad de fármacos en el contexto de la investigación clínica. Los resultados no son demasiado impresionantes; los ensayos clínicos sobre la EM han

obtenido resultados positivos para los síntomas espasticidad y marcha, pero para otros síntomas, tales como fatiga y trastornos cognitivos, las pruebas han sido contradictorias y, por lo tanto, no se pueden hacer recomendaciones definitivas ni claras. Lamentablemente, numerosos síntomas de la EM no son fáciles de tratar con medicamentos por la falta de pruebas (positivas ni negativas) o por los resultados poco significantes de los ensayos clínicos. Entre éstos se encuentra la ataxia, el temblor, la visión doble, la pérdida de visión, la pérdida de sensibilidad, la disfagia y la disartria.

Un desafío importante en el manejo de los síntomas es equilibrar los beneficios del tratamiento con los riesgos a efectos secundarios. Es muy posible que cuando se trata un síntoma dado con buenos resultados, otro síntoma empeore. Un excelente resumen de estos puntos puede encontrarse en la sección *Managing Specific Impairments* (Manejar discapacidades específicas) de las directrices del UK's National Institute for Health and Clinical Excellence (Instituto Nacional para la Salud y la Excelencia Clínica del Reino Unido) sobre el manejo de la EM (2003): "La gama de posibles síntomas es vasta (...) En la mayoría de las personas se encontrarán varios síntomas, si no muchos (...) en la práctica siempre debe tenerse en cuenta la situación general del individuo antes de actuar. Por lo tanto, para cada discapacidad existe una primera recomendación no escrita: no iniciar o modificar el tratamiento hasta que se hayan establecido y entendido todos los aspectos de la situación clínica de un individuo, y se hayan determinado los deseos y expectativas de la persona con EM"<sup>132</sup>.

Entre los principales síntomas presentes en pacientes con EM:

- La presencia de dolor varía enormemente en los pacientes con EM, los márgenes según diversos estudios estarían entre el 29 y el 86% de los casos, de los cuales un 18% manifiestan dolor continuo<sup>133</sup>.
- La espasticidad está presente en el 84% de los casos de EM y afecta en España entre 20.000 y 25.000 personas que padecen simultáneamente EM y espasticidad (Vivancos et al., 2007)<sup>134</sup>.
- La fatiga está presente en más del 90% de las personas con EM según los últimos estudios publicados por "Multiple Sclerosis International Federation"<sup>135</sup>. El 97% de nuestros pacientes refieren presentar fatiga.

- Casi tres cuartas partes de los afectados por EM tienen temblor según la Federación Española para la lucha contra la Esclerosis Múltiple (FELEM) <sup>136</sup>. Por otro lado, la Fundación GAEM (Grupo de Afectados por EM) estima que casi la mitad de los afectados por EM experimentan temblores (Rinker et al., 2015) <sup>137</sup>. Este síntoma puede afectar a las personas de distintas maneras. En algunos casos es tan leve que nadie más lo nota, mientras que en otros puede ser más pronunciado. Es uno de los síntomas de la EM más difíciles de manejar <sup>136</sup>.
- Durante el curso de la EM más del 97% de los pacientes referirán clínica miccional. La disfunción sexual también es frecuente, afectando a un 70% de los hombres y a un 50% de las mujeres <sup>138</sup>.
- Las alteraciones psicológicas son muy frecuentes en la EM, según algunos estudios la depresión está presente en el 60% de los pacientes (Sánchez et al., 2004) <sup>139</sup>, (Arbinaga et al., 2003) <sup>140</sup>.

En nuestro trabajo no estudiamos los síntomas presentes en cada paciente puesto que aumentaría de manera considerable el tiempo empleado para la revisión inicial. En cambio, estudiamos la medicación pautada en cada uno de ellos; del total de la muestra, el 97% toman medicación de algún tipo, frente al 3% que afirman no tomar de forma continuada ningún tipo de medicamento. Citamos la medicación pautada en nuestros pacientes por orden de frecuencia:

- El 61,54% toman tratamiento activo contra la EM.
- El 60% tienen medicación para luchar contra la espasticidad.
- El 41,54% toman medicamentos para la fatiga. Analizamos el síntoma fatiga en nuestro estudio y vemos que el 97% de nuestros pacientes refieren fatiga al inicio del mismo, coincidiendo con los datos de la "*Multiple Sclerosis International Federation*" <sup>135</sup>.
- El 41,54% tienen tratamiento psicológico.
- El 20% toman medicación para el dolor, coincidiendo con los valores de referencia que estiman que el 18% de los pacientes con EM presentan dolor continuo <sup>133</sup>.
- El 20% tienen tratamiento para síntomas urinarios y sexuales.

- El 3% toman medicación contra el temblor.

Como vemos, la lucha contra la EM, la espasticidad, la fatiga y la esfera psicológica son los principales campos en los que se prescribe medicación para intentar mejorar o paliar sus efectos. En el lado opuesto está el temblor, aunque se presenta en un porcentaje considerable de los sujetos con EM sólo el 3% de nuestra muestra tiene tratamiento activo para este síntoma, quizás se deba a que es uno de los síntomas más difíciles de tratar con medicamentos y que peores resultados obtiene <sup>132</sup>.

Por otra parte, nuestros pacientes suelen tener pauta de medicación para varios de estos síntomas.

- 3% → No toman medicación.
- 20,9% → Toman medicación para 1 síntoma.
- 17,91% → Toman medicación para 2 síntomas.
- 22,39% → Toman medicación para 3 síntomas.
- 25,37% → Toman medicación para 4 síntomas.
- 10,45% → Toman medicación para 5 síntomas.

La media de síntomas con tratamiento medicamentoso en nuestros pacientes es de 2,78, siendo la mediana 3.

### Grado de afectación por la EM

Para valorar el grado de afectación neurológica utilizamos la escala EDSS, la cual es la más ampliamente utilizada en todo el mundo para valorar el daño o deterioro neurológico, así como la limitación de actividad en la EM. Dividimos el recorrido de la escala en tres intervalos: grado de afectación “bajo” (0-3,5) al que pertenecen el 25,37% de los pacientes, grado “moderado” (4-6,5) al que pertenecen el 46,27% de los pacientes y grado “alto” (>7) al que pertenecen el 28,36% de los pacientes. Así, en nuestra muestra predominan los pacientes con afectación moderada, siendo la puntuación media 5,358 y la mediana 6.

Con la siguiente tabla comparamos los resultados obtenidos en nuestro estudio con otros autores que estudian la afectación medida con la escala EDSS en pacientes con EM.

ESTUDIO	MUESTRA	PUNTUACIÓN EDSS	EDAD MEDIA	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Nuestro estudio	67	5,358	51,43	17,36
Delgado et al. <sup>141</sup>	78	0 < 3 (54%)	40,2 +/- 13,5	-
Kidd et al. <sup>142</sup>	47	7,5	40	13
Freeman et al. 1997 <sup>143</sup>	66	6,5	43,9	10
Freeman et al. 1999 <sup>144</sup>	50	6,8	-	-
Solari et al. <sup>145</sup>	50	5,5	44,8 +/- 10,6	15
Déniz et al. <sup>146</sup>	67	5,231	43,77	11,69
Craig et al. <sup>147</sup>	40	5,25	40	6,4

Tabla 14: Comparativa de la discapacidad con otros estudios.

Podemos apreciar en la tabla que nuestros resultados en el grado de discapacidad son muy similares a los obtenidos por Solari et al. <sup>145</sup> y Déniz et al. <sup>146</sup> en sus respectivos estudios, mientras que Delgado et al. <sup>141</sup> maneja una muestra con un nivel bajo de discapacidad, al que sólo pertenecen un 25% de nuestros pacientes. Kidd et al. <sup>142</sup> y Freeman et al. <sup>143, 144</sup> cuentan con pacientes con un grado de discapacidad aproximadamente un punto más alto que nosotros en la escala EDSS.

La edad media de la muestra de nuestro estudio es superior al resto de estudios consultados, lo mismo sucede con el tiempo de evolución, que en nuestro trabajo es superior a 17 años y en los estudios citados el más próximo es Solari et al. <sup>145</sup> cuyos pacientes llevan 15 años conviviendo con la EM.

Por otra parte, comparando el sexo de nuestra muestra con estos estudios vemos que en todos hay mayor prevalencia de mujeres que hombres, representando el 61,2% de la muestra en nuestro trabajo, el 67,5% en el estudio de Craig et al. <sup>147</sup>, el 64% en el de Freeman et al. <sup>143</sup> (1997), el 61,2% en el de Deniz et al. <sup>146</sup> y el 56% en el de Solari et al. <sup>145</sup>

**Observamos con nuestro estudio que hay una correlación directa y positiva entre la puntuación obtenida en la escala EDSS, la edad y el tiempo de evolución de la enfermedad en cada paciente**, por lo que si una variable aumenta el resto también; así a mayor edad o mayor tiempo conviviendo con la EM mayor será el grado de deterioro neurológico. Por otra parte, la edad de diagnóstico de la enfermedad y los antecedentes tabáquicos no influyen en la puntuación EDSS de nuestra muestra.

### Hábito tabáquico

Analizando el hábito tabáquico de nuestra muestra encontramos que el 70% han sido fumadores en algún momento de su vida, siendo el consumo medio de 18,6 cigarrillos/día durante un tiempo medio de 20 años. A día de hoy únicamente continúan fumando el 19% de los pacientes.

La revista “Neurología” ha publicado una revisión elaborada por Arruti et al.<sup>147</sup> que recoge las conclusiones extraídas tras más de 60 años de estudios relacionados con los efectos del tabaquismo en la EM. Esta revisión determina que existe suficiente evidencia para afirmar que el tabaquismo incrementa el riesgo de EM (*odds ratio 1,5*) y es un factor de riesgo independiente, aunque resulta más difícil determinar las formas en las que afecta a la progresión de la enfermedad. Además, también apuntan que el efecto perjudicial de fumar disminuye lentamente tras abandonar el hábito. Por otra parte, parece que existe bastante consistencia al afirmar que el tabaco aumenta la posibilidad de conversión de EM RR en EM SP y tendría una relación directa con el incremento de progresión de la discapacidad en personas con EM RR.

Un metaanálisis de Handel et al.<sup>148</sup> encontró que el grupo de pacientes que han fumado durante el transcurso de la enfermedad presentan una peor evolución de la EM, acumulando más discapacidad en un periodo de tiempo más corto que los no fumadores. También se demuestra que dejar de fumar tiene un efecto beneficioso para la enfermedad.

En nuestro estudio no encontramos relación entre el hecho de haber fumado y la discapacidad medida con la escala EDSS.

### IMC y EM

Respecto al IMC, en nuestro estudio tenemos un IMC medio de 23,75 (Normopeso). El 62,9% de la muestra están en normopeso, el 26,78% en sobrepeso, el 5,97% en obesidad y

el 4,48% en infrapeso. El Instituto Nacional de Estadística (INE) a través de la Encuesta Europea de Salud en España en el 2009 cifra que el 2% de la población española presenta infrapeso, el 41,8% presenta normopeso, el 35,53% presenta sobrepeso y el 15,1% presenta obesidad <sup>149</sup>.

Nuestros datos son parecidos a los hallados en el estudio de Martín et al. <sup>150</sup>, con 100 pacientes con EM, en el que el IMC fue de 25,6, también menor a la media y otro estudio realizado en Noruega por Norvedt et al. <sup>151</sup> en una cohorte de 22.312 personas donde detectaron 87 casos de EM, estos pacientes también presentaron un IMC menor que el de la población general. Esto podría estar relacionado con cambios metabólicos tras el inicio de la enfermedad o con atrofia muscular como resultado de la disminución del nivel de actividad. También podría estar relacionado con factores etiológicos de la enfermedad <sup>152</sup>. En el estudio de Norvedt et al. <sup>151</sup> la edad media de diagnóstico de la EM es de 33 años, muy cerca de los 34 años de nuestro estudio. Con Martín et al. <sup>150</sup> coincidimos en el porcentaje de hombres y mujeres, en su estudio el 38% son hombres y el 62% mujeres y en el nuestro el 38,8% son hombres y el 61,2% mujeres.

Si diferenciamos por sexo, los hombres de nuestra muestra tienen una talla de 174,65 cm, pesan 74,42 kg de media y su IMC es de 24,35. Un estudio reciente del Instituto de Biomecánica de Valencia llevado a cabo en 2013 y 2014 con 1.583 hombres españoles revela que la talla media del hombre es de 173,1 cm, que el 46,7% presentan normopeso, el 37,5% sobrepeso, el 11,8% obesidad y el 4% infrapeso. Estos datos distan de los que obtenemos en nuestro estudio ya que aunque el porcentaje de personas con infrapeso es similar, nosotros contamos con más gente con peso normal y menos gente con sobrepeso y obesidad <sup>153</sup>.

Las mujeres de nuestro estudio tienen una talla media de 159,66 cm, un peso de 59,44 kg y un IMC de 23,15. Un estudio del 2008 llevado a cabo por el Ministerio de Sanidad con 10.415 mujeres españolas arroja que la talla media entre las mujeres es de 162,3 cm, bastante parecido a nuestra muestra, el 56,2% de las mujeres presentan normopeso, el 24,9% sobrepeso, el 12,1% obesidad y el 6,4% infrapeso, vuelve a suceder lo mismo que en el caso de los hombres, nosotros contamos con más población incluida en el peso normal y menos con sobrepeso y obesidad <sup>154</sup>.

### **Variables cuantitativas**

#### **Disnea**

Si hablamos de la disnea, cansancio o fatiga valorada con la escala de Borg, en nuestro estudio encontramos mejorías estadísticamente significativas en el grupo “Treshold” en el que disminuye un 20% tras aplicar la terapia con resistómetro inspiratorio. En el grupo “Ejercicios respiratorios” el valor de la disnea se mantiene constante en la revisión final.

En el estudio de O’Connell et al.<sup>155</sup> con 11 pacientes que sufren EM, se asignaron al azar a un grupo con ejercicios y otro sin ejercicios. En el grupo de ejercicios se consigue mejoría significativa en la puntuación de la escala de Borg, por tanto la actividad física logra mejorar la sensación de disnea.

El estudio de Rodríguez et al.<sup>156</sup>, realizado con pacientes con enfermedad neuromuscular, aplica un entrenamiento respiratorio con resistómetro asociado a un entrenamiento cardiopulmonar durante 13 semanas. Consiguen disminuir la puntuación en la escala de Borg en 1,8 puntos. Los resultados son mejores que los obtenidos en nuestro estudio donde los pacientes que trabajan con el resistómetro mejoran su disnea en 0,7 puntos. Esta diferencia se debe en buena parte al entrenamiento cardiopulmonar que sigue la muestra de Rodríguez et al.<sup>156</sup>

En el estudio de Turner et al.<sup>157</sup> con 15 pacientes asmáticos en los que se aplica un programa respiratorio con resistómetro inspiratorio no se hallaron diferencias en la escala de Borg al finalizar el estudio.

Otro estudio, también con pacientes asmáticos, llevado a cabo por Fernández et al. en 2009, aplica un protocolo de fisioterapia respiratoria similar al que llevan a cabo los pacientes de nuestro grupo “Ejercicios respiratorios” y logran disminuir la sensación de disnea medida con la escala de Borg en un 75% de los pacientes, el 25% restante no manifiestan cambios<sup>158</sup>.

Un meta-análisis de Geddes et al.<sup>159</sup> agrupa 4 estudios de entrenamiento respiratorio con resistómetro inspiratorio y valoración de la disnea a través de la escala de Borg en pacientes con trastornos ventilatorios obstructivos (Lisboa et al.<sup>160</sup>, Sánchez et al.<sup>161</sup>, Hill et al.<sup>162</sup>, Koppers et al.<sup>163</sup>). Los resultados demostraron una mejoría significativa en la

puntuación de la escala de Borg de 1,8 puntos. La mejoría es más notable que en nuestro estudio. La explicación es sencilla; la sensación de cansancio es uno de los síntomas más notables de la EM, por lo que su tratamiento es uno de los más difíciles de afrontar. A mayores, este síntoma es de origen multifactorial y no está únicamente condicionado por el estado del sistema respiratorio, como puede ser el caso de los pacientes con trastornos ventilatorios obstructivos.

### Calidad de vida

Incluimos la medición de la calidad de vida en nuestro estudio para conocer, en primer lugar, qué percepción tienen los pacientes con EM a cerca de su calidad de vida, y en segundo lugar para valorar si, indirectamente, la mejoría en la función respiratoria de nuestros pacientes puede desencadenar cambios en su calidad de vida. Para evaluarla utilizamos la escala SF-12v2, un cuestionario con el que podemos determinar el índice de salud física (ISF) y el índice de salud mental (ISM).

Al analizar nuestros resultados sólo obtenemos cambios estadísticamente significativos en las mujeres. Las del grupo “Treshold” logran mejorar el ISF un 10%, y las del grupo “Ejercicios respiratorios” obtienen una mejoría en el ISM del 12%.

Por otra parte, aunque no son cambios estadísticamente significativos, el ISF mejora tímidamente en ambos grupos tras el entrenamiento. El ISM aumenta 3 puntos en el grupo “Ejercicios respiratorios” y se mantiene constante en el grupo “Treshold”.

El estudio de Schmidt et al.<sup>164</sup> del año 2012, establece unas normas de referencia para el cuestionario SF-12v2 elaboradas a partir de una muestra de población de Cataluña. Encontramos que el ISF y el ISM presentan el mismo valor, mientras que los hombres logran resultados más altos que las mujeres, como se venía viendo en estudios previos. La CVRS es peor a edades más avanzadas. Hasta la elaboración de este estudio no se disponía de valores de referencia en la población española para esta escala<sup>165</sup>.

En otro estudio de Monteagudo et al.<sup>166</sup> del año 2009 se establecen unos valores de referencia para diabéticos de la provincia de Murcia. El ISM medio fue superior al ISF; los hombres, de nuevo, obtuvieron mejor puntuación que las mujeres en ambas dimensiones de la escala.

	ISF			ISM		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
<b>Nuestro estudio</b>	35,05	34,73	35,25	47,94	48,89	47,31
<b>Monteagudo</b> <sup>166</sup>	42,5	44,9	40,3	50,5	53,6	47,7
<b>Schmidt</b> <sup>164</sup>	50	51,1	48,9	50	51,4	48,6

*Tabla 15: Comparativa de la calidad de vida.*

En nuestro estudio, los valores obtenidos en la escala son muy parecidos entre hombres y mujeres. Como podemos apreciar, en comparación con los estudios de Schmidt et al.<sup>164</sup> y Monteagudo et al.<sup>166</sup> el ISF de nuestro trabajo es bastante inferior, seguramente porque la EM deteriora de manera progresiva y diversa diferentes funciones neurológicas que repercuten en el sistema musculoesquelético; esto determina una disminución de la CVRS, principalmente en las funciones física y social<sup>167</sup>. En cuanto al ISM, aunque nuestros datos también son más bajos, la diferencia es menor; y es que la EM se relaciona frecuentemente con síntomas depresivos tales como la fatiga, la anergia o la falta de apetito, afectando a la CVRS<sup>168</sup>.

