
Relación entre la masa libre de grasa, la masa muscular, la fuerza de contracción voluntaria máxima del cuádriceps y el test de la marcha de 6 minutos en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

M.C. Caro de Miguel¹, F.J. Gómez de Terreros Caro², C. Gutiérrez Ortega³, L. Callol Sánchez⁴, F.J. Gómez de Terreros Sánchez⁴, P. Montenegro Álvarez de Tejera³

¹Servicio de Neumología. Hospital Universitario La Princesa. Madrid. ²Servicio de Neumología. Hospital San Pedro de Alcántara. Cáceres. ³Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Madrid. ⁴Universidad Complutense de Madrid

Introducción. En la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) un índice de masa corporal (IMC) bajo se relaciona con un peor pronóstico. Del mismo modo, la pérdida de masa magra, medida como masa libre de grasa (MLG), el índice de masa libre de grasa (IMLG), la masa muscular (MM) o su expresión en la fuerza de contracción del músculo cuádriceps (CVMC) han demostrado asociarse a una mayor mortalidad en pacientes con EPOC.

Objetivo. Analizar en qué medida se produce una caída de la MLG encubierta por un IMC normal en la EPOC; 2) estudiar la relación del índice de la masa libre de grasa y de la masa muscular con el test de la marcha de 6 minutos (6MWT) y con la CVMC y 3) analizar el comportamiento de estas variables en una población con EPOC con respecto a una población control.

Material y método. Se incluyen en el estudio 57 pacientes con EPOC y 28 personas sin enfermedad en el grupo control. A todos ellos se les practica una espirometría, un test de la marcha de 6 minutos, medición de la masa magra por bioimpedancia, la masa muscular por la ecuación de Janssen y la fuerza de contracción isométrica del cuádriceps medida en un sillón isocinético. El análisis estadístico se realiza con el programa SPSS® v 15.

Resultados. En este trabajo hemos encontrado que el 60% de los hombres y el 16,7% de las mujeres con EPOC tienen un IMLG por debajo de los considerados como normales. El 26,4% de los pacientes con EPOC tienen un IMLG bajo con un IMC normal. Asimismo, en los pacientes con EPOC de este estudio existe una correlación positiva estadísticamente significativa entre la MM y el 6MWT ($p = 0,004$, $r = 0,446$) y entre la CVMC y el 6MWT ($p = 0,001$, $r = 0,612$).

Conclusiones. 1) Los pacientes con EPOC de nuestra muestra presentan una mayor incidencia de pérdida encubierta de la masa magra que la población control. 2) Los pacientes con EPOC hombres tienen menor CVMC que los del grupo control. 3) La distancia recorrida en el 6MWT se correlaciona en mayor medida que el IMLG y la MM con la CVMC. 3) No se encontraron diferencias significativas en la muestra estudiada en cuanto a la MM y el IMLG entre el grupo con EPOC y el grupo control.

Palabras clave: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Masa libre de grasa. Test de la marcha de 6 minutos. Distancia recorrida. Fuerza de contracción del músculo cuádriceps. Masa muscular.

Introduction. In chronic obstructive pulmonary disease (COPD), low body mass index (BMI) is related with a worse prognosis. In the same way, losses of fat mass, measured as fat free mass (FFM), fat free mass index (FFMi), muscle mass (MM) or its expression in quadriceps muscle contraction force (QMCF) have been shown to be associated to greater mortality in COPD patients.

Objective. To discover the degree in which there is a loss in the FFM hidden by a normal BMI in COPD, 2) study the relationship of the fat free mass index and muscle mass and the 6-minute walking test (6MWT) and with the QMCF and 3) analyze the behavior of these variables in a COPD population in regards to a control population.

Material and method. A total of 57 patients with COPD and 28-disease free persons in the control group were included. All were administered a spirometry, 6-minute walking test, measurement of fat mass by bioimpedance, muscle mass by the Janssen equation and isometric quadriceps contraction force measured in an isokinetic chair. The statistical analysis was made with the SPSS® v 15 program.

Correspondencia: Francisco Javier Gómez de Terreros Caro. Av Ruta de la Plata 42, 4º B.10001 Cáceres
E-mail: jagoteca@gmail.com

Recibido: 30 de septiembre de 2009

Aceptado: 17 de noviembre de 2009

Results. In this work, we found that 60% of the men and 16.7% of the women with COPD had a FFMi below the normal BMI. Furthermore, in the patients with COPD in this study, there was a statistically significant positive correlation between MM and 6MWT ($p = 0.004$, $r = 0.446$) and between QMCF and the 6MWT ($p = 0.001$, $r = 0.612$).