Nuestros resultados de la escala en función de la edad coinciden con Schmidt et al.<sup>164</sup> y Monteagudo et al.<sup>166</sup> en el ISF, que va disminuyendo progresivamente según aumenta la edad de los pacientes. Sin embargo, el ISM es peor en los más jóvenes y alcanza su mayor puntuación en la franja de edad 45-54 años; esto puede deberse al periodo de asimilación y adaptación a la enfermedad así como el impacto que suponen las primeras discapacidades que provoca la EM a edades tempranas<sup>169</sup>.

	<35	35-44	45-54	55-64	>65
<b>ISF</b>	39,37	37,17	33,88	33,78	33,63
<b>ISM</b>	42,38	46,48	50,4	49,78	45,73

*Tabla 16: ISF, ISM según la edad del paciente.*

**La percepción de nuestros pacientes a cerca de su calidad de vida es peor en el ámbito físico que en el ámbito mental al valorarla con la escala SF-12v2 (ISF < ISM),** en concreto el ISF es un 27% menor que el ISM al inicio del estudio. Esto coincide con los resultados que muestran estudios previos, Arroyo et al.<sup>170</sup> (ISF 31% menor que ISM), Sistiaga et al.<sup>168</sup> (ISF 22% menor que ISM), Rasova et al.<sup>176</sup> (ISF 13% menor que ISM). Esta diferencia es debida al curso de la EM, se trata de una patología neurodegenerativa caracterizada, principalmente, por una pérdida progresiva de cualidades físicas cuya consecuencia es una movilidad reducida e invalidez en los casos más graves. Lógicamente el impacto psicológico por el diagnóstico de la enfermedad y el progreso de la misma es muy grande, pero la EM ataca en mayor medida al ámbito físico de la persona, y el ámbito mental se ve afectado de forma secundaria.

A continuación comparamos nuestros resultados con los valores de referencia para la población americana<sup>171, 172</sup> validados para comparaciones internacionales. Observamos que la media ISF (47,42) e ISM (53,82) están por encima de nuestros datos. Si comparamos con personas con alteraciones físicas (ISF: 38,75/ ISM: 52,51), con alteraciones mentales (ISF: 49,32/ ISM: 37,03) o con ambas (ISF: 36,34/ ISM: 43,18) vemos como nuestros resultados se equiparan a la población americana, y es que los pacientes con EM sufren discapacidades físicas que conllevan trastornos mentales con la consecuente afectación en su calidad de vida<sup>173</sup>.

Si analizamos los valores iniciales de calidad de vida según el tipo de EM, el ISM es semejante entre la EM RR y la EM SP, sin embargo, el ISF es un 11% inferior en pacientes con EM SP. Esto coincide con Sistiaga et al.<sup>168</sup>, en su estudio del 2014 valora la calidad de vida y el deterioro cognitivo en pacientes con EM de la provincia de Gipuzkoa y obtiene en la escala SF-12v2 peores datos en el ISF en sujetos con EM SP mientras que en el ISM no se observa esta diferencia. Esto se debe principalmente a que los pacientes que padecen EM SP llevan conviviendo con la enfermedad más tiempo que los pacientes con EM RR, y, por norma general, presentarán mayor discapacidad. Como dijimos anteriormente muchas EM RR con el paso del tiempo terminan siendo EM SP.

Las mejorías obtenidas en la calidad de vida a raíz de nuestra intervención no son muy sonoras, ya que sólo conseguimos aumentar el ISF de manera significativa en mujeres del grupo "Treshold" y el ISM en mujeres del grupo "Ejercicios respiratorios". Los cambios obtenidos en la totalidad del grupo tras el periodo de rehabilitación respiratoria son ligeros

aumentos en ISF e ISM en ambos grupos de estudio. Pocos estudios comparan la influencia de la fisioterapia respiratoria en la calidad de vida de pacientes con EM, entre ellos encontramos los trabajos de Petahan et al.<sup>174</sup>, Mostert et al.<sup>175</sup> y Rasova et al.<sup>176</sup>, que utilizan programas de ejercicio aeróbico, con entrenamiento respiratorio, en pacientes con EM. Estos estudios muestran una mejoría en la calidad de vida tras el periodo de intervención en los sujetos que participan en los programas de tratamiento.

Otro estudio de Salgado et al.<sup>177</sup> del año 2013, con 24 personas con EM a los que les aplica un programa de Yoga (con importante componente respiratorio) también encuentra un aumento en la calidad de vida de los pacientes tras la intervención.

Hay que decir que los estudios consultados utilizan una terapia basada en ejercicios respiratorios combinados con ejercicios aeróbicos y rehabilitación, por lo que cuentan con más variedad de técnicas y mayores posibilidades de influir en la calidad de vida de los sujetos estudiados.

### Fuerza muscular inspiratoria y espiratoria

#### **Comparación de nuestros resultados con los valores de referencia**

Los valores medios medidos en nuestro estudio de la PIM y la PEM están por debajo de los valores de referencia establecidos por Black y Hyatt<sup>110</sup>.

ECUACIONES DE BLACK Y HYATT		
	Mujer	Hombre
<b>PIM (cmH<sub>2</sub>O)</b>	104 – (0,51 x edad)	143 – (0,55 x edad)
<b>PEM (cmH<sub>2</sub>O)</b>	170 – (0,53 x edad)	268 – (1,03 x edad)

*Tabla 17: Ecuaciones de Black y Hyatt.<sup>110</sup>*

Nuestra PIM inicial fue de -46,19 cmH<sub>2</sub>O y nuestra PEM de 47,97 cmH<sub>2</sub>O. Si estudiamos por separado las variables en función del sexo obtenemos que en las mujeres la PIM es de -39,58 cmH<sub>2</sub>O y la PEM de 39,93 cmH<sub>2</sub>O, y en los hombres la PIM es de -52,81 cmH<sub>2</sub>O y la

PEM de 56 cmH<sub>2</sub>O. La edad media de las mujeres es de 51 años, por lo tanto los valores de la PIM representan un 50% del valor de referencia y los de la PEM un 28% de los mismos; la edad media de los hombres es también de 51 años, así la PIM representa un 46% del valor de referencia y la PEM un 26%. Tenemos que tener en cuenta que estos valores están diseñados para población general y nosotros estamos estudiando un subgrupo de pacientes con una enfermedad neuromuscular, la EM, de ahí la gran diferencia que podemos apreciar.

Mutluay et al.<sup>178</sup> en el 2005 comparan los valores de la fuerza respiratoria en pacientes con EM con los valores de normalidad para sujetos sanos y encuentran que la PIM supone un 77% y la PEM un 60% de los valores de referencia. La puntuación EDSS media es de 4,34, 1 punto menor a la medida en nuestra muestra, por tanto se trata de una población con menos discapacidad acumulada, de ahí los mejores resultados medidos en la valoración inicial.

Foglio et al.<sup>179</sup> en un estudio respiratorio en pacientes con EM y un EDSS medio de 5,3 obtienen valores de la PIM entre 18 y 76 cmH<sub>2</sub>O y de la PEM entre 16 y 82 cmH<sub>2</sub>O, muy por debajo de los valores de referencia. Coincidimos con este estudio en la discapacidad de la muestra y los valores obtenidos en la fuerza respiratoria, tanto inspiratoria como espiratoria al inicio del estudio.

Gosselink et al.<sup>180</sup>, Smeltzer et al. (1989)<sup>181</sup>, Klefbeck et al.<sup>182</sup> y Buyse et al.<sup>183</sup>, en sus respectivos estudios con pacientes con EM y afectación alta (EDSS > 6,5) obtienen valores de la PIM entre el 27-74% de los valores de referencia y de la PEM entre el 18-51%. En nuestro trabajo medimos una PIM en pacientes con EDSS > 6,5 del 40% del valor de referencia, por lo que está dentro del rango establecido en estos estudios, mientras que la PEM es del 24% del valor de referencia, también dentro de dicho rango.

Mutluay et al.<sup>178</sup> y Buyse et al.<sup>182</sup> estudian la fuerza respiratoria en pacientes con EM y afectación baja-moderada (EDSS < 6,5). Miden valores en la PIM entre el 50-77% del valor de referencia y en la PEM entre el 34-60%. En nuestro estudio, en pacientes con EDSS < 6,5, observamos que la PIM es un 54% del valor de referencia y la PEM un 34% del mismo; aunque muy próximos al límite inferior nuestros resultados coinciden con los estudios citados.

La PIM es la medida más utilizada para evaluar la fuerza muscular inspiratoria. Se han publicado numerosos conjuntos de valores de referencia para la PIM. Sin embargo está en entredicho la utilidad de tales valores por la gran variabilidad que muestran los estudios<sup>184</sup>. En la práctica clínica los valores normales de la población de la PIM y de la PEM son de muy poco interés. Para decidir si un paciente presenta debilidad patológica de los músculos respiratorios, el valor de interés es el del Límite Inferior de la Normalidad (LIN)<sup>185</sup>. Sclauser et al.<sup>184</sup> en un trabajo de revisión exponen que no hay acuerdo sobre los límites inferiores de la normalidad de la PIM. Evans et al.<sup>186</sup> en un trabajo de revisión publicado en 2009 para ampliar las recomendaciones de la American Toracic Society/European Respiratory Society (ATS/ERS) afirman que el LIN de la PIM se mantiene constante hasta los 70 años y que sería 60 cmH<sub>2</sub>O para los hombres y 40 cmH<sub>2</sub>O para las mujeres. Pero, para decidir si los músculos son lo suficientemente débiles como para justificar una disnea o bajo volumen corriente, pueden ser necesarias pruebas adicionales de espirometría o pruebas de esfuerzo. La decisión sobre si un paciente tiene importante debilidad de los músculos respiratorios no puede basarse únicamente en la PIM y la PEM.

A mayores, Evans et al.<sup>186</sup> establecen unas ecuaciones de referencia:

<b>Predicción de presiones máximas en boca medidas en adultos</b>	
Ecuación PIM hombres = 120 – (0,41 x edad)	Ecuación PIM hombres LIN = 62 – (0,15 x edad)
Ecuación PEM hombres = 174 – (0,83 x edad)	Ecuación PEM hombres LIN = 117 – (0,83 x edad)
Ecuación PIM mujeres = 108 – (0,61 x edad)	Ecuación PIM mujeres LIN = 62 – (0,50 x edad)
Ecuación PEM mujeres = 131 – (0,86 x edad)	Ecuación PEM mujeres LIN = 95 – (0,57 x edad)

Tabla 18: Ecuaciones de referencia de Evans et al.<sup>186</sup>

Para los hombres de nuestra muestra el LIN de la PIM sería de -54,35 cmH<sub>2</sub>O y nuestra PIM media es de -52,81 cmH<sub>2</sub>O por lo que estaría ligeramente por debajo del LIN. El LIN de la PEM sería 74,67 cmH<sub>2</sub>O, superior a nuestra PEM media en los varones que es de 56 cmH<sub>2</sub>O.

Por lo tanto, la PIM estaría muy cerca de llegar al LIN pero la PEM está muy disminuida en nuestra muestra con respecto a estos valores de referencia.

Para las mujeres de nuestra muestra el LIN de la PIM sería de -36,5 cmH<sub>2</sub>O y nuestra PIM media es de -39,58 cmH<sub>2</sub>O. El LIN de la PEM sería de 65,93 cmH<sub>2</sub>O y nuestra PEM media en las mujeres es de 39,93 cmH<sub>2</sub>O. Así, la PIM en las mujeres estaría por encima del LIN, sin embargo, la PEM, al igual que ocurría con los hombres, está muy por debajo del LIN.

Podemos afirmar que en nuestro trabajo, los pacientes con EM presentan una pérdida de fuerza en la musculatura respiratoria, más acentuada en los músculos que participan en la espiración (abdominales e intercostales internos) que en los músculos inspiratorios. Esto coincide con los resultados de estudios anteriores, Smeltzer et al. 1988<sup>187</sup>, Buyse et al.<sup>183</sup>, Smeltzer et al. 1992<sup>188</sup>, Tantucci et al.<sup>189</sup>, Olgiati et al.<sup>190</sup>.

Nuestros resultados muestran una correlación entre la fuerza muscular respiratoria y el EDSS, cuanto mayor discapacidad presentan nuestros pacientes peores serán los resultados obtenidos en la PIM y la PEM. La relación es más fuerte con la PEM que con la PIM. De nuevo, esto coincide con estudios anteriores<sup>180,188</sup>.

Por otra parte, pese a obtener valores iniciales de la PIM y la PEM bastante inferiores a los valores de referencia e incluso inferiores al LIN, tan solo un paciente abandonó el estudio por suponer demasiado esfuerzo el programa de entrenamiento. Se trata de un paciente del grupo "Treshold" que refería fatiga considerable tras trabajar con el resistómetro, por lo que fue apartado del estudio. Así, no debemos considerar la PIM y la PEM como medidas exclusivas de debilidad muscular respiratoria, ya que pese a medir valores inferiores, nuestra muestra es capaz de completar un protocolo de entrenamiento respiratorio de 15 minutos con resistómetro inspiratorio o con técnicas respiratorias convencionales. Esto coincide con lo que dicen Evans et al.<sup>186</sup>.

En referencia a la PEM los estudios encontrados son menos numerosos que para la PIM, lo que es sorprendente puesto que es uno de los valores que se afecta de forma significativa en determinadas patologías como Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), EM, Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) o Enfermedades Neuromusculares (EN)<sup>185</sup>.

Taveira et al.<sup>191</sup> publican un estudio en 2013 sobre los valores de la PIM y la PEM en sujetos con EM (30) en comparación con sujetos sanos (30). Afirman que la EM afecta a la fuerza muscular respiratoria y que las complicaciones respiratorias son las principales

causas de morbilidad y mortalidad en pacientes con EM avanzada. Apuntan que las alteraciones se producen tanto en la PIM como en la PEM, por afectación de diafragma e intercostales externos y abdominales e intercostales internos respectivamente, lo que coincide con los datos de nuestro estudio.

Bosnak-Guclu et al.<sup>192</sup> estudian la fuerza muscular respiratoria, la resistencia al ejercicio físico y la función pulmonar de 43 pacientes con EM comparada con 30 sujetos sanos. Concluyen que la fuerza muscular respiratoria es menor en personas con EM, especialmente la espiratoria, y que a pesar de que la debilidad muscular respiratoria comienza en las fases tempranas de la EM no se identifica hasta etapas posteriores. Esto coincide con nuestros resultados en los que apreciamos una considerable pérdida de fuerza respiratoria en nuestros pacientes, estando más afectada la fuerza espiratoria. En este estudio también añaden que se recomienda la medición rutinaria de la PIM y la PEM en pacientes con EM para la detección precoz de debilidad de la musculatura respiratoria. Los programas de rehabilitación que incluyen el entrenamiento de los músculos respiratorios pueden prevenir la aparición de complicaciones respiratorias y deben incluirse en el tratamiento temprano de la enfermedad con el fin de mejorar la capacidad de ejercicio de nuestros pacientes.

El estudio de Savci et al.<sup>193</sup> con 30 pacientes con EM y 30 sujetos sanos arroja los mismos resultados que Bosnak-Guclu et al.<sup>192</sup>, y de nuevo coincide con los valores de fuerza respiratoria obtenidos en nuestro estudio.

#### **Evolución de la PIM y la PEM a lo largo del estudio**

Como era de esperar conseguimos incrementos estadísticamente significativos en la PIM y en la PEM en los 2 grupos de trabajo.

	<b>“Ejercicios respiratorios”</b>	<b>“Treshold”</b>
<b>Mejoría de la PIM (cmH<sub>2</sub>O)</b>	11,774	21,143
<b>Mejoría de la PEM (cmH<sub>2</sub>O)</b>	12,516	16,343

*Tabla 19: Evolución de la PIM en nuestro estudio.*

En los pacientes del grupo “Threshold”, que recordemos siguen un protocolo de entrenamiento muscular respiratorio con un resistómetro inspiratorio, **logramos aumentar la PIM un 51,24% del valor inicial, 21,143 cm H<sub>2</sub>O**. Por su parte, **los pacientes del grupo “Ejercicios respiratorios” mejoran su PIM un 24,14%, 11,774 cmH<sub>2</sub>O**, así, se consigue incrementar la PIM el doble en los sujetos del programa “Threshold” que en los del programa “Ejercicios respiratorios”. Queda bastante claro que si nuestro objetivo es trabajar la fuerza muscular inspiratoria obtendremos mejores resultados trabajando con un resistómetro inspiratorio que utilizando las técnicas convencionales de fisioterapia respiratoria.

**Si hablamos de la PEM, en el grupo “Threshold” logramos un incremento del 35,6%** del valor inicial, **16,343 cmH<sub>2</sub>O** y **en el grupo “Ejercicios respiratorios” del 26,83%, 12,516 cm H<sub>2</sub>O**. De nuevo, el resistómetro inspiratorio consigue mejores resultados que la fisioterapia respiratoria convencional en la mejoría de la fuerza de la musculatura respiratoria, en este caso la espiratoria. El incremento conseguido con el resistómetro en la PEM es menor que el obtenido en la PIM debido a que trabajamos con resistencias inspiratorias, es decir, el mayor esfuerzo muscular es reclamado durante la inspiración. Aun así conseguimos mejorar la PEM por lo que, indirectamente, trabajamos la musculatura espiratoria con el resistómetro inspiratorio.

Como podemos observar en los resultados del grupo “Ejercicios respiratorios” el aumento de la PIM y de la PEM es muy parecido, lo cual es entendible al tratarse de un programa respiratorio que incide de una misma manera en el momento inspiratorio que en el momento espiratorio durante el entrenamiento. Sin embargo, en el grupo “Threshold” el aumento de la PIM es superior al de la PEM, debido principalmente a que resistómetro utilizado para el entrenamiento centra la potencia de trabajo en la fase inspiratoria.

Comparamos los valores de nuestra muestra tras el periodo de 3 meses de intervención con los valores de referencia de la PIM y la PEM:

- Respecto a los valores de normalidad establecidos por Black y Hyatt <sup>110</sup> la PIM sería del 70% de los mismos y la PEM del 35%.
- En comparación con los valores establecidos por Evans et al. <sup>186</sup> la PIM en hombres y mujeres es un 72% del valor de referencia y la PEM un 60% en mujeres y un 56% en hombres. Las PIM en las mujeres es un 51% mayor que el LIN y en los hombres un 31% mayor, en ambos sexos tras el periodo de intervención respiratoria

conseguimos resultados de la PIM por encima del LIN. La PEM en las mujeres es un 22% menor que el LIN mientras que en los hombres es prácticamente igual al LIN.

Tras las 12 semanas de intervención respiratoria logramos mejorar considerablemente la PIM y la PEM con nuestro estudio, aunque los valores, en especial los de la PEM, aún son inferiores a los valores de normalidad establecidos por otros autores. Cabe mencionar que estos valores de referencia están hechos con sujetos sanos y nuestra muestra está compuesta en su totalidad por pacientes diagnosticados de EM.

### **Comparación de nuestro programa “Treshold” con otros estudios**

Klefbeck et al.<sup>182</sup> divide una muestra de 15 pacientes con EM en 2 grupos: uno de control (8) y otro de entrenamiento respiratorio con resistómetro inspiratorio (7); este grupo trabaja 2 veces al día con 3 series de 10 respiraciones entre el 40 y el 60% de la PIM durante un periodo de 10 semanas. En los pacientes del grupo control no se aprecian diferencias significativas en la PIM ni en la PEM tras el periodo de estudio, sin embargo, en el grupo de entrenamiento respiratorio obtiene diferencias significativas en la PIM, que aumenta 25 cmH<sub>2</sub>O; esta mejoría se mantiene 1 mes después de finalizar el periodo de entrenamiento. La PEM aumenta 17 cmH<sub>2</sub>O, aunque este cambio no es estadísticamente significativo. Su muestra del grupo de entrenamiento respiratorio tiene una edad media de 46 años, inferior en 4 años a nuestro grupo “Treshold”, y un EDSS de 7,5, por encima de nuestra media que es 5,597; por lo tanto se trata de pacientes ligeramente más jóvenes pero con mayor discapacidad acumulada. En nuestro estudio, a parte de contar con una muestra mucho más amplia y ser más largo el periodo experimental, logramos incrementos significativos tanto en la PIM (21 cmH<sub>2</sub>O) como en la PEM (16 cmH<sub>2</sub>O), en un porcentaje de mejora similar a este estudio.

Pfalzer et al.<sup>194</sup> llevan a cabo un estudio con 46 pacientes con EM, 39 completan el programa, en el que estudian la influencia de un entrenamiento muscular inspiratorio con resistómetro durante 10 semanas. Dividen la muestra en un grupo de trabajo inspiratorio (20), que realizan 3 series de 15 repeticiones entre 40 y 60% de la PIM, y un grupo control (19), que continúa con su actividad física habitual. El grupo de trabajo presenta un EDSS de 4,1, una edad media de 49,6 años y un IMC de 26,2; tras la intervención logra una mejoría significativa en la PIM del 71,4%, mientras que la PEM no logra diferencias significativas al

final del estudio. Nuevamente contamos con una muestra más amplia y un periodo de investigación mayor. Aunque en nuestro estudio logramos un porcentaje de mejoría menor en la PIM, conseguimos mejorar significativamente la PIM y la PEM con nuestro programa de entrenamiento con resistómetro. Cabe destacar que nuestra muestra presenta una discapacidad 1 punto mayor a la de Pfalzer, una edad media 1 año mayor y un IMC 3 puntos menor.

Fry et al. <sup>195</sup> realizan un estudio con 46 pacientes con EM. Los dividen en un grupo intervención, que trabaja durante 10 semanas con un resistómetro inspiratorio en 3 series de 15 repeticiones al 30% de la PIM que va incrementándose cada semana, y un grupo control que sigue con su actividad habitual. El grupo intervención tiene una edad media de 50 años y un EDSS de 3,96. Logran aumentar la PIM un 80% tras el estudio, sin embargo no consiguen diferencias significativas en la PEM. Siguiendo la tónica del resto de estudios consultados, contamos con una muestra mayor, nuestro periodo de intervención es más largo y presentamos 2 programas diferentes de trabajo respiratorio para comparar resultados entre ellos, algo que no hace ninguno de los estudios citados. Nuestra mejoría en la PIM es inferior (51%) pero logramos mejorar la PEM, por lo tanto nuestro protocolo de trabajo es más eficaz para incrementar la fuerza respiratoria.

Estudio	Muestra	EDSS	Entrenamiento	Duración	Resultados
<b>Nuestro estudio</b>	67	5,597	15 minutos 30% PIM	12 semanas	↑PIM y PEM
<b>Klefbeck</b> <sup>182</sup>	15	>6,5	3 series 10 rep. 40-60% PIM	10 semanas	↑PIM
<b>Pfalzer</b> <sup>194</sup>	46	4,1	3 series 15 rep. 40-60% PIM	10 semanas	↑PIM
<b>Fry</b> <sup>195</sup>	46	3,96	3 series 15 rep. 30% PIM	10 semanas	↑PIM

Tabla 20: Comparación de la mejoría de la fuerza respiratoria de nuestro programa "Treshold" con otros estudios que trabajan la fuerza inspiratoria.

Para encontrar diferencias significativas en la PEM tenemos que consultar estudios cuyo entrenamiento respiratorio lo realizan con resistómetro espiratorio ya que no se han encontrado cambios en estudios que trabajan con el resistómetro inspiratorio.

Chiara et al. <sup>196</sup> encontraron que tras 8 semanas de entrenamiento los sujetos con EM (EDSS > 6,5) tuvieron un aumento significativo del 50% en la PEM, mientras que el grupo de participantes sanos mostró un aumento del 27%.

Smeltzer et al. <sup>197</sup> encontraron que la PEM aumentó significativamente un 36% en los pacientes con EM del grupo intervención (EDSS > 6,5) tras 12 semanas de entrenamiento; el grupo control no presentó diferencias en la PEM.

Gosselink et al. <sup>180</sup> hallaron mejorías significativas en la PIM (27%) tras 12 semanas de entrenamiento espiratorio con resistómetro en pacientes con EM y EDSS > 7. La PEM creció respecto al valor inicial pero no llegó a ser significativo.

Estudio	Muestra	EDSS	Entrenamiento	Duración	Resultados
<b>Nuestro estudio</b>	67 con EM	5,597	15 minutos 30% PIM	12 semanas	↑PIM y PEM
<b>Chiara</b> <sup>196</sup>	31, 17 con EM	>6,5	4 series de 6 rep. 40-80% PEM	8 semanas	↑PEM
<b>Smeltzer</b> <sup>197</sup>	20, 15 con EM	>6,5	3 series 15 rep.	12 semanas	↑PEM
<b>Gosselink</b> <sup>180</sup>	28, 18 con EM	>7	3 series 15 rep. 60% PEM	12 semanas	↑PIM

*Tabla 21: Comparación de la mejoría de la fuerza respiratoria de nuestro programa “Treshold” con otros estudios que trabajan la fuerza espiratoria.*

En comparación con nuestro trabajo estos estudios cuentan con una muestra considerablemente más reducida y con un EDSS mayor. La mejoría obtenida con nuestro protocolo en la PEM es del 35,6%, menor que Chiara et al. <sup>196</sup>, similar a Smeltzer et al. <sup>197</sup> y superior a Gosselink et al. <sup>180</sup> Así, como venimos diciendo, pese a realizar un

entrenamiento de la musculatura inspiratoria, indirectamente logramos incrementar la fuerza espiratoria significativamente en un porcentaje muy interesante.

Hay que destacar que los estudios que basan el trabajo respiratorio en el entrenamiento espiratorio utilizan cargas de trabajo con el resistómetro más altas (entre 40 y 80% de la PEM) que las utilizadas en el entrenamiento inspiratorio (30-60% PIM).

Hemos encontrado un estudio combinado de entrenamiento inspiratorio y espiratorio. Ray et al.<sup>198</sup> en el año 2013 estudian la evolución de la fuerza muscular respiratoria y la fatiga en pacientes con EM a los que se aplica un protocolo de entrenamiento inspiratorio y espiratorio, con resistencias progresivas de 5 semanas de duración. Los 21 participantes fueron divididos en un grupo de entrenamiento (trabajan 3 días por semana durante 30 minutos) y un grupo de control. La edad media del grupo de entrenamiento es de 50,9 años, prácticamente idéntica a la nuestra (50,03 años), y el EDSS es de 3,2, bastante inferior al de nuestra muestra (5,597). Al analizar los resultados encuentran que en el grupo control no hay cambios significativos mientras que en el grupo de entrenamiento la PIM aumenta un 35%, la PEM un 26% y la fatiga disminuye. En nuestro estudio coincidimos con todo lo expuesto por Ray et al.<sup>198</sup>, ya que aumentan la PIM y la PEM (en mayor medida) y disminuye la fatiga, que no presenta cambios significativos en el grupo “Ejercicios respiratorios”. Así podemos concluir que el entrenamiento con resistómetro mejora la fatiga en los pacientes con EM.

### **Comparación de nuestro programa “Ejercicios respiratorios” con otros estudios**

Como ya hemos dicho anteriormente, el programa de trabajo “Treshold” es más eficaz y consigue mejores resultados en la mejoría de la fuerza muscular respiratoria, tanto inspiratoria como espiratoria, de los pacientes con EM que el programa “Ejercicios respiratorios”.

Analizamos a continuación el programa “Ejercicios respiratorios” en comparación con otros estudios consultados.

	EDSS	Programa de entrenamiento	Mejoría de la PIM	Mejoría de la PEM
<b>“Ejercicios respiratorios”</b>	5,210	15 minutos, ejercicios convencionales, 12 semanas	↑ 24,14% / 11,774 cmH <sub>2</sub> O	↑ 26,83% / 12,516 cmH <sub>2</sub> O
<b>“Treshold”</b>	5,597	15 minutos 30% PIM, 12 semanas	↑ 51,24% / 21,143 cmH <sub>2</sub> O	↑ 35,6% / 16,343 cmH <sub>2</sub> O
<b>Klefbeck</b> <sup>182</sup>	>6,5	3 series 10 rep. 40-60% PIM, 10 semanas	↑ 25 cmH <sub>2</sub> O	—
<b>Pfalzer</b> <sup>194</sup>	4,1	3 series 15 rep. 40-60% PIM, 10 semanas	↑ 71,4%	—
<b>Fry</b> <sup>195</sup>	3,96	3 series 15 rep. 30% PIM, 10 semanas	↑ 80%	—
<b>Chiara</b> <sup>196</sup>	>6,5	4 series de 6 rep. 40-80% PEM, 8 semanas	—	↑ 50%
<b>Smeltzer</b> <sup>197</sup>	>6,5	3 series 15 rep, 12 semanas	—	↑ 36%
<b>Gosselink</b> <sup>180</sup>	>7	3 series 15 rep. 60% PEM, 12 semanas	↑ 27%	—
<b>Ray</b> <sup>198</sup>	3,2	Entrenamiento combinado inspiratorio y espiratorio, 5 semanas	↑ 35%	↑ 26%

*Tabla 22: Comparación de los cambios en la fuerza respiratoria de nuestro programa “Ejercicios respiratorios” con otros estudios.*

Los estudios que utilizan el trabajo de la musculatura inspiratoria (Klefbeck et al.<sup>182</sup>, Pfalzer et al.<sup>194</sup> y Fry et al.<sup>195</sup>) logran una mejoría mayor en la PIM, tras aplicar el programa de entrenamiento, que nuestro grupo “Ejercicios respiratorios”, en cambio, nosotros conseguimos aumentos significativos tanto en la PIM como en la PEM, cosa que ninguno de los estudios mencionados logra. Así, si queremos trabajar la fuerza inspiratoria de forma aislada optaremos por seguir un protocolo inspiratorio de los que hemos citado, pero si deseamos incrementar de forma global la fuerza inspiratoria y la espiratoria, nuestro programa “Ejercicios respiratorios” arroja mejores resultados que los protocolos aplicados en estos estudios, puesto que aumenta la PIM y la PEM en los pacientes con EM.

Chiara et al.<sup>196</sup> en un estudio de menor duración que el nuestro (8 semanas) y con menor muestra (31), utiliza un protocolo espiratorio consistente en 4 series de 6 repeticiones trabajando entre el 40-80% de la PEM. Logra aumentar significativamente la PEM en los sujetos con EM un 50% mientras que no obtiene diferencias en la PIM. La mejoría de la PEM en este estudio es prácticamente el doble que la obtenida en nuestro grupo “Ejercicios respiratorios”, pero el hecho de trabajar exclusivamente con cargas espiratorias les lleva a no obtener mejoría en la PIM. Así, podemos decir que el programa “Ejercicios respiratorios” es más eficaz para mejorar la fuerza muscular respiratoria que el protocolo propuesto por Chiara et al.<sup>196</sup>, ya que, al contrario que ellos que sólo mejoran la fuerza espiratoria, nosotros conseguimos mejorar la fuerza inspiratoria y la espiratoria.

Respecto al trabajo de Smeltzer et al.<sup>197</sup> sucede lo mismo que con el estudio de Chiara et al.<sup>196</sup>, logran aumentar la PEM con su protocolo un 10% más que nuestro programa “Ejercicios respiratorios”, en contrapartida no obtienen diferencias significativas en la PIM. Los valores iniciales de la PEM en este estudio son un 37% del valor de referencia, frente al 27% de nuestro trabajo, por tanto se trata de pacientes que presentan menores limitaciones en la fuerza espiratoria y les será más fácil avanzar con su entrenamiento respiratorio.

Gosselink et al.<sup>180</sup> en el año 2000 realizan un estudio de 12 semanas con 28 pacientes, 18 de los cuales estaban afectados por EM. Utilizan un protocolo espiratorio de 3 series de 15 repeticiones al 60% de la PEM y logran aumentar significativamente la PIM (27%). Sorprendentemente consiguen una mejoría más notable en la PIM que en la PEM, que puede ser debida a que ante la ausencia de suficiente fuerza muscular espiratoria, los pacientes aumentaron su volumen pulmonar inspiratorio, y por tanto la presión de retroceso elástico para superar la presión espiratoria. Este estímulo fue lo suficientemente alto como para causar una respuesta al entrenamiento de los músculos inspiratorios. Hay que decir que su muestra tiene un grado de discapacidad bastante alto (>7), 2 puntos por encima de la nuestra, llevan una media de 27 años conviviendo con la EM, nosotros 18, de ahí que los resultados obtenidos sean peores que los de nuestro estudio.

Los resultados más parecidos a los de nuestro grupo “Ejercicios respiratorios” son los de Ray et al.<sup>198</sup> que logran incrementar la PIM y la PEM con un programa de trabajo inspiratorio y espiratorio. La mejoría en la PEM es prácticamente igual, 26% vs 26,83%, sin embargo en la PIM su incremento es mayor, 35% vs 24,14%; esto se debe en parte al bajo

grado de discapacidad de su muestra, EDSS = 3,2, frente a los más de 5 puntos de nuestros pacientes y a que su programa de trabajo inspiratorio es con un resistómetro, lo que incide más sobre la fuerza inspiratoria.

### Resistencia de la musculatura respiratoria

Usamos la medida de la MVV, obtenida a través del espirómetro, para medir la resistencia de la musculatura respiratoria de nuestros participantes de manera indirecta.

El valor medio inicial de la MVV de nuestros pacientes es de 61,05 litros/minuto, lo que corresponde a un 50% del valor de referencia para la población sana <sup>188</sup>. De nuevo remarcamos que nuestra muestra está compuesta íntegramente por pacientes diagnosticados de EM, los cuales sufren un deterioro de la fuerza y la resistencia de la musculatura respiratoria desde fases iniciales de la enfermedad.

En el grupo “Treshold” logramos incrementar significativamente la MVV un 20,86%, 12,53 litros/minuto, y en el grupo “Ejercicios respiratorios” un 28,25%, 17,58 litros/minuto. Así, al terminar el estudio la MVV del grupo “Treshold” sería un 60% del valor de referencia y la del grupo “Ejercicios respiratorios” un 65% del mismo. Podemos afirmar que **nuestros protocolos de trabajo respiratorio mejoran la resistencia muscular respiratoria de los pacientes con EM**. En este caso la fisioterapia respiratoria convencional logra una mejoría ligeramente superior al resistómetro inspiratorio.

Son pocos los estudios encontrados que midan la MVV en pacientes con EM, entre ellos Smeltzer et al. 1992 <sup>188</sup> que en un trabajo con 40 pacientes con EM obtiene unos valores iniciales de la MVV del 68% de los valores de referencia. Su muestra es más joven que la nuestra (40 vs 51) y llevan menos tiempo de evolución de la enfermedad (9 vs 17), sin embargo, el EDSS es mayor (7 vs 5,4) y la resistencia de sus músculos respiratorios (MVV) también es mayor que la de nuestros pacientes al comenzar el estudio. No lleva a cabo un protocolo experimental de fisioterapia respiratoria por lo que no podemos comparar la mejoría que experimentan sus pacientes en la MVV con el entrenamiento respiratorio.

Pfalzer et al. <sup>194</sup> mide unos valores iniciales de la MVV en pacientes con EM del 72% del valor de referencia. Tras aplicar su protocolo de trabajo logra mejorar la MVV un 9% aunque los cambios obtenidos no son significativos. Nuestro programa de trabajo, tanto

con el resistómetro como con la fisioterapia respiratoria convencional, logra incrementar significativamente la MVV, por tanto obtenemos mejores resultados. Nuestra muestra es de más edad y con un EDSS 1 punto mayor a la de Pfalzer, de ahí la diferencia en los valores iniciales medidos en esta variable.

Fry et al.<sup>195</sup> obtiene unos valores iniciales estudiados en pacientes con EM del 75% del valor de referencia. De nuevo consigue incrementar ligeramente la MVV pero esta mejoría no llega a ser significativa. Al igual que en el estudio anterior, se trata de una muestra más joven y con menor EDSS (1,5 puntos) que la nuestra, lo que explicaría los mejores resultados obtenidos en la valoración inicial. En la parte experimental, nuestros programas de trabajo arrojan mejores resultados tras su aplicación que el llevado a cabo por Fry.

	EDAD	EDSS	% valor referencia	Protocolo trabajo	Mejoría de la MVV
<b>Threshold</b>	50	5,597	49%	15' 30% PIM, 12 semanas	20,86%
<b>Ejercicios respiratorios</b>	53	5,210	51%	15' fisioterapia respiratoria convencional, 12 semanas	28,25%
<b>Smeltzer 1992</b> <sup>188</sup>	40	7	68%	—	—
<b>Pfalzer</b> <sup>194</sup>	49,6	4,1	72%	3 series 15 rep. 40-60% PIM, 10 semanas	—
<b>Fry</b> <sup>195</sup>	50	3,96	75%	3 series 15 rep. 30% PIM, 10 semanas	—

*Tabla 23: Comparación de los cambios en la resistencia respiratoria obtenidos en nuestro estudio con otros trabajos similares.*

Con respecto a los valores iniciales obtenidos en la MVV nos llama la atención que los estudios consultados obtienen unos datos aproximadamente un 20% mejor que los nuestros en comparación con los valores de referencia. La explicación es sencilla al comparar con los estudios de Pfalzer et al.<sup>194</sup> y Fry et al.<sup>195</sup> ya que sus pacientes tienen un EDSS considerablemente inferior al de nuestra muestra. Respecto al trabajo de Smeltzer et

al.<sup>188</sup>, aunque el EDSS es 1,5 puntos mayor que el de nuestros pacientes, cuenta con una muestra 10 años más joven pero con más discapacidad acumulada.

Como podemos observar en la tabla, en comparación con otros estudios respiratorios similares, nuestros protocolos, tanto el de entrenamiento inspiratorio como el de fisioterapia respiratoria convencional, logran mejores resultados en la resistencia respiratoria que los estudios previos. **Es el primer estudio que consigue incrementar significativamente la MVV en pacientes con EM tras aplicar un protocolo respiratorio con resistómetro inspiratorio o fisioterapia respiratoria convencional.**

### Parámetros espirométricos

#### **Comparación con los valores de referencia**

Como ya comentamos todos los participantes del estudio realizan una espirometría al inicio y al final del mismo. Tras la realización de la espirometría se debe proceder a su interpretación, de acuerdo con unos valores considerados normales. En otras pruebas diagnósticas como un análisis de sangre, o el análisis numérico del electrocardiograma, los valores normales son más o menos estrechos e independientes de las características antropométricas del paciente (sexo, edad, talla y peso). Sin embargo, en las pruebas de función pulmonar estos valores normales, además de tener amplios límites de normalidad y una gran variabilidad interindividual, sí dependen de las características antropométricas de los pacientes, de modo que decir que el FEV<sub>1</sub> es 2 litros no quiere decir realmente nada, ya que para el varón sería claramente bajo, mientras que para la mujer anciana puede ser un valor superior a lo normal.

Es por ello por lo que la interpretación de la espirometría se basa en la comparación de los valores obtenidos por un paciente con los que teóricamente le corresponderían a un individuo sano de sus mismas características antropométricas. Este valor teórico o valor de referencia se obtiene a partir de unas ecuaciones de predicción<sup>199, 200</sup>.

En general, se recomienda utilizar aquel conjunto de ecuaciones de predicción que mejor se ajuste a nuestra área. Sin embargo, lo más habitual es seleccionar unas ecuaciones próximas a nuestra población, en este sentido en la anterior Normativa SEPAR se recomendaban las ecuaciones de Roca et al.<sup>201</sup> Estas ecuaciones no contaban con

suficientes sujetos con edades superiores a los 70 años y, por tanto, introducen sesgos en su interpretación. Desde la nueva Normativa SEPAR se recomienda considerar la utilización de los valores de referencia de Casan et al.<sup>202</sup> para niños (rango 6-20 años), Roca et al.<sup>201</sup> para adultos (rango 20-65 años) y García-Río et al.<sup>203</sup> para ancianos (rango 65-85 años). Estas ecuaciones de referencia sólo se deberían utilizar en sujetos de raza caucásica.

Recientemente, autores como Quanjer et al.<sup>204</sup> han publicado unos valores de referencia que pretenden derivar ecuaciones de predicción que son aplicables a nivel mundial para grupos de población entre 3 y 95 años. Más de 160.000 datos de 72 centros en 33 países han sido evaluados. Se analizaron finalmente 97.759 registros de sujetos no fumadores sanos (55,3% mujeres) con un rango de edad entre 2,5 y 95 años que cumplieron las medidas de estandarización con datos bien documentados sobre el equipo y software utilizado. Tras eliminar 23.572 registros, sobre todo porque no se podían incluir en grupos étnicos o geográficos definidos, se obtuvieron ecuaciones de referencia para individuos sanos de edad 3-95 años, caucásicos (n = 57.395), afroamericanos (n = 3.545) y del norte y sureste de Asia (n = 4.992 y n = 8.255), respectivamente. El 47,7% se encontraban en el rango de edad <20 años y el 0,8% en el de >80 años.

Este estudio ha servido para conocer las diferencias entre los diferentes grupos étnicos en cuanto a sus valores espirométricos. Los autores encuentran que los valores del FEV<sub>1</sub> y FVC difieren en sus valores de límite inferiores en etnias diferentes a la caucásica, en proporciones similares para ambos parámetros, lo que hace que el FEV<sub>1</sub>/FVC sea un parámetro independiente del grupo étnico, lo cual tiene importancia a la hora de determinar niveles de normalidad, tal como han estudiado otros autores.<sup>205, 206</sup> **205, 206** Sin embargo, aún no se han efectuado suficientes comparaciones con los valores que hemos utilizado tradicionalmente en nuestro país, pero abren, sin lugar a duda una gran esperanza para alcanzar la unificación internacional.

Otro dato fundamental a la hora de interpretar una espirometría es el límite inferior del intervalo de confianza (LIN). Cuando los valores obtenidos son superiores al LIN, la prueba se considera normal. El LIN está alrededor del 80% del valor teórico del FEV<sub>1</sub>, FVC y VC, y aproximadamente el 60% para el FEF<sub>25-75</sub> en sujetos menores de 65 años y tallas no extremas. Estos valores son sólo aproximaciones, para calcular el LIN de forma exacta existe una fórmula:

$$LIN = Valor predicho - (1,645 \times Error estándar estimado de la ecuación (SEE))^{207}$$

Siguiendo las indicaciones de la SEPAR utilizaremos las ecuaciones de Roca et al.<sup>201</sup> para calcular los valores de referencia correspondientes a nuestra muestra.

Sexo	Parámetro	Ecuación	SEE
<b>Hombre</b>	FVC (l)	$0,0678 T - 0,0147 E - 6.0548$	0,53
	FEV <sub>1</sub> (l)	$0,0514 T - 0,0216 E - 3.9548$	0,451
	PEF (l/s)	$0,0945 T - 0,0209 E - 5.7732$	1,47
	FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	$-0,1902 E + 85,58$	5,36
	FEF <sub>25-75</sub> (l/s)	$0,0392 T - 0,043 E - 1.1574$	1,0
<b>Mujer</b>	FVC (l)	$0,0454T - 0,0211E - 2.8253$	0,403
	FEV <sub>1</sub> (l)	$0,0326T - 0,0253E - 1.2864$	0,315
	PEF (l/s)	$0,0448T - 0,0304E + 0,3496$	1,04
	FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	$-0,244 E - 0,1126 P + 94,88$	5,31
	FEF <sub>25-75</sub> (l/s)	$0,023 T - 0,0465 E - 1.1055$	0,68

E: Edad (en años); P: peso (en Kg); T: talla (en cm); SEE: error estándar estimado de la ecuación.

Tabla 24: Ecuaciones de Roca et al.

De las ecuaciones establecidas por Roca et al.<sup>201</sup> podemos calcular los valores de referencia (VR) y el LIN de las variables FVC, FEV<sub>1</sub>, PEF y FEF<sub>25-75</sub>.

Hombres:

El FVC de nuestros pacientes supone un 68% del VR establecido por Roca et al. para sujetos de sus mismas características antropométricas. Representa el 82% del LIN. Así, podemos afirmar que el FVC de nuestros hombres está disminuido.

El FEV<sub>1</sub> es el 79% del VR y el 97% del LIN, por lo que ronda valores muy próximos a la normalidad.

El PEF es el 58% del VR y el 77% del LIN, bastante por debajo de los valores considerados normales.

El  $FEF_{25-75}$  es el 111% del VR y el 206% del LIN, así nuestros pacientes doblan el límite que marca la normalidad en este flujo y es ligeramente superior al VR.

#### Mujeres:

El FVC es el 70% del VR y el 87% del LIN, al igual que sucedía con los hombres no alcanza los valores normales y está disminuido.

El  $FEV_1$  es el 83% del VR y el 103% del LIN, por lo que no se aprecia alteración en este volumen espirométrico.

El PEF es el 71% del VR y el 99% del LIN, así, al contrario que sucedía en los hombres, las mujeres presentan valores muy próximos a los normales del PEF.

El  $FEF_{25-75}$  es el 107% del VR y el 181% del LIN, por encima del VR y prácticamente doblando el valor del LIN.

En general, en comparación con el VR y el LIN, los valores obtenidos por hombres y mujeres son muy parecidos. Mientras que el FVC aparece disminuido en ambos sexos y no llega al LIN, el  $FEV_1$  se encuentra por debajo del VR pero se equipara a los valores del LIN, por lo que podemos decir que se trata valores normales. Por su parte el  $FEF_{25-75}$  está por encima del VR tanto en hombres como mujeres. Sólo observamos diferencias reseñables en el PEF, el cual es considerablemente mejor en las mujeres en las que se encuentra en el límite de la normalidad; en los hombres este valor está por debajo de la normalidad.

El VT tiene un valor normal de 6-7 ml/kg (unos 500 mL aproximadamente).<sup>71</sup> En la valoración inicial medimos un VT medio de 1,023 l. El VT no está disminuido en nuestra muestra.

La VC medida en nuestros pacientes en la revisión inicial supone un 70% del valor de referencia para población sana.

En cuanto al ERV presenta valores normales en la revisión inicial, sin embargo, el IRV aparece considerablemente disminuido, representando un 42% del valor normal, comparando con datos para población sin patología.

Para conocer si nuestros pacientes presentan un patrón obstructivo, restrictivo o mixto analizamos los valores espirométricos. Si el  $FEV_1/VC$  o el  $FEF_{25-75}$  son menores del 75% del valor normal nuestros pacientes presentan una alteración ventilatoria obstructiva<sup>187, 208</sup>. Si el FVC es menor del 75% del valor normal estamos ante una alteración ventilatoria restrictiva<sup>209, 210</sup>. Si nuestra muestra presenta los 2 criterios citados anteriormente afirmamos que padecen una alteración ventilatoria mixta.

Así, el  $FEV_1/VC$  y el  $FEF_{25-75}$  son mayores del 75% del valor de referencia por lo que descartamos el patrón obstructivo. El FVC es un 69% del valor de referencia, por lo que podemos afirmar que nuestros pacientes presentan un patrón ventilatorio restrictivo, lo que coincide con las afirmaciones previas que relacionan la EM con alteraciones ventilatorias restrictivas<sup>44</sup>.

También podemos recurrir al análisis de todos los datos espirométricos para confirmar la existencia del patrón ventilatorio restrictivo en nuestros pacientes, los cuales se reflejan en la siguiente tabla.

El  $FEV_1/FVC$  es un 90% en la revisión inicial en nuestros pacientes, el FVC es un 69% del VR, el  $FEV_1$  es un 81% del VR y el  $FEF_{25-75}$  está en valores normales, lo que coincide exactamente con el esquema de un patrón restrictivo.

$FEV_1/FVC$	Mayor o igual 85%
FVC	↓↓ (<80% del valor de referencia)
$FEV_1$	Normal o ↓
$FEF_{25-75}$	Normal o ↓

*Tabla 3: Análisis de los valores espirométricos en el patrón restrictivo<sup>59</sup>.*

### **Evolución de los parámetros a lo largo del estudio**

Analizando las variables espirométricas a lo largo del estudio obtenemos diferencias significativas tras los 3 meses de intervención en el PEF y en el VT.

El PEF aumenta de forma significativa, aproximadamente un 12% en ambos grupos de estudio tras el entrenamiento respiratorio. Así deducimos que **el trabajo respiratorio, ya sea con resistómetro inspiratorio o con fisioterapia respiratoria convencional, logra incrementar el PEF en pacientes con EM.**

El VT, en cambio, sólo se ve modificado en el grupo “Treshold” en el que se aprecia un incremento del 50% en la revisión final. En el grupo “Ejercicios respiratorios” también aumenta, sin embargo no llega a ser estadísticamente significativo. Por tanto, **la terapia con resistómetro inspiratorio logra incrementar el VT en pacientes con EM.**

El resto de variables estudiadas no sufren cambios significativos a lo largo del entrenamiento en ninguno de los 2 grupos. Si estudiamos los parámetros por subgrupos encontramos diferencias estadísticamente significativas en:

- Los pacientes con un EDSS alto aumentan la VC un 37% trabajando con el resistómetro.
- Los pacientes con un EDSS alto aumentan el IRV un 42% trabajando con el resistómetro.
- Los hombres del grupo “Ejercicios respiratorios” incrementan su VC un 10%.
- Los pacientes del grupo “Ejercicios respiratorios” con un EDSS bajo aumentan su ERV un 85%.

Por otra parte, se aprecian modificaciones en el resto de variables estudiadas a lo largo de la intervención aunque no lleguen a ser significativas.

El FVC y el FEV<sub>1</sub> se mantienen constantes en el grupo “Ejercicios respiratorios”, mientras que en el grupo “Treshold” aumentan un 2% y un 1,6% respectivamente tras el estudio. La VC aumenta aproximadamente un 4% en los 2 grupos. El VT en el grupo “Ejercicios respiratorios” se incrementa un 21,6% tras la intervención respiratoria. El FEF<sub>25-75</sub> aumenta un 6% en el grupo “Ejercicios respiratorios” y un 1,5% en el grupo “Treshold”. Por su parte, el Índice de Tiffeneau no experimenta cambios en los 3 meses de intervención.

Westerdahl et al.<sup>211</sup> en el año 2015 realizan un estudio respiratorio con 48 pacientes con EM. Dividen la muestra en dos grupos, un grupo de trabajo respiratorio, entrenan con un dispositivo de presión espiratorio positiva (PEP) con el que realizan 30 respiraciones profundas 2 veces al día, y otro grupo control que no realiza ninguna actividad respiratoria.

La duración del estudio es de 2 meses, frente a los 3 meses de nuestro trabajo, la edad media es de 55 años (51 en nuestro trabajo), el 70% de la muestra son mujeres (61% en nuestro estudio), el IMC medio es de 26,5 (23,75 en nuestra muestra) y el EDSS es de 4,75 (5,4 en nuestro estudio).

En la siguiente tabla comparamos los valores iniciales de este estudio con los obtenidos en nuestra muestra.

	FVC (L)	FEV <sub>1</sub> (L)	PEF (L/s)	VC (L)	FEV <sub>1</sub> /VC (%)
<b>Nuestro estudio</b>	2,7	2,5	4,75	3,0	63,5
<b>Westerdahl et al.<sup>208</sup></b>	3,3	2,6	5,85	3,3	78,4

*Tabla 25: Comparación valores espirométricos iniciales de Westerdahl et al. con nuestros datos.*

Podemos ver que todos los parámetros espirométricos, a excepción del FEV<sub>1</sub> que es similar, son superiores a los medidos en nuestro estudio en la valoración inicial. Como ya dijimos, el FEV<sub>1</sub> de nuestra muestra es normal, mientras que el resto de valores son inferiores a los normales para la población sana. Westerdahl et al.<sup>208</sup> obtiene unos datos en su revisión inicial muy próximos a la normalidad en la espirometría; esto puede deberse a la menor discapacidad acumulada que presentan sus pacientes unido al hecho de que el 45% de ellos nunca han sido fumadores, frente al 30% de nuestra muestra.

A lo largo del estudio sólo aparecen diferencias significativas en la VC y la FVC en un subgrupo de pacientes del grupo de entrenamiento respiratorio, el resto de variables no se modifican. Nuestros protocolos no consiguen mejorar la FVC significativamente, pero la terapia con resistómetro inspiratorio la incrementa un 2%. Por otra parte, con las 2 terapias de entrenamiento respiratorio conseguimos cambios en la VC de algún subgrupo.

También la fuerza muscular inspiratoria y espiratoria se encuentran en los valores de normalidad en este estudio en la valoración inicial (PIM → 78 cm H<sub>2</sub>O vs 46/ PEM → 95 cm H<sub>2</sub>O vs 47). Esto es contrario a lo apreciado en nuestro trabajo y en los estudios de

Mutluay et al.<sup>178</sup>, Foglio et al.<sup>179</sup>, Gosselink et al.<sup>180</sup>, Smeltzer et al. (1989)<sup>181</sup>, Klefbeck et al.<sup>182</sup>, Buyse et al.<sup>183</sup>, Smeltzer et al. (1992)<sup>188</sup>, Tantucci et al.<sup>189</sup> y Olgiati et al.<sup>190</sup>.

Gosselink et al.<sup>180</sup> valoran el FVC en su estudio y obtienen un valor inicial del 43% del valor de referencia, considerablemente inferior al hallado en nuestro estudio que es el 69% del mismo. Cabe destacar que su muestra está formada por pacientes con EM y un EDSS > 7, por tanto presentan un alto grado de discapacidad. Al igual que sucede en nuestro trabajo no logra diferencias significativas en el FVC tras el periodo de intervención respiratoria.

Coincidimos con Klefbeck et al.<sup>182</sup> en los valores iniciales medidos de los parámetros espirométricos, ya que son prácticamente iguales a los obtenidos en nuestra muestra. Utiliza un protocolo inspiratorio parecido a nuestro grupo "Treshold" y, al igual que nosotros, no consigue diferencias significativas en FVC, FEV<sub>1</sub> y VC. Nuestros programas de trabajo logran mejorar el PEF significativamente.

	FVC (l)	FEV <sub>1</sub> (l)	PEF (l/s)	VC (l)
<b>Nuestro estudio</b>	2,7	2,5	4,75	3,0
<b>Klefbeck et al. 182</b>	2,7	2,3	4,65	2,3

*Tabla 26: Comparativa valores espirométricos iniciales de Klefbeck et al. con nuestros datos.*

Con Pfalzer et al.<sup>194</sup> no tenemos tanta concordancia en los datos iniciales como sucedía con Klefbeck et al.<sup>182</sup>, ya que obtienen un FEV<sub>1</sub> ligeramente superior (2,8 l vs 2,5 l), un FVC mayor (3,7 l vs 2,7 l) y un FEF<sub>25-75</sub> menor que nuestra muestra (2,6 l vs 3,4 l). Cuentan con una población más joven y con menor EDSS para el estudio, de ahí estas diferencias. Coincidimos con Pfalzer et al.<sup>194</sup> en que no logramos cambios significativos en estas variables tras la intervención.

Lo mismo sucede con el trabajo de Fry et al.<sup>195</sup>, los valores iniciales son superiores en FEV<sub>1</sub> (2,7 l vs 2,5 l), FVC (3,8 l vs 2,7 l) y VC (3,9 l vs 3,0 l) e inferiores en el FEF<sub>25-75</sub> (2,8 l vs 3,4 l). Sus mejores resultados se pueden deber a la menor discapacidad y menor edad de su muestra. Lo realmente interesante de este estudio es que logran mejorar

significativamente el FEV<sub>1</sub>, FVC y FEF<sub>25-75</sub> tras el periodo de intervención, utilizando un programa de trabajo con resistómetro inspiratorio similar al nuestro pero con un tiempo de estudio 2 semanas menor. Nosotros no conseguimos aumentar estas variables, en contrapartida, incrementamos significativamente el PEF y el VT con el resistómetro.

Chiara et al.<sup>196</sup> también obtienen valores iniciales inferiores a los valores de referencia en FVC, FEV<sub>1</sub> y PEF. Al igual que sucede en nuestro estudio, no logra incrementar la FVC ni el FEV<sub>1</sub>, en cambio aumenta significativamente el PEF utilizando un programa de entrenamiento espiratorio con resistómetro. Logran aumentar el PEF un 9%, frente al 11% que aumenta en nuestros pacientes del grupo “Threshold”.

### Comparación de nuestro protocolo con resistómetro inspiratorio con otros estudios

Una vez citados los cambios que obtenemos tras realizar una intervención de 12 semanas con un resistómetro “Threshold IMT” en pacientes con EM y comparados los resultados con estudios previos, analizaremos la eficacia de nuestro programa.

Los sujetos de nuestro estudio que han trabajado con el resistómetro inspiratorio han logrado mejorar significativamente su fuerza muscular inspiratoria y espiratoria, la resistencia de su musculatura respiratoria, el VT, el PEF, y han logrado disminuir su sensación de disnea. También logran ligeras mejorías en el FVC, FEV<sub>1</sub> y VC. A simple vista nos damos cuenta que su eficacia es mayor que la de la fisioterapia respiratoria convencional, que únicamente logra mejorar la fuerza respiratoria (en menor medida), la resistencia respiratoria (ligeramente superior) y el PEF (de manera casi idéntica). No logra cambios en la percepción disnea ni en el VT.

Los 2 programas tienen la misma duración (15 minutos), con la intención de que el tiempo empleado para el entrenamiento respiratorio no influya en los resultados finales. Así, las diferencias entre los 2 grupos radican en el tipo de ejercicio utilizado, por lo que podemos afirmar que **el resistómetro inspiratorio obtiene mejores resultados para trabajar la función ventilatoria en los pacientes con EM que la fisioterapia respiratoria convencional.**

De los estudios consultados son pocos los que utilizan un protocolo similar a nuestro grupo “Threshold”.

Klefbeck et al.<sup>182</sup> utilizan un protocolo de entrenamiento inspiratorio de 3 series de 10 repeticiones al 40-60% de la PIM con una duración de 10 semanas. Sus resultados son bastante discretos ya que únicamente logran mejoría significativa en la PIM (parecida a nuestro programa “Treshold”), no logran modificar ningún parámetro espirométrico y no registran la medida de la MVV en el estudio. Por tanto, podemos decir que nuestro protocolo es más completo y efectivo que el utilizado por Klefbeck et al.<sup>182</sup>

Pfalzer et al.<sup>194</sup> diseñan un programa de 3 series de 15 repeticiones al 40-60% de la PIM durante 10 semanas. Sucede lo mismo que en el estudio anterior, logra únicamente mejorar la PIM tras la intervención, en este caso su mejoría es un 20% mayor que la nuestra en este parámetro, en parte por utilizar una mayor carga con el resistómetro. Mide la MVV en su trabajo y no logra cambios significativos tras el entrenamiento. Por lo tanto, aunque la ganancia de la fuerza inspiratoria sea mayor que la que conseguimos nosotros, no logra mejorar ni la fuerza espiratoria, ni la resistencia respiratoria, ni el VT, ni el PEF, ni la disnea, como logramos con nuestro programa “Treshold”.

Fry et al.<sup>195</sup> utilizan un protocolo de 3 series de 15 repeticiones al 30% de la PIM durante 10 semanas. Logran mejorar la PIM, FEV<sub>1</sub>, FVC y FEF<sub>25-75</sub>, algo que nosotros no logramos con nuestro entrenamiento; en cambio, conseguimos mejorar la PEM, la MVV, el VT, el PEF y la disnea. Así, aunque Fry incrementa parámetros espirométricos tan importantes con el FEV<sub>1</sub> y el FVC, nosotros obtenemos mejores resultados en la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios, sin quitar importancia a la mejoría de la disnea, del VT y del PEF.

La principal diferencia entre estos protocolos y el nuestro es la duración de los mismos. Mientras ellos trabajan el sistema respiratorio un tiempo aproximado de 6-7 minutos, nosotros utilizamos un programa de 15 minutos. Los resultados obtenidos son considerablemente mejores a los de Klefbeck et al.<sup>182</sup> y Pfalzer et al.<sup>194</sup>, lo que justifica el empleo de un tiempo superior para conseguir la mejoría. Sin embargo, Fry et al.<sup>195</sup> logra unos resultados muy interesantes empleando la mitad de tiempo de entrenamiento que en nuestro estudio. Cabe destacar que su muestra presenta un EDSS de 3,96, muy por debajo del 5,597 de nuestros participantes del grupo “Treshold”, lo que puede influir a la hora de la realización del entrenamiento.

Por último destacamos el mayor tamaño muestral de nuestro estudio en comparación con el resto de estudios similares que han sido publicados. Contamos con una muestra de 67 pacientes con EM a los que se les aplica uno de los 2 programas de rehabilitación

respiratoria experimentales que conforman el estudio y que nos permiten comparar la eficacia que cada uno de ellos tiene para incidir en unos u otros parámetros de la función ventilatoria.

### **Limitaciones del estudio**

- La duración de la intervención experimental es de 12 semanas.
- No se lleva a cabo un seguimiento de la mejoría obtenida una vez concluidas las 12 semanas de intervención.
- Sólo se recogen datos de pacientes de la ASDEM y la AZDEM.
- Seguimiento del programa por parte de los pacientes. No se pudo llevar a cabo un seguimiento personalizado del entrenamiento o establecer sesiones grupales para realizar los ejercicios, en cambio, se entrega una hoja de seguimiento para anotar los ejercicios realizados por los pacientes cada día y se contacta con todos los pacientes cada 15 días para conocer la evolución del entrenamiento (en persona o telefónicamente dependiendo del grupo de estudio). A mayores se pide colaboración a los trabajadores de los centros para insistir y animar a los pacientes a realizar los ejercicios.
- Una de las limitaciones más importantes del estudio ha sido la falta de recursos económicos para expandir el trabajo experimental a otras asociaciones de provincias cercanas y poder aumentar de manera considerable la muestra.
- La mayoría de las pruebas llevadas a cabo para la medición de los resultados dependen del esfuerzo y la fatiga de los participantes durante su realización. Las instrucciones para llevar a cabo las pruebas fueron estandarizadas, se explicó y mostró visualmente la realización de la prueba, se hicieron varios intentos para obtener los mejores resultados posibles y se permitía descansar un tiempo prudencial entre prueba y prueba a los participantes.
- Mientras que el grupo "Treshold" era valorado personalmente cada 2 semanas el grupo "Ejercicios respiratorios" era contactado telefónicamente en ese mismo periodo de tiempo para conocer los progresos con los ejercicios y las posibles complicaciones que pudieran aparecer. Este hecho podría influir en el interés por el estudio, y aunque no hemos encontrado diferencias en el seguimiento del programa entre ambos grupos de trabajo, la motivación a la hora de afrontar la revisión final puede ser diferente entre unos y otros participantes.

## ***6. CONCLUSIONES***



1. Atendiendo a las características estudiadas de edad, sexo, tipo de EM, tiempo de evolución con la enfermedad, antecedentes tabáquicos, medicación e IMC observamos que coinciden con las aportaciones de estudios similares. Sin embargo, el IMC de nuestra muestra con EM presenta un 20% más de sujetos con normopeso que los datos de referencia para la población española general.
2. Los pacientes con EM sufren una disminución en la fuerza y la resistencia de la musculatura respiratoria, así como en los principales parámetros espirométricos en comparación con la población sana; más acentuada cuanto mayor sea la discapacidad ocasionada por la enfermedad.
3. La terapia con resistómetro inspiratorio logra incrementar de forma estadísticamente significativa la fuerza muscular inspiratoria un 51%, frente al 24% de aumento que logra la fisioterapia respiratoria convencional.
4. La terapia con resistómetro inspiratorio aumenta de forma estadísticamente significativamente la fuerza espiratoria un 36% frente al 27% logrado con la fisioterapia respiratoria convencional.
5. La fisioterapia respiratoria convencional y la terapia con resistómetro inspiratorio aumentan significativamente la resistencia de la musculatura respiratoria en pacientes con EM.
6. La fisioterapia respiratoria convencional y la terapia con resistómetro inspiratorio aumentan significativamente el flujo espiratorio pico en pacientes con EM.
7. La terapia con resistómetro inspiratorio aumenta significativamente el volumen tidal en los pacientes con EM.
8. La terapia con resistómetro inspiratorio disminuye de forma significativa la percepción de disnea en los pacientes con EM de nuestro estudio.

9. Atendiendo a la escala de calidad de vida SF-12v2 observamos que los pacientes con EM presentan mayor afectación en el ámbito físico que en el ámbito mental de la calidad de vida.
  
10. El protocolo propuesto de terapia con resistómetro inspiratorio se muestra más efectivo en la mejoría de los parámetros respiratorios que la fisioterapia respiratoria convencional y que otros protocolos utilizados en los diversos estudios consultados. Así, podemos validar este protocolo como el que más ventajas obtiene para el tratamiento respiratorio de los pacientes con EM.

## ***7. BIBLIOGRAFÍA***



- 1.- Codina A, Martínez P, Izquierdo G, Martín MR, Matías J. Enfermedades desmielinizantes. En: Codina A. Tratado de neurología. España: ELA; 1994. p. 209-227.
- 2.- Villoslada P. Patología de la esclerosis múltiple. En: Villoslada P. Esclerosis Múltiple. 1ª ed. Barcelona: Marge Médica Books; p. 19-31.
- 3.- Fernández O, Antigüedad A. Epidemiología de la esclerosis múltiple. En: Villoslada P. Esclerosis Múltiple. 1ª ed. Barcelona: Marge Médica Books; p. 191-203.
- 4.- Antigüedad A, Mendibe MM, Zarranz JJ. Enfermedades desmielinizantes. En: Zarranz JJ. Neurología. 4ª ed. España: Elsevier; 2008. p. 557-583.
- 5.- Kurtzke JF. The geographical distribution of multiple sclerosis – An update with special reference to Europe and Mediterranean region. Acta Neurol Scand. 1980; 62: 65-80.
- 6.- Phillipis W. The epidemiology of multiple sclerosis. En: Cook S, ed. Handbook of multiple sclerosis, Marcel Dekker. Nueva York; 1990. p. 1-24.
- 7.- La esclerosis múltiple en la actualidad | forumclínic [Internet]. [citado 10 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.forumclinic.org/es/cu%C3%ADdate/noticias/la-esclerosis-m%C3%BAltiple-en-la-actualidad>
- 8.- Realidad de la esclerosis múltiple en España: necesidades y calidad de vida. [Internet]. [citado 10 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: [http://observatorioesclerosismultiple.com/esp/trabajar\\_con\\_la\\_em-\\_cuales\\_son\\_mis\\_derechosij/realidad\\_de\\_la\\_esclerosis\\_multiple\\_en\\_espana\\_necesidades\\_y\\_calidad\\_de\\_vida/detalle.html#.VXgChSwraP8](http://observatorioesclerosismultiple.com/esp/trabajar_con_la_em-_cuales_son_mis_derechosij/realidad_de_la_esclerosis_multiple_en_espana_necesidades_y_calidad_de_vida/detalle.html#.VXgChSwraP8)
- 9.- Esclerosis Múltiple España. Esclerosis Múltiple en el mundo. [Internet]. [citado 12 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.esclerosismultiple.com/esclerosis-multiple/que-es/>
- 10.- Castro P, Careño M, Otano M. Etiopatogenia de la esclerosis múltiple. En: Fernández O. Esclerosis múltiple y otras enfermedades neurológicas. Madrid: GlaxoSmithKline; p. 33-41.
- 11.- Carretero JL, Bowakim W, Acebes JM. Actualización: esclerosis múltiple. Medifam [revista en la Internet]. 2001 Nov [citado 2016 Ene 14]; 11(9): 30-43. Disponible en:

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1131-57682001000900002&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1131-57682001000900002&lng=es)

12.- Reyes MP, Olascoaga J, Arias M. Clínica de la esclerosis múltiple. En: Villoslada P. Esclerosis Múltiple. 1ª ed. Barcelona: Marge Médica Books; p. 203-219.

13.- Weinshenker BG, Bass B, Rice GPA, Noseworthy J, Carriere W, Baskerville J, et al. The natural history of multiple sclerosis: a geographically based study. Clinical course and disability. Brain. 1989; 112: 133-146.

14.- Iriarte J, Subirá ML, Castro P. Modalities of fatigue in multiple sclerosis: correlation with clinical and biological factors. Mult Scler. 2000; 6: 124-130.

15.- Izquierdo G, Ruiz JL. Evaluación clínica de la esclerosis múltiple: cuantificación mediante la utilización de escalas. Rev neurol. 2003; 36: 145-52.

16.- Farreras R. Medicina Interna. Vol. 2. Elsevier. 15ª ed. 2004; 1456 -1465.

17.- Nogales J, Aracena R, Agurto P, Cepeda S, Figueroa C, González C et al. Programa piloto para pacientes beneficiarios de Fonasa, que padecen Esclerosis Múltiple: Tratamiento con Inmunomoduladores en el Sistema Público de Salud de Chile. Informe del primer año, 10 de julio 2008-30 de Junio 2009. Rev. chil. neuro-psiquiatr. [revista en la Internet]. 2010 Mar [citado 2015 Jun 11]; 48(Suppl 1): 9-92. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92272010000100002&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92272010000100002&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92272010000100002>.

18.- Prieto MP, Calles C. Diagnóstico de la esclerosis múltiple. En: Villoslada P. Esclerosis Múltiple. 1ª ed. Barcelona: Marge Médica Books; p. 247-263.

19.- Vol. 11 – Núm 2: Enfermedades Asociadas – Esclerosis múltiple y enfermedad de Crohn [Internet]. [citado 16 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.eiialdia.com/2012/07/vol-11-num-2-enfermedades-asociadas-esclerosis-multiple-y-enfermedad-de-crohn/>

20.- Correale J. Enfermedades desmielinizantes. En: Micheli F, Fernández M. Neurología. 2ª ed. Buenos Aires: Panamericana; p. 111-131.

21.- Misulis KE, Head TC. Netter Neurología esencial. Barcelona: Elsevier masson; p. 301-304.

- 22.-Curso evolutivo y pronóstico de la esclerosis múltiple. [Internet]. [citado 17 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.compte.cat/esclerosi/evolucion.html>
- 23.- Aspectos generales de la esclerosis múltiple II. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Jaén: Formación Alcalá; p. 11-27.
- 24.- Colexio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia. Fisioterapia: Definición OMS. [Internet]. [citado 17 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.cofiga.org/fisioterapia/definicion>
- 25.- De Souza L, Bates D. Esclerosis múltiple. En: Stokes M, Stack E. Fisioterapia en la rehabilitación neurológica. 3ª ed. Barcelona: Elsevier; 2011. p. 89-117.
- 26.- Fisioterapia esclerosis múltiple | FEMM [Internet]. [citado 23 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.femmadrid.org/fisioterapia-ambulatoria>
- 27.- Todd JM. Esclerosis múltiple – Manejo. En: Downie PA. Neurología para fisioterapeutas. 4ª ed. Buenos Aires: Editorial médica panamericana; 1996. p. 344-361.
- 28.- Escalas de valoración. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 27-41.
- 29.- Esquema de la Escala de Discapacidad EDSS de Kurtzke [Internet]. [citado 21 de octubre de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.scielo.cl/fbpe/img/rchnp/v48s1/fig02-01.jpg>
- 30.- Tratamiento integral de la esclerosis múltiple. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 41-59.
- 31.- Fisioterapia online [Internet]. [citado 24 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://fisioterapiaonline.com/tecnicas/tecnicas.html>
- 32.- S. P de la C, Molina-Rueda F. Esclerosis múltiple y técnicas de relajación. Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología [Internet]. [citado 24 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-esclerosis-multiple-tecnicas-relajacion-13140181>

- 33.- Ayán CL. Esclerosis múltiple y ejercicio físico. Sevilla: Wanceulen editorial deportiva; 2006. p. 89-107.
- 34.- García MP, Águila AM. Estrategias de conservación de la energía en el tratamiento de la fatiga en pacientes con esclerosis múltiple. Estudio piloto. Rev neurol. 2009; 49: 181-5.
- 35.- Fatiga. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 59-63.
- 36.- Síndrome piramidal. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 63-69.
- 37.- Ayuso L, De Andrés C. Tratamiento sintomático de la Esclerosis Múltiple. Rev neurol. 2002; 35: 1141-53.
- 38.- Síndrome cerebeloso. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 69-79.
- 39.- Bernal L. Fisioterapia en neurología del sistema nervioso central. [Internet]. [citado 24 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bio/13\\_-\\_fisioterapia\\_en\\_neurologia\\_del\\_sistema\\_nervioso\\_central.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bio/13_-_fisioterapia_en_neurologia_del_sistema_nervioso_central.pdf)
- 40.- Alteraciones troncoencefálicas. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 79-87.
- 41.- Alteraciones de la sensibilidad. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 87-93.
- 42.- Macías A, Cano R. Revisión del tratamiento en pacientes con esclerosis múltiple. Fisioterapia. 2007; 29 (1): 36-43.
- 43.- Marcha. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 93-99.
- 44.- Alteraciones respiratorias. En Calero MD, Hernández I, López E, Zafra I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 99-105.

- 45.- Alteraciones urinarias e intestinales. En: Calero MD, Hernández I, López E, Zafrá I. Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple. Granada: Formación Alcalá; 2002. p. 106-111.
- 46.- Alarcia R, Ara JR, Martín J, García MJ. Abordaje de la disfunción sexual en la Esclerosis Múltiple. Rev neurol. 2007; 44: 524-6.
- 47.- Bartolomé F, Heras V, Arroyo R. Tratamiento sintomático. En: Máximo N. Neurorrehabilitación en la Esclerosis Múltiple. Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces; 2007. p. 87-106.
- 48.- Güell R. Rehabilitación respiratoria: definición, objetivos, equipo, selección de pacientes y ubicación de los programas. En: Güell R, Lucas P. Tratado de rehabilitación respiratoria. Barcelona: Ars Medica; 2005. p. 129-137.
- 49.- Fisioterapia torácica o respiratoria: definición y precauciones [Internet]. [citado 1 de julio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.fundacionbobath.org/index.php/noticias/noticias-de-interes/discapacidad/453-fisioterapia-toracica-o-respiratoria-definicion-y-precauciones>
- 50.- Villaverde C. Estructura y función del aparato respiratorio. En: Valenza G, González L, Yuste MJ. Manual de fisioterapia respiratoria y cardiaca. Madrid: Editorial síntesis; 2005. p. 35-52.
- 51.- Anatomía de la caja torácica y los pulmones. En: Gaskell DV, Webber BA. Fisioterapia respiratoria. 3ª ed. Pamplona: EUNSA; 1986. p. 17-26.
- 52.- El sistema respiratorio [Internet]. 2010 [citado 22 de julio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.orthoapnea.com/es/sistema-respiratorio.php>
- 53.- Mecánica ventilatoria. En: Antonello M, Delplanque D. Fisioterapia respiratoria. Del diagnóstico al proyecto terapéutico. Barcelona: Masson; 2002. p. 3-23.
- 54.- Bautista J. Músculos respiratorios: Función muscular. En: Giménez M, Servera E, Vergara P. Prevención y rehabilitación en patología respiratoria crónica. 2ª ed. Madrid: Editorial médica panamericana; 2004. p. 15-24.
- 55.- Capítulo 14: Sistema Respiratorio [Internet]. [citado 22 de julio de 2015]. Recuperado a partir de: [http://www.genomasur.com/BCH/BCH\\_libro/capitulo\\_14.htm](http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_14.htm)

56.- Fisiología de la respiración. En: Smith M, Ball V. Rehabilitación cardiovascular y respiratoria. Madrid: Harcourt; 2000. p. 3-26.

57.- Pacanchique JF. Cultura Física: fisiología respiratoria vs fisiología cardiovascular [Internet]. Cultura Física. 2014 [citado 30 de julio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://jessicapacan.blogspot.com.es/2014/12/fisiologia-respiratoria-vs-fisiologia.html>

58.- Examen funcional respiratorio. En: Arcas MA, Gálvez DM, León JC. Fisioterapia respiratoria. Alcalá de Guadaíra (Sevilla): Eduforma; 2006. p. 55-62.

59.- Mendoza L. Estudio del paciente con disnea II: evaluación clínica y de laboratorio. Medwave [revista de internet] 2005 noviembre. [citado 6 de agosto de 2015]; 5 (10). Disponible en: <http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Reuniones/medicina/2005/8/2533>

60.- Souto S, González L. Valoración fisioterápica del paciente respiratorio. Rev Iberoam Fisioter Kinesiol. 1999; 2: 50-60.

61.- Sancho J, Giménez M, Vergara P. Valoración clínica y exploración física en patología respiratoria. En: Giménez M, Servera E, Vergara P. Prevención y rehabilitación en patología respiratoria crónica. 2ª ed. Madrid: Editorial médica panamericana; 2004. p. 73-80.

62.- Signos y síntomas del paciente con patología respiratoria. En: Arcas MA, Gálvez DM, León JC. Fisioterapia respiratoria. Alcalá de Guadaíra (Sevilla): Eduforma; 2006. p. 63-72.

63.- Henríquez M. Examen del tórax [Internet]. [citado 25 de noviembre de 2015]. Recuperado a partir de: <http://drmarvinhenriquezsemiologiaqxutesa.blogspot.com.es/2012/03/examen-deltorax-limites-del-torax.html>

64.- Valoración semiológica del sistema respiratorio. En: Cristancho W. Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. 2ª ed. Colombia: El manual moderno; 2008. p. 3-16.

65.- Gazitúa R. Del examen físico general [Internet]. [citado 4 de julio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://escuela.med.puc.cl/Publ/ManualSemiologia/190Respiracion.htm>

- 66.-González L, Souto S. Valoración funcional y clínica. En: Valenza G, González L, Yuste MJ. Manual de fisioterapia respiratoria y cardiaca. Madrid: Editorial síntesis; 2005. p. 53-74.
- 67.- Gimeno E, Herrero B, Martí JD, Vilaró J. Auscultación pulmonar. En: Martí JD, Vendrell M. Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto. Barcelona: Editorial respira; 2013. p. 16-26.
- 68.- Sánchez I. Aplicaciones clínicas del estudio objetivo de los ruidos respiratorios en pediatría. Rev chil pediatr. 2003; 74 (3); 259-268.
- 69.- Valoración gasimétrica de la oxigenación. En: Cristancho W. Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. 2ª ed. Colombia: El manual moderno; 2008. p. 43-54.
- 70.- Casan P. Pruebas de función pulmonar en el diagnóstico y la evaluación de la enfermedad. En: Güell R, Lucas P. Tratado de rehabilitación respiratoria. Barcelona: Ars Medica; 2005. p. 53-62.
- 71.- Otras pruebas de función pulmonar. En: Cristancho W. Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. 2ª ed. Colombia: El manual moderno; 2008. p. 99- 112.
- 72.- Espirometría y gasometría. En: Arcas MA, Gálvez DM, León JC. Fisioterapia respiratoria. Alcalá de Guadaíra (Sevilla): Eduforma; 2006. p. 73-84.
- 73.- Cimas JE, Pérez J. Taller práctico de formación continuada de la SEMM para valoración de riesgos laborales en el aparato respiratorio: Espirometría. En: IV Congreso Nacional de Medicina del Mar. Gijón; 1999.
- 74.- Fisiología básica aplicada. Información para los alumnos de fisiología Universidad de Guayaquil. Respiratorio clase 1. [Internet]. [citado 14 de julio de 2015]. Recuperado a partir de: <https://drleaz.wordpress.com/2011/04/04/respiratorio-clase-1/>
- 75.- Gallien P, Nicolas B, Guichet A. Esclerosis múltiple y rehabilitación. EMC-Kinesiterapia-Medicina Física. 2010; 31 (1): 1-14.
- 76.- Yuste MJ, Valenza G. Técnicas de fisioterapia respiratoria. En: Valenza G, González L, Yuste MJ. Manual de fisioterapia respiratoria y cardiaca. Madrid: Editorial síntesis; 2005. p. 75-130.

- 77.- López JA, Morant P. Fisioterapia respiratoria: indicaciones y técnica. *An Pediatr Contin.* 2004; 2 (5): 303-6.
- 78.- Fichas técnicas de rehabilitación. En: Antonello M, Delplanque D. Fisioterapia respiratoria: Del diagnóstico al proyecto terapéutico. Barcelona: Masson; 2002. p. 231-310.
- 79.- Kim CS, Rodriguez CR, Eldridge MA, Sackner MA. Criteria for mucus transport in the airways by two-phase gas-liquid flow mechanism. *J Appl Physiol.* 1986; 60: 901-907.
- 80.- McDonnell T, McNicholas WT, FitzGerald MX. Hypoxaemia during chest physiotherapy in patients with cystic fibrosis. *Ir J Med Sci.* 1986; 155: 345-348.
- 81.- Schöni MH. Autogenic Drainage: a modern approach to physiotherapy in cystic fibrosis. *JR Soc Med.* 1989; 82 (suppl 16): 32-37.
- 82.- Fink JB. Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. *Respir Care.* 2007; 52(9): 1210-1221.
- 83.- David A. Drenaje autógeno. El enfoque alemán. En: Pryor JA. Cuidados respiratorios. Barcelona: Masson-Salvat; 1993. p. 61-74.
- 84.- Keylab Medical SL. Productos respiratorios. [Internet]. [citado 25 de noviembre de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.keylabmedical.com>
- 85.- Falk M, Andersen JB. Máscara de presión espiratoria positiva (PEP). El enfoque alemán. En: Pryor JA. Cuidados respiratorios. Barcelona: Masson-Salvat; 1993. p. 47-60.
- 86.- Ejercicios diarios de fisioterapia en Esclerosis Múltiple. [Internet]. [citado 4 de noviembre de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.fem.es/Imatges/Web/Documents/1EJERRES.pdf>
- 87.- Güeita J, Lozano R. Esclerosis Múltiple: Ejercicios de fisioterapia en la piscina y en el hogar. Murcia: Schering España; 2001. p. 2-4.
- 88.- Exercises for people with MS. Multiple Sclerosis Trust, 2014 [acceso: 12 de noviembre de 2015]. Disponible en: [http://www.mstrust.org.uk/information/exercises/index\\_exercises.jsp](http://www.mstrust.org.uk/information/exercises/index_exercises.jsp)

- 89.- Treshold IMT. Dispositivo de gimnasia respiratoria. [Internet]. [citado 29 de octubre de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.keylabmedical.com/es/producto.php?name=Threshold-IMT&id=16>
- 90.- Larson JL, Kim MJ, Sharp JT, Larson DA: Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Resp Dis.* 1986; 133: A100
- 91.- Terre B, Orient F. Tratamiento rehabilitador en la esclerosis múltiple. *Rev Neurol.* 2007; 44 (7): 426-431.
- 92.- Castellano MA, Lacasa ME, Hijós E, Mambrona L, Sebastián E, Vázquez A. Efectividad de la rehabilitación en la esclerosis múltiple. *Rehabilitación.* 2014; 48: 46-53.
- 93.- Arnett P, Forn C. Evaluación neuropsicológica en la esclerosis múltiple. *Rev neurol.* 2007; 44 (3): 166-72.
- 94.- Rochester DF, Arora NS. Respiratory muscle failure. *Med Clin North Am.* 1983; 67(3): 573-97.
- 95.- Martín A, Luna JD. Ensayos clínicos. En: Martín A, Luna JD. *Bioestadística para las ciencias de la salud.* 5ª ed. Madrid: Ediciones Norma – Capitel; 2004. p. 305-335.
- 96.- Runs test for detecting non-randomness. [Internet]. [citado 20 de enero de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35d.htm>
- 97.- Statistical hypothesis testing. [Internet]. [citado 20 de enero de 2016]. Recuperado a partir de: [https://en.wikipedia.org/wiki/Statistical\\_hypothesis\\_testing](https://en.wikipedia.org/wiki/Statistical_hypothesis_testing)
- 98.- Kolgomorov-Smirnov test.[Internet]. [citado 20 de enero de 2016]. Recuperado a partir de [https://en.wikipedia.org/wiki/Kolmogorov%E2%80%93Smirnov\\_test](https://en.wikipedia.org/wiki/Kolmogorov%E2%80%93Smirnov_test)
- 99.- Prueba t de Student. [Internet]. [citado 20 de enero de 2016]. Recuperado a partir de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Prueba\\_t\\_de\\_Student](https://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_t_de_Student)
- 100.- Pruba U de Mann-Whitney. [Internet]. [citado 20 de enero de 2016]. Recuperado a partir de [https://es.wikipedia.org/wiki/Prueba\\_U\\_de\\_Mann-Whitney](https://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_U_de_Mann-Whitney)

101.- Coeficiente de correlación de Spearman. [Internet]. [citado 20 de enero de 2016]. Recuperado a partir de [https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente\\_de\\_correlación\\_de\\_Spearman](https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_correlación_de_Spearman)

102.- Kruskal-Wallis one-way analysis of variance. [Internet]. [citado 20 de enero de 2016]. Recuperado a partir de [https://en.wikipedia.org/wiki/Kruskal%E2%80%93Wallis\\_one-way\\_analysis\\_of\\_variance](https://en.wikipedia.org/wiki/Kruskal%E2%80%93Wallis_one-way_analysis_of_variance)

103.- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A. Standardization of spirometry. Eur Respir J. 2005; 26: 319-338.

104.- García F, Calle M, Burgos F, Casan P, Campo F, et al. Espirometría. Arch Bronconeumol. 2013; 49: 388-401.

105.- Quanjer P. Standardized lung function testing. Report working party "standardization of lung function tests". European Community for Coal and Steel. Bull Eur Physiopathol Respir. 1983; 19 (Supl): 1-95.

106.- Casan P, Mayos M, Galdiz J, Giner J, Fiz JA, Montserrat JM et al. Técnicas y procedimientos. Determinación de las presiones respiratorias estáticas máximas. Propuesta de procedimiento. Arch Bronconeumol. 1990, 26: 223-228.

107.- Díaz S, García JL. Procedimiento en las ENM de evolución lenta. En: Zafra MJ, Barrot E. Terapias respiratorias y cuidados del pacientes neuromuscular con afectación respiratoria. España: Editorial Respira; 2012. p. 18-36.

108.- Puente L, Gómez R, Vargas J, Chancafe J. Otras pruebas funcionales. [Internet]. [citado 25 de octubre de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.aulaepoc.com/userfiles/file/epoc/modulo3/Otras%20pruebas%20funcionales.pdf>

109.- Medipreventiecentrum. Webshop voo Fysiotherapie, fitness en sport. [Internet]. [citado 6 de noviembre de 2015]. Recuperado a partir de: <https://www.medipreventiecentrum.nl/pdf-files/threshold-imt-ademtrainer-meter-handleiding-uitademmen-trainen-longinhoud-inspiratoire-spiieren-longcapaciteit-respironics-userguide.pdf>

- 110.- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969; 99 (5): 696–702.
- 111.- Fiz JA, Montserrat JM, Picado C, Plaza V, Augusti-Vidal A. How many manoeuvres should be done to measure maximal inspiratory mouth pressure in patients with chronic airflow obstruction?. *Thorax.* 1989; 44: 419–421.
- 112.- Grande M, Mediavilla E. Instrumentación electrónica: transductores y acondicionadores de señal. Santander: Universidad de Cantabria; 2010.
- 113.- Marca C, Galindo M, Miguel F, Martín P. La pulsioximetría y su aplicación en pruebas de esfuerzo máximo. *Apunts Med Esport.* 2011; 46: 23-7.
- 114.- Patient-reported outcomes. Measuring health from the patient's perspective. [Internet]. [citado 25 de octubre de 2015]. Recuperado a partir de: <https://www.optum.com/optum-outcomes.html>
- 115.- Monteagudo O, Hernando L, Palomar J. Valores de referencia de la población diabética para la versión española del SF-12v2. *Gac Sanit.* 2009; 23 (6): 526-532.
- 116.- Alonso J., Prieto L., Artó J.M. La versión española del SF-36 Health Survey (Cuestionario de Salud SF-36): un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *Med Clin.* 1995; 104: 771-6
- 117.- Gandek B, Ware JE, Aaronson NK. Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment. J Clin Epidemiol.* 1998; 51: 1171-8.
- 118.- González A, Suberviola B, Quesada A, Holanda MS, González C, Llorca J. Valoración de la capacidad preoperatoria al ejercicio como factor predictivo de supervivencia en enfermos sometidos a trasplante pulmonar. *Med Intensiva.* 2008 ; 32(2): 65-70.
- 119.- Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology.* Cleveland: 1983; 33: 1444-1452.
- 120.- Modelo de consentimiento informado del paciente o colaborador. Impreso CBE-A1 [Internet]. [citado 27 de octubre de 2015]. Recuperado a partir de: <https://nucleus.usal.es/files/formularios/Form-CBE-A1.doc>

- 121.- Índice de Masa Corporal (IMC). [Internet]. [citado 28 de noviembre de 2015]. Recuperado a partir de: [http://dietas.guiafitness.com/indice-masa-corporal.html?utm\\_source=calcuworld.com&utm\\_medium=Network&utm\\_campaign=post\\_button](http://dietas.guiafitness.com/indice-masa-corporal.html?utm_source=calcuworld.com&utm_medium=Network&utm_campaign=post_button)
- 122.- Protocolo Bilbao de Esclerosis Múltiple [Internet]. [citado 24 de Octubre de 2015]. Recuperado a partir de: [http://www.osakidetza.euskadi.eus/r85-ckcmprn05/es/contenidos/informacion/protocolo\\_esclerosis/es\\_osk/index.shtml](http://www.osakidetza.euskadi.eus/r85-ckcmprn05/es/contenidos/informacion/protocolo_esclerosis/es_osk/index.shtml)
- 123.- La Esclerosis Múltiple en cifras. [Internet]. [citado 25 de Febrero de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.esclerosismultiple.com/noticias/>
- 124.- Mackenzie IS, Morant SV, Bloomfield GA, Macdonald TM, O’Riordan J. Incidence and prevalence of multiple sclerosis in the UK 1990-2010: a descriptive study in the General Practice Research Database. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2014; 85 (1): 76-84.
- 125.- Otero S, Batlle J, Bonaventura I, Brieva L, Bufill E et al. Multiple sclerosis epidemiological situation update: pertinence and set-up of a population based registry of new cases in Catalonia. *Rev Neurol*. 2010; 50 (10): 623-33.
- 126.- Hernández FJ, Romero JM, Izquierdo G. ¿Está aumentando la incidencia de la esclerosis múltiple a nivel mundial?. *Revista española de esclerosis múltiple*. 2011; 19 (3): 5-13.
- 127.- Ruiz JJ, Ortín A, López JT, Cacho J. Epidemiología de la esclerosis múltiple (Salamanca y Zamora). *Neurología* 1988; 3 (Supl): 57.
- 128.- Observatorio Esclerosis Múltiple. Las preguntas más habituales. [Internet]. [citado 25 de Febrero de 2016]. Recuperado a partir de: [http://observatorioesclerosismultiple.com/esp/las\\_preguntas\\_mas\\_habituales.html](http://observatorioesclerosismultiple.com/esp/las_preguntas_mas_habituales.html)
- 129.- Diagnóstico y tratamiento de la Esclerosis Múltiple en la clínica. [Internet]. [citado 25 de Febrero de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/esclerosis-multiple>
- 130.- Polman CH, Reingold SC, Banwell B. Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 revisions to the McDonald criteria. *Ann Neurol*. 2011; 69: 292-302.

- 131.- Houtchens MK, Lublin FD, Miller AE, Khoury SJ. Multiple sclerosis and other inflammatory demyelinating diseases of the central nervous system. In: Daroff RB, Fenichel GM, Jankovic J, Mazziotta JC, eds. *Bradley's Neurology in Clinical Practice*. 6ª ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier; 2012: chap 54.
- 132.- Tratamientos farmacológicos para los síntomas de la EM. *MS in focus*, edición 18. 2011.
- 133.- Bermejo P, Oreja C, Díez E. El dolor en la esclerosis múltiple: prevalencia, mecanismos, tipos y tratamiento. *Rev Neurol*. 2010; 50 (2): 101-108.
- 134.- Vivancos F, Pascual SI, Nardi J, Miquel F, de Miguel I, et al. Guía del tratamiento integral de la espasticidad. *Rev Neurol*. 2007; 45: 365-75.
- 135.- La fatiga y la EM. *MS in focus*, edición 19. 2012.
- 136.- Esclerosis Múltiple. Aspectos fisiológicos: El temblor. Federación española para la lucha contra la esclerosis múltiple (FELEM). [Internet]. [citado 25 de Febrero de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.esclerosismultiple.com/pdfs/Comprender%20la%20EM/TEMBLOR%20Y%20EM.pdf>
- 137.- Rinker JR, Salter AR, Walker H, Amara A, Meador W, Cutter GR. Prevalence and characteristics of tremor in the narcoms multiple sclerosis registry: a cross-sectional survey. *BMJ Open*. 2015; 5: e006714.
- 138.- Pacheco M, Guerrero M, Fernández O. La disfunción genitourinaria en la esclerosis múltiple. *Revista española de esclerosis múltiple*. 2011; 17: 17-28.
- 139.- Sánchez MP, Olivares T, Nieto A, Hernández MA, Barroso J. Esclerosis múltiple y depresión. *Rev Neurol*. 2004; 38 (6): 524-529.
- 140.- Arbinaga F. Aspectos emocionales y calidad de vida en pacientes con enfermedades desmielinizantes: El caso de la Esclerosis Múltiple. *Anales de psicología*. 2003; 19 (1): 65-74.
- 141.- Delgado JM, Cadenas JC, Fernández JM, Navarro G, Izquierdo G. Estudio de la calidad de vida en la esclerosis múltiple. *Rev Neurol*. 2005; 41 (5): 257-262.

142. Kidd D, Thompson AJ. Prospective study of neurorehabilitation in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1997; 62: 423-4.

143.- Freemann JA, Langdon DW, Hobart JC, Thompson AJ. The impact of inpatient rehabilitation on progressive multiple sclerosis. *Ann Neurol*. 1997; 42: 236-44.

144.- Freemann JA, Langdon DW, Thomson AJ. Inpatient rehabilitation in multiple sclerosis: do the benefits carry over into the community?. *Neurology*. 1999; 50: 50-6.

145.- Solari A, Filippini G, Gasco P, Colla L, Salmaggi A, La Mantia L, et al. Physical rehabilitation has a positive effect on disability in multiple sclerosis patients. *Neurology*. 1999; 52: 57-62.

146.- Déniz A, Saavedra P, Marrero I. Predicción del grado de minusvalía en pacientes con esclerosis múltiple. *Rehabilitación*. 2011; 45: 301-7.

147.- Arruti M, Castillo T, Egüés N, Olascoaga J. Tabaco y esclerosis múltiple. *Rev Neurol*. 2015; 60: 169-178.

148.- Handel AE, Williamson AJ, Disanto G. Smoking and Multiple Sclerosis: An Updated Meta-Analysis. *Plos One*. 2011; 6 (1): e16149.

149.- Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Europea de Salud en España 2009. Determinantes de la salud: cifras absolutas. [Internet]. [citado 25 de Febrero de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do>

150.- Martín A. Esclerosis Múltiple y hábitos alimentarios en Canarias [tesis doctoral]. Las Palmas de Gran Canaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2010.

151.- Nortvedt MW. Multiple sclerosis and lifestyle factors: the Hordaland Health Study. *Neurol Sci*. 2005; 26: 334-339.

152.- Ghadirian P, Jain M, Ducic S, Shatenstein B, Morisset R. Nutritional factor in the aetiology of multiple sclerosis: a case-control study in Montreal. Canada: *Inr J Epidemiol*. 1998; 27: 845-852.

153.- El estudio antropométrico realizado por el IBV desvela las medidas actuales del hombre español. [Internet]. [citado 25 de Febrero de 2016]. Recuperado a partir de:

<http://www.ibv.org/actualidad/el-estudio-antropometrico-realizado-por-el-ibv-desvela-las-medidas-actuales-del-hombre-espanol>

154.- Estudio antropométrico de la población femenina en España. 2008. [Internet]. [citado 25 de Febrero de 2016]. Recuperado a partir de: <http://cdn.20m.es/adj/2008/02/07/945.pdf>

155.- O'Connell R, Murphy RM, Hutchinson M, Cooke G, Coote S. A controlled study to assess the effects of aerobic training on patients with multiple sclerosis. 14th International World Confederation for Physical Therapy. Barcelona, 2003. [: RR-PL-2105]

156.- Rodríguez I, Fuentes C, Rivas C, Molina F, Sepúlveda C, et al. Rehabilitación respiratoria en el paciente neuromuscular: efectos sobre la tolerancia al ejercicio y musculatura respiratoria. Resultado de una serie de casos. Rev chil enferm respir. 2013; 29(4); 196-203.

157.- Turner LA, Mickleborough TD, McConnell AK, Stager JM, Tecklenburg S, et al. Effects of inspiratory muscle training on exercise tolerance in asthmatic individuals. Med Sci Sports Exerc. 2011; 43 (11): 2031-8.

158.- Fernández C, Valenza MC, García MC, Valenza G. Estudio de la disnea según la escala de Borg en un grupo de pacientes diagnosticados de asma bronquial que han seguido y recibido entrenamiento de fisioterapia respiratoria. Fisioterapia. 2009; 31(1): 12-16.

159.- Geddes EL, Reid WD, Crowe J, O'Brien K, Brooks D. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. Respir Med. 2005; 99 (11): 1440-58.

160.- Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, Cruz E, Pertuzé J, Borzone G. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. Eur Respir J. 1997; 10 (3): 537-542.

161.- Sánchez H, Montemayor T, Ortega F, Cejudo P, Castillo DD, Hernandez TE, et al. Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. Chest. 2001; 120 (3): 748-756.

162.- Hill K, Jenkins S, Philippe D, Cecins N, Shepherd K, Green D, et al. High-intensity inspiratory muscle training in COPD. Eur Respir J. 2006; 27: 1119- 1128.

163.- Koppers R, Vos P, Boot C, Folgering H. Exercise performance improves in patients with COPD due to respiratory muscle endurance training. *Chest*. 2006; 129: 886–892.

164.- Schmidt S, Vilagut G, Garin O, Cunillera O, Tresserras R, et al. Normas de referencia para el Cuestionario de Salud SF-12 versión 2 basadas en población general de Cataluña. *Med Clin*. 2012; 139 (14): 613-625

165.- Monteagudo O, Hernando L, Palomar JA. Investigación en resultados de salud y poblaciones de referencia. *Med Clin*. 2008; 130: 156.

166.- Monteagudo O, Hernando L, Palomar J. Valores de referencia de la población diabética para la versión española del SF-12v2. *Gac Sanit*. 2009; 23 (6): 526-532.

167.- Hincapié M, Suárez J, Pineda R, Anaya JM. Calidad de vida en esclerosis múltiple y otras enfermedades crónicas autoinmunes y no autoinmunes. *Rev Neurol*. 2009; 48: 225-230.

168.- Sistiaga A, Castillo T, Aliri J, Gaztañaga M, Acha J, et al. Rendimiento cognitivo y calidad de vida de la esclerosis múltiple en Gipuzkoa. *Rev Neurol*. 2014; 58 (8): 337-344.

169.- González M. Módulo 4: Calidad de vida. Impacto del diagnóstico de Esclerosis Múltiple. [Internet]. [citado 2 de Marzo de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.neurodidacta.es/es/comunidades-tematicas/esclerosis/esclerosis-multiple/calidad-vida-esclerosis-multiple/impacto-del-diagnostico-esclerosis-multiple>

170.- Arroyo R, Massana M, Vila C. Correlation between spasticity and quality of life in patients with multiple sclerosis: the CANDLE study. *Int J Neurosci*. 2013; 123(12): 850-8.

171.- Gandek B, Ware JE, Aaronson NK. Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment*. *J Clin Epidemiol*. 1998; 51: 1171-8.

172.- Ware JE, Kosinski M, Turner-Bowker DM, Gandek B. How to score version 2 of the SF-12 Health Survey (with a supplement documenting version 1). Lincoln, RI: QualityMetric Incorporated; 2002.

173.- Ware JE, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey. Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care*. 1996; 34: 220-33.

- 174.- Petajan JH, Gappmaier E, White AT. Impact of aerobic training on fitness and quality of life in multiple sclerosis. *Ann Neurol.* 1996; 39: 432-41.
- 175.- Mostert S, Kesselring J. Effects of a short-term exercise training program on aerobic fitness, fatigue, health perception and activity level of subjects with multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2002; 8: 161-68.
- 176.- Rasova K, Havrdova E, Brandejsky P, Zalisova M, Foubikova B, et al. Comparison of the influence of different rehabilitation programmes on clinical, spirometric and spiroergometric parameters in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2006; 12: 227-234.
- 177.- Salgado BC, Jones M, Ilgun S, McCord G, Looper M, et al. Effects of a 4-month Ananda Yoga program on physical and mental health outcomes for persons with multiple sclerosis. *Int J Yoga Therap.* 2013; 23: 27-38.
- 178.- Mutluay FK, Gürses HN, Saip S. Effects of multiple sclerosis in respiratory functions. *Clin Rehabil.* 2005; 19 (4): 426-32.
- 179.- Foglio K, Clini E, Facchetti D, Vitacca M, Marangoni S. Respiratory muscle function and exercise capacity in multiple sclerosis. *Eur Respir J.* 1994; 7: 23-28.
- 180.- Gosselink R, Kovacs L, Ketelaer P, Carton H, Decramer M. Respiratory muscle weakness and respiratory muscle training in severely disabled multiple sclerosis patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000; 81: 747–751.
- 181.- Smeltzer SC, Laviertes MH, Troiano R, Cook SD. Testing of an index of pulmonary dysfunction in multiple sclerosis. *Nurs Res.* 1989; 38(6): 370–374.
- 182.- Klefbeck B, Nedjad JH. Effect of inspiratory muscle training in patients with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003; 84: 994–999.
- 183.- Buyse B, Demedts M, Meekers J, Vandegaer L, Rochette F, Kerkhofs L. Respiratory dysfunction in multiple sclerosis: A prospective analysis of 60 patients. *Eur Respir J.* 1997; 10: 139–145.
- 184.- Sclauser IM, Franco V, Fregonezi GA, Sheel AW, Chung F, et al. Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Can Respir J.* 2014; 21 (1): 43-50.

185.- Orejuela J. Influencia de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva sobre la musculatura respiratoria en una población de mujeres mayores. [Tesis doctoral]. Salamanca: Universidad de Salamanca; 2015.

186.- Evans JA, Whitelaw WA. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respir Care*. 2009; 54(10): 1348-59.

187.- Smeltzer SC, Utell M, Rudick R, Herndon R. Pulmonary function and dysfunction in multiple sclerosis. *Arch Neurol*. 1988; 45: 1245-1249.

188.- Smeltzer SC, Skurnick J, Troiano R. Respiratory function in multiple sclerosis: utility of clinical assessment of respiratory muscle function. *Chest*. 1992; 101: 479-484.

189.- Tantucci C, Massucci M, Piperno R, Betti L, Grassi V, et al. Control of breathing and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis. *Chest*. 1994; 105: 1163-1170.

190.- Olgiati R, Jacquet J, Prampero P. Energy cost of walking and exertional dyspnea in multiple sclerosis. *Am Rev Respir Dis*. 1986; 134: 1005-1010.

191.- Taveira FM, Teixeira AL, Domingues RB. Early respiratory evaluation should be carried out systematically in patients with multiple sclerosis. *Arq Neuropsiquiatr*. 2013; 71(3): 142-5.

192.- Bosnak-Guclu M, Gunduz AG, Nazliel B, Irkec C. Comparison of functional exercise capacity, pulmonary function and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis with different disability levels and healthy controls. *Rehabil Med J*. 2012; 44(1): 80-6.

193.- Savci S, Inal-Ince H, Guclu-Gunduz A, Cetisli-Korkmaz N, Armutlu K, et al. Six-minute walk distance as a measure of functional exercise capacity in multiple sclerosis. *Disabil Rehabil*. 2005; 27(22): 1365-71.

194.- Pfalzer L, Fry D. Effects of a 10-week inspiratory muscle training program on lower-extremity mobility in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Int J MS Care*. 2011; 13 (1): 32-42.

- 195.- Fry D, Pfalzer L, Chokshi A, Wagner M, Jackson E. Randomized control trial of effects of a 10-week inspiratory muscle training program on measures of pulmonary function in persons with multiple sclerosis. *J Neurol Phys Ther.* 2007; 31 (4): 162-172.
- 196.- Chiara T, Martin D, Davenport P, Bolser D. Expiratory muscle strength training in persons with multiple sclerosis having mild to moderate disability: Effect on maximal expiratory pressure, pulmonary function, and maximal voluntary cough. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006; 87: 468–473.
- 197.- Smeltzer SC, Laviertes MH, Cook SD. Expiratory training in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77: 909–912.
- 198.- Ray A, Udhoji S, Mashtare T, Fisher N. A combined inspiratory and expiratory muscle training program improves respiratory muscle strength and fatigue in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013; 94(10): 1964-70.
- 199.- Roca J. Aplicaciones clínicas de las pruebas de function pulmonary. En: Ancic C, Clark T. *Enfermedades respiratorias. Utilidad del laboratorio.* Ed. Santiago de Chile: Camugraf Ediciones Científicas; 1990. pp. 171-190.
- 200.- Pellegrino R, Viegi G, Enright P, Brusasco V, Crapo RO, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J.* 2005; 26: 948-968
- 201.- Castellsaguer J, Burgos F, Roca J, Sunyer J. Prediction equations for forced spirometry from European origin population. *Respir Med.* 1998; 92: 401-407.
- 202.- Casan P, Roca J, Sanchis J. Spirometric response to a bronchodilator. Reference values for healthy children and adolescents. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 1983; 19: 567-569.
- 203.- García-Río F, Pino JM, Dorgham A, Alonso A, Villamor J. Spirometric reference equations for European females and males aged 65-85 yrs. *Eur Respir J.* 2004; 24: 397-405.
- 204.- Quanjer PhH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95 year age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J.* 2012; 40: 1324-1343.

205.- Fragoso CA, Concato J, McAvay G, Ness PH, Rochester CL et al. The ratio of FEV1 to FVC as a basis for establishing chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2010; 181: 446-451.

206.- Güder G, Brenner S, Angermann CE, Ertl G, Held M, et al. GOLD or lower limit of normal Quanjer et al. *Respir Res.* 2012; 12: 61.

207.- Gáldiz J, Martínez J. New spirometry reference values. *Arch Bronconeumol.* 2013; 49: 413-4.

208.- Westerdahl E, Wittrin A, Kanahols M, Gunnarsson M, Nilsagard Y. Deep breathing exercises with positive expiratory pressure in patients with multiple sclerosis – a randomized controlled trial. *The Clinical Respir J.* 2015. doi: 10.1111/crj.12272.

## ***8. ANEXOS***



**ANEXO 1: PROGRAMA DE EJERCICIOS RESPIRATORIOS.****PROGRAMA DE EJERCICIOS RESPIRATORIOS**

Los ejercicios descritos a continuación nos ayudarán a mejorar la función pulmonar y el estado de nuestros músculos respiratorios.

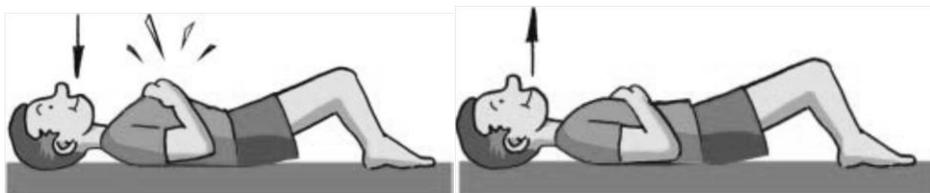
**Indicaciones:**

- Realizar los ejercicios en una posición relajada, ya sea sentado o tumbado boca arriba.
- Siempre cogemos aire por la nariz y lo echamos por la boca con los labios fruncidos para oponer resistencia a la salida del aire.
- En todos los ejercicios intentaremos coger y echar todo el aire que podamos. Haremos respiraciones lentas y de gran volumen de aire.
- En el improbable caso de percibir fatiga, dolor o sensación de mareo, detendremos el ejercicio inmediatamente y se lo comunicaremos al investigador.

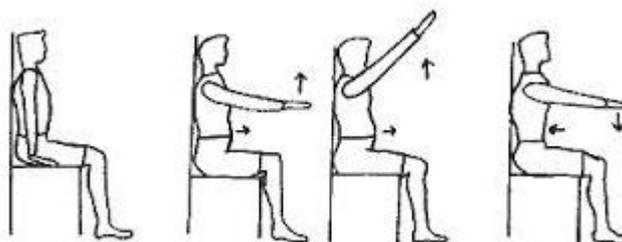
1.- Respiración abdominal o diafragmática: Colocamos nuestras manos a la altura del ombligo para sentir el movimiento; cogemos aire por la nariz y lo llevamos hacia la barriga notando como ésta se hincha, echamos el aire por la boca mientras desinflamos nuestra barriga. Cogemos y echamos todo el aire que podamos. 3 minutos



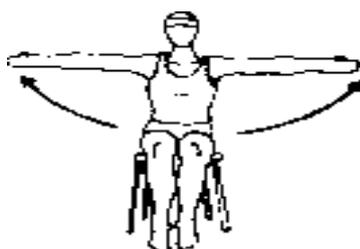
2.- Respiración costal o torácica: Colocamos las manos sobre las costillas para sentir el movimiento; cogemos aire por la nariz y lo llevamos hacia el pecho inflándolo todo lo que podamos, expulsamos el aire por la boca desinflando nuestro pecho. Hacemos respiraciones lentas, tomando y echando todo el aire que podamos. 3 minutos.



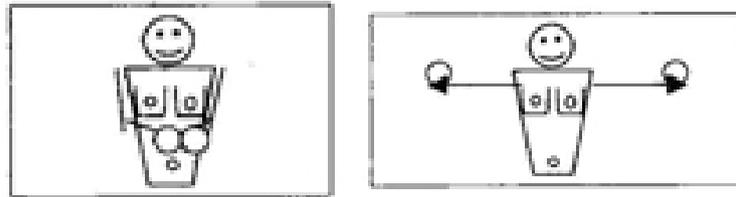
3.- Respiración y elevación de brazos hacia delante: Inspiraremos profundamente por la nariz al tiempo que levantamos ambos brazos extendidos hacia delante todo lo que podamos, a continuación expulsamos el aire por la boca y bajamos lentamente los brazos hasta colocarlos de nuevo a lo largo del cuerpo. 3 minutos.



4.- Respiración y elevación lateral de los brazos: Inspiramos profundamente por la nariz al tiempo que separamos los brazos del tronco hasta colocarlos en cruz, acto seguido echamos el aire por la boca y vamos bajando lentamente los brazos hasta pegarlos al cuerpo. 3 minutos.



5.- Respiración y separación de los brazos: Para realizar este ejercicio, colocamos los brazos extendidos hacia delante con las manos juntas a la altura de nuestro pecho. Inspiramos profundamente por la nariz y separamos los brazos hasta colocarlos en cruz, espiramos lentamente por la boca y juntamos de nuevo las manos. 3 minutos.



Si le surge cualquier duda durante la realización del programa o aparece algún inconveniente en la ejecución de algún ejercicio no dude en contactar conmigo:

**Carlos → 646774655**

*\*Cualquiera de los ejercicios descritos podrá ser modificado con el fin de adaptarlo a las cualidades físicas de cada paciente.*

TABLA DE SEGUIMIENTO TRABAJO EJERCICIOS RESPIRATORIOS

Nombre y apellidos:

Código:

Fecha inicio/fecha fin:

SEM ANA	CARGA	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
		Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	M	T	M	T
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															

Tabla 27: Seguimiento del programa "Ejercicios respiratorios".

\* Anotar en el recuadro correspondiente el número de ejercicios realizados.

## ANEXO 2: PROGRAMA DE TRABAJO TRESHOLD IMT.

A cada paciente se le entrega un folleto explicativo a cerca del Treshold IMT <sup>109</sup>.

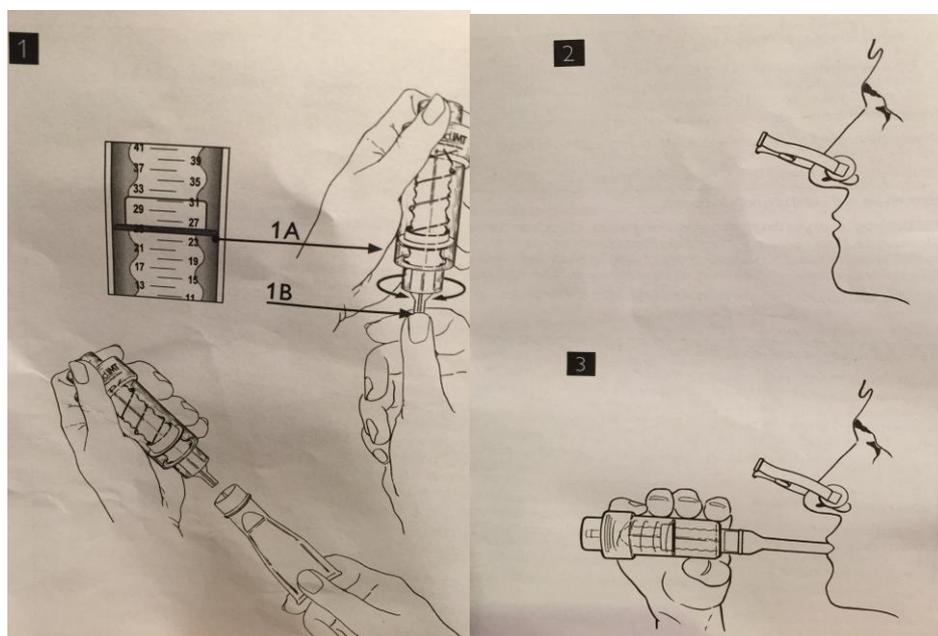


Imagen 28: Protocolo de utilización del dispositivo Treshold IMT.

### Modo de empleo

Sólo para uso individual. Asegúrese que no exista ningún cuerpo extraño en el interior de la cámara que pueda bloquearla y retírelos si los hubiera.

Cada pack contiene:

- Dispositivo para el entrenamiento de los músculos inspiratorios Treshold IMT.
- Instrucciones de uso.
- Agenda de seguimiento del entrenamiento.

Gire el botón de control (Fig. 1A) para alinear el borde rojo del indicador de presión (Fig. 1B) a la posición indicada por su médico. Un número superior supone mayor esfuerzo. Acople firmemente la boquilla.

Póngase la pinza en la nariz y respire por la boca (Fig. 2).

Cierre completamente los labios alrededor de la boquilla y aspire profundamente (Fig. 3). Cuando el aire circula por el dispositivo, la válvula está abierta.

Continúe aspirando y espirando sin retirar el dispositivo de la boca.

El entrenamiento debe ser sistemático y continuado. Anote las lecturas en la agenda de seguimiento del entrenamiento.

### **Instrucciones de limpieza**

Lavar con agua jabonosa templada después de cada uso. Enjuagar todas las piezas con agua limpia y sacudir el exceso de humedad. Dejar secar al aire. NO HERVIR O CALENTAR.

### **Indicaciones de uso**

Threshold IMT es un dispositivo para el entrenamiento de los músculos inspiratorios que le ayudará a fortalecer y endurecer los mismos mediante el ejercicio.

CUALQUIER CAMBIO EN LA CONFIGURACIÓN SE HARÁ SÓLO POR DIRECCIÓN DE SU MÉDICO O FISIOTERAPEUTA. SI SE ENCUENTRA MUY CANSADO DURANTE O DESPUÉS DE SU SESIÓN DE ENTRENAMIENTO, LE FALTA LA RESPIRACIÓN O NOTA QUE SUS PULSACIONES HAN AUMENTADO DE FORMA ALARMANTE, INTERRUMPA LA SESIÓN E INFORME A UN PROFESIONAL.

### **Nota para médicos y fisioterapeutas**

La carga de presión empleada en el entrenamiento de los músculos inspiratorios, deberá estar en función de la fuerza de los músculos respiratorios del paciente, que se determina midiendo la presión inspiratoria máxima (PIM) con un manómetro. PIM es la máxima presión negativa que un paciente puede generar durante la inhalación. La carga de presión recomendada es un 30% de la PIM del paciente. No obstante, en ciertos casos puede ser necesario iniciar el entrenamiento con una presión inferior. La presión deberá aumentarse a medida que mejore la fortaleza de los músculos inspiratorios del paciente.

**Protocolo de entrenamiento con el resistómetro inspiratorio**

El periodo de utilización del Treshold IMT será de 12 semanas durante las cuales, además de trabajar con el aparato, se realizará una revisión inicial completa, 5 revisiones intermedias de la PIM y la PEM para poder graduar la carga del resistómetro (una cada 2 semanas) y una revisión final completa.

Las primeras 2 semanas se trabaja con una carga igual al 20% de la PIM, a partir de la tercera semana se trabaja con una carga del 30% de la PIM.

Haremos series de respiración con el Treshold IMT de 1 minuto (si los primeros días no se logra aguantar este tiempo, las series serán de 30-45 segundos), 15 series en total, que las repartiremos en 2 tandas de trabajo. Entre serie y serie intercalamos un tiempo de descanso de 1 minuto.

Posibles efectos adversos:

- Dolor de cabeza.
- Ligerero mareo.
- Fatiga o falta de aire<sup>99</sup>.

TABLA DE SEGUIMIENTO TRABAJO TRESHOLD

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Fecha inicio/fecha fin: \_\_\_\_\_

SEM ANA	CARGA	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
		Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	M	T	M	T
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															

Tabla 28: Seguimiento del programa "Treshold".

\* Anotar en el recuadro correspondiente el tiempo de trabajo con el dispositivo Treshold en cada una de las sesiones diarias.

ANEXO 3: ESCALA DE CALIDAD DE VIDA SF-12V2 HEALTH SURVEY. <sup>100</sup>

## Su Salud y Bienestar

Las preguntas que siguen se refieren a lo que usted piensa sobre su salud. Sus respuestas permitirán saber cómo se encuentra usted y hasta qué punto es capaz de hacer sus actividades habituales. ¡Gracias por contestar a estas preguntas!

Para cada una de las siguientes preguntas, por favor marque con una  la casilla que mejor corresponda a su respuesta.

1. En general, usted diría que su salud es:

Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala
▼	▼	▼	▼	▼
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

2. Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. Su salud actual, ¿le limita para hacer esas actividades o cosas? Si es así, ¿cuánto?

	Si, me limita mucho	Si, me limita un poco	No, no me limita nada
	▼	▼	▼
a. Esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
b. Subir varios pisos por la escalera .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

3. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo u otras actividades cotidianas a causa de su salud física?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	▼	▼	▼	▼	▼
a. ¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer?.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b. ¿Estuvo limitado en el tipo de trabajo u otras actividades?.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

4. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo u otras actividades cotidianas a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
a. ¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer?.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b. ¿Hizo su trabajo u otras actividades cotidianas menos cuidadosamente que de costumbre?.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

5. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

	Nada	Un poco	Regular	Bastante	Muchísimo
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

6. Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las últimas 4 semanas ¿con qué frecuencia...

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
a. se sintió calmado y tranquilo?.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b. tuvo mucha energía?.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c. se sintió desanimado y deprimido?.....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

7. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

---

## ANEXO 4: EXPANDED DISABILITY STATUS SCALE (EDSS) DE KURTZKE.

### Escala de discapacidad de Kurtzke

La escala de discapacidad de Kurtzke, también conocida como EDSS, es la más utilizada para evaluar la situación funcional de las personas con EM. La EDSS evalúa la discapacidad de acuerdo a ocho sistemas funcionales.

### EDSS o Escala expandida del estado de la discapacidad

#### Criterios de puntuación

#### Escala Funcional (FS)

##### Piramidal

- 1 Normal.
- 2 Signos anormales sin incapacidad.
- 3 Incapacidad mínima.
- 4 Paraparesia o hemiparesia leve o moderada. Monoparesia grave.
- 5 Paraparesia o hemiparesia grave. Monoplejía o cuadriparesia moderada.
- 6 Paraplejía o hemiplejía. Cuadriparesia intensa.
- 7 Cuadriplejía.

##### Cerebelo

- 1 Normal.
- 2 Signos anormales sin incapacidad.
- 3 Ligera ataxia.
- 4 Moderada ataxia de los miembros o del tronco.
- 5 Ataxia intensa de todas las extremidades.
- 6 Incapaz de realizar movimientos coordinados por ataxia.

\* + añadir tras cada puntuación en caso de debilidad grado 3, que dificulte la prueba.

### **Tronco de encéfalo**

- 1 Normal.
- 2 Solamente signos.
- 3 Nistagmus moderado o cualquier otro tipo de incapacidad.
- 4 Nistagmus intenso, parálisis extraocular intensa o moderada incapacidad por otros pares.
- 5 Disartria intensa o cualquier otro tipo de incapacidad.
- 6 Incapacidad para tragar o hablar.

### **Sensibilidad**

- 1 Normal.
- 2 Alteración de la vibratoria o grafestesia en una o dos extremidades.
- 3 Disminución ligera de la sensibilidad táctil o dolorosa, o de la posicional y/o disminución ligera de la vibratoria en uno o dos miembros o vibratoria (o grafestesia) en 3 o 4 miembros.
- 4 Id. moderada, incluida alteración propioceptiva en 3 o 4 miembros.
- 5 Id. intensa, o bien grave alteración propioceptiva en más de 2 miembros.
- 6 Pérdida de la sensibilidad en una o dos extremidades o bien disminución del tacto o dolor y/o pérdida del sentido posicional en más de dos miembros.
- 7 Pérdida de sensibilidad prácticamente total por debajo de la cabeza.

### **Vejiga e Intestino**

#### **Vejiga**

- 1 Función normal.
- 2 Ligero titubeo, urgencia o retención.
- 3 Moderado titubeo, urgencia o retención tanto del intestino como de la vejiga, o incontinencia urinaria poco frecuente.

- 4 Incontinencia < semanal.
- 5 Incontinencia > semanal.
- 6 Incontinencia diaria.
- 7 Catéter vesical.

### **Intestino**

- 1 Función normal.
- 2 Estreñimiento de < diario, sin incontinencia.
- 3 Estreñimiento de menos de a diario, pero no incontinencia.
- 4 Incontinencia < semanal.
- 5 Incontinencia > semanal pero no a diario.
- 6 Ningún control intestinal.
- 7 Grado 5 intestinal más grado 5 de disfunción vesical.

### **Visión**

- 1 Normal.
- 2 Escotoma con agudeza visual (corregida) superior a 20/30.
- 3 El ojo que está peor con un escotoma tiene de agudeza entre 30/30 y 20/59.
- 4 El ojo peor (por escotoma o alteración de campo) con agudeza máxima entre 20/60 y 20/99.
- 5 Id. entre 20/100 y 20/200; igual un grado 3 más máxima agudeza en el mejor ojo de 20/60 o inferior.
- 6 Id. en el ojo peor con agudeza inferior a 20/200; o bien grado 4 más máxima agudeza en el ojo mejor de 20/60 o menos.

\* + añadir tras la puntuación en los grados 0-5 si existe palidez temporal.

### **Funciones mentales**

- 1 Normal.
- 2 Alteración del estado de ánimo únicamente (no afecta a la puntuación EDSS).

- 3 Ligera alteración cognitiva.
- 4 Moderada alteración cognitiva.
- 5 Marcada alteración cognitiva.
- 6 Demencia o síndrome cerebral crónico.

#### EDSS o Escala expandida del estado de la discapacidad

- 0** Examen neurológico normal (en fs todo grado 0).
- 1.0** Sin incapacidad, mínimos signos en un fs (por ejemplo, grado 1).
- 1.5** No incapacidad, mínimos signos en más de un fs (más de 1 fs grado 1). excluye función cerebral grado 1.
- 2.0** Mínima incapacidad en un fs (un fs grado 2, otros 0 o 1).
- 2.5** Mínima incapacidad en dos fs (dos fs grado 2, otros 0 o 1).
- 3.0** Moderada incapacidad en un fs (un fs grado 3, otros 0 o 1) o leve incapacidad en tres o cuatro fs grado 2, otros 0 o 1) aunque plenamente ambulante.
- 3.5** Totalmente ambulante pero con moderada incapacidad en un fs (un grado 3) y uno o dos fs grado 2; o dos fs grado 3, o cinco fs grado 2 (otros 0 o 1).
- 4.0** Completamente ambulante sin asistencia, autosuficiente, capacitado durante 12 horas diarias a pesar de una relativamente grave incapacidad consistente en un fs grado 4 (otros 0 o 1) o combinaciones de grados menores excediendo los límites de los grados previos, capaz de caminar sin ayuda o descanso uno 500 metros.
- 4.5** Completamente ambulante sin ayuda, autosuficiente la mayor parte del día, sin asistencia, capaz de trabajar la jornada entera, pero puede tener alguna limitación en la actividad total o puede requerir asistencia mínima; caracterizado por relativamente grave incapacidad, consistiendo generalmente en un fs grado 4 (otros 0 o 1), o combinaciones de grados menores excediéndolos límites de los grados previos; capaz de caminar sin ayuda o descanso unos 300 metros.
- 5.0** Ambulante, capaz de andar sin ayuda o descanso 200 metros; incapacidad suficientemente grave como para impedirle las actividades del día entero (por ejemplo, trabajar el día entero sin medidas especiales), (equivalentes habituales en fs son grado 5 sólo, otros 0 o 1; o combinaciones de grados menores, generalmente excediendo las especificaciones del apartado 4.0).

**5.5** Capaz de caminar 100 metros sin ayuda ni descanso, incapacidad suficientemente grave como para impedir las actividades del día entero (equivalentes habituales en fs un grado 5 sólo, otros 0 o 1; o combinaciones de grados menores, excediendo generalmente los del apartado 4.0).

**6.0** Ayuda intermitente o constante (bastón, muletas) requerida para caminar 100 metros con o sin descanso (generalmente equivalente en los fs a combinaciones con más de dos fs grado 3+).

**6.5** Ayuda bilateral constante (bastón, muletas, etc.) requerida para caminar 20 metros sin descanso (los equivalentes en los fs son combinaciones con más de dos fs grado 3+).

**7.0** Incapaz de caminar más de 5 metros aun con ayuda, esencialmente relegado a la silla de ruedas; capaz de trasladarse en la silla de ruedas unas 12 horas al día (los equivalentes en los fs son combinaciones con más de un fs grado 4+; muy raramente grado 5 piramidal sólo).

**7.5** Incapaz de subir más de unos pocos peldaños; relegado a una silla de ruedas; puede necesitar ayuda para trasladarse con ella; es capaz de mover las ruedas de una silla estándar, pero no puede hacerlo durante todo el día; puede necesitar silla motorizada (los equivalentes en los fs son combinaciones, con más de un fs 4+).

**8.0** Esencialmente relegado a la cama o silla de ruedas o en silla, pero capaz de permanecer fuera de la cama gran parte del día; capaz de realizar muchas de las funciones de su cuidado personal; generalmente conserva el uso efectivo de los brazos (los equivalentes en fs son combinaciones, generalmente grado 4+ en distintos sistemas).

**8.5** Esencialmente relegado en cama la mayor parte del día; conserva algo de uso efectivo en los brazos; conserva algunas funciones de cuidado personal (los equivalentes en fs son combinaciones generalmente grado 4+ en varios sistemas).

**9.0** Paciente postrado en cama; puede comunicarse y comer (los equivalentes en fs son combinaciones, sobre todo grado 4+).

**9.5** Paciente totalmente imposibilitado; incapaz de comunicarse y comer (los equivalentes en fs son combinaciones, sobre todo grado 4+).

**10.0** Fallecimiento por EM. <sup>105</sup>

ANEXO 5: CONSENTIMIENTO INFORMADO Y HOJA INFORMATIVA. <sup>103</sup>



VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA

**MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE O COLABORADOR**

**Impreso CBE-A1**

Yo <sup>1</sup>

DNI/Pasaporte,

He leído la hoja informativa que me ha sido entregada <sup>2</sup>

He tenido oportunidad de efectuar preguntas sobre el estudio.

He recibido respuestas satisfactorias.

He recibido suficiente información en relación con el estudio.

He hablado con el Dr./Investigador: Carlos Martín Sánchez.

Entiendo que la participación es voluntaria.

Entiendo que puedo abandonar el estudio:

- Cuando lo desee.
- Sin que tenga que dar explicaciones.
- Sin que ello afecte a MIS cuidados médicos.

También he sido informado de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento y en la ficha o expediente que se abra para la investigación:

- Estos datos serán tratados y custodiados con respeto a mi intimidad y a la vigente normativa de protección de datos.

- Sobre estos datos me asisten los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento.

- Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.**

Doy mi consentimiento sólo para la extracción necesaria en la investigación de la que se me ha informado y para que sean utilizadas las muestras (fluidos, tejidos, etc...) exclusivamente en ella, sin posibilidad de compartir o ceder éstas, en todo o en parte, a ningún otro investigador, grupo o centro distinto del responsable de esta investigación o para cualquier otro fin.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos que asumo y los acepto expresamente. Y, por ello, firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para MANIFESTAR MI DESEO DE PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN SOBRE “EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO EN EL PACIENTE ONCOLÓGICO”, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

**Nombre del paciente o sujeto colaborador:**

**DNI/Pasaporte**

Firma:

Fecha:

**Nombre del investigador:** Carlos Martín Sánchez.

DNI 70898814-A

Firma:

**Identificación del Grupo/Instituto//Centro/Otros, responsable de la investigación, cuando no se trate de proyectos individuales:**

Fecha:

Dirección de contacto del Investigador y/o del Grupo....responsables de la investigación y del tratamiento de los datos:

NOTAS

<sup>1</sup> *Indicar el nombre completo*

<sup>2</sup> *Incorporar de forma inseparable o al dorso de éste documento.*

### Hoja Informativa

Usted va a colaborar con el programa “Fisioterapia en pacientes con esclerosis múltiple y su repercusión en la calidad de vida”, dirigido por D. Carlos Martín Sánchez, fisioterapeuta, perteneciente al programa de Doctorado en Oncología Clínica de la Universidad de Salamanca.

Dicho programa consta de una evaluación inicial y otra final a las 12 semanas del comienzo del estudio con el objetivo de observar cambios en los distintos aspectos respiratorios de los pacientes con esclerosis múltiple; cada una de las cuales consta de: espirometría, medición PIM-PEM, medición flujos pulmonares, valoración de la calidad de vida. Durante ese periodo de 12 semanas el paciente deberá realizar una serie de ejercicios respiratorios que previamente habrán sido explicados por un fisioterapeuta; además se le hará entrega de unas hojas en las que vienen detallados con precisión cada uno de los ejercicios. El paciente entiende y le ha sido explicado que los ejercicios por norma general no producen dolor y en el caso de la aparición de dolor eliminaríamos dicho ejercicio del programa. La realización de los ejercicios puede provocar fatiga, ante la cual, detendremos el ejercicio.

Además de hacer los ejercicios propuestos, el paciente deberá rellenar una tabla en la que figuran el número de días y los ejercicios que ha realizado.

Para resolver cualquier duda no dude en contactar por teléfono al siguiente número: **646774655** Carlos.

Gracias por su colaboración.

**ANEXO 6: HOJA DE VALORACIÓN.**

**HISTORIA CLÍNICA**

**Datos personales**

Nombre y apellidos:.....  
.....

Sexo:

Dirección: .....

Teléfono:.....

Fecha nacimiento (edad):.....  
.....

Trabajo:

Talla: ..... Peso: ..... IMC: .....

**Datos clínicos**

Diagnóstico de EM: .....

Fecha primer diagnóstico: .....

Otras patologías: .....

.....

.....

Medicación: .....

.....

.....

**Valoraciones**

Puntuación EDSS:

Escala de Borg: Inicial →

Final →

SF-12: Inicial →

Final →