Conclusions. 1) COPD patients of our sample have a greater incidence of hidden loss of fat mass than the control population. 2) Male patients with COPD had less QMCF than the control group. 3) The distance walked in the 6MWT correlated to a greater degree than the FFMi and the MM with the QMCF. 4) There were no significant differences in the sample studied in regards to the MM and the FFMi between the COPD group and the control group.

Key words: Chronic obstructive pulmonary disease. Fat Free Mass. 6-min walking test. Walking Work. Quadriceps maximum voluntary contraction. Muscle mass.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es la cuarta causa de muerte en el mundo¹. Su estadificación y pronóstico han recaído clásicamente en la gravedad de la obstrucción al flujo aéreo medida por el volumen forzado espirado en el primer segundo (FEV1) pero, más recientemente, otras variables, como el índice de masa corporal (IMC), la distancia recorrida en el test de la marcha de 6 minutos (6MWT) o el grado de disnea han demostrado tener relevancia en su evaluación².

En los últimos años se está considerando la EPOC como una enfermedad sistémica en la que incide una actividad inflamatoria crónica que afecta a distintos órganos y sistemas, y juega en ella un importante papel el estado nutricional, la composición corporal y la disfunción de los músculos esqueléticos³.

El IMC es la forma más simple y extendida de valorar y estadificar la situación nutricional de los individuos. Sin embargo, distintos autores han puesto de manifiesto que la normalidad del IMC puede esconder un déficit de masa magra, de tal forma que una persona con pérdida de masa muscular puede expresar un IMC normal a costa de un incremento de masa grasa, lo que supone un riesgo en cuanto a la utilización de este parámetro como índice pronóstico⁴. Esta circunstancia tiene especial importancia en la EPOC si consideramos que la caída de la masa libre de grasa, aun con un IMC normal, se asocia con un incremento de la morbilidad y con peores resultados en los cuestionarios de calidad de vida⁵, así como con una disminución en la capacidad para el ejercicio⁶.

La reducción de la masa libre de grasa y de la MM es un hecho reconocido en esta enfermedad y que se presenta aproximadamente en el 25% de los pacientes con EPOC moderada y grave. Este hecho se ha detectado en los estadios iniciales de la enfermedad e incluso en personas sin comorbilidades y con actividad física mantenida. La afectación muscular de los miembros inferiores se puede poner de manifiesto en fases relativamente precoces de la enfermedad cuando los pacientes tienen aún una actividad física normal, lo que contradice la teoría que postula que la debilidad y atrofia muscular son, fundamentalmente, secundarias a la falta de entrenamiento⁷.

La masa muscular puede ser evaluada por varias técnicas indirectas, como la bioimpedancia, la absorbobiotría por rayos X y la resonancia magnética. De todos ellos la bioimpedancia es la más extendida^{8,9}.

La bioimpedancia es un método sencillo, no invasivo, rápido y barato para la medida en la práctica clínica de parámetros antropométricos de alta utilidad, como la masa magra, la masa grasa y el agua corporal. No obstante, la determinación de la masa magra mediante bioimpedancia tiene la dificultad de magnificar la realidad de la masa muscular al incluir el agua, tejido óseo y

grasa intersticial, lo que puede tener una especial importancia en la población con EPOC.

La MM se diferencia de la masa libre de grasa en que en la medida de la MM está libre de los componentes no musculares, como masa tisular, agua intersticial y hueso que sí se incluyen en la medida de la MLG.

Janssen y cols.¹⁰ validaron una ecuación que estima la masa muscular esquelética calculada mediante resonancia magnética a partir de los datos obtenidos en la bioimpedancia en una población normal. La ecuación obtenida en una población caucasiana fue validada para hispanos y africanos pero no para la población asiática.

Por otro lado, conocemos que el cuádriceps es un músculo especialmente válido para la determinación de la fuerza y eficacia muscular en el EPOC y que su rendimiento influye como factor pronóstico de la mortalidad en pacientes con grado de moderado a severo¹¹.

Con estos antecedentes, los objetivos de nuestro trabajo son: 1) detectar en qué medida se produce una caída de la masa libre de grasa encubierta por un IMC normal en un grupo de pacientes con EPOC; 2) analizar si existe correlación entre la MM, el IMLG y el 6MWT con la CMVC; 3) evaluar cuál de estas tres medidas (MM, IMLG y 6MWT) tiene la mejor relación con la CMVC y 4) determinar cuáles de las variables anteriores difieren entre los pacientes con EPOC y el grupo control estudiado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Es un estudio descriptivo, transversal, en el que fueron reclutados en las consultas de Neumología y Medicina Interna 57 pacientes diagnosticados de EPOC en situación estable con historia de tabaquismo de al menos 20 paquetes/año y un grupo de 28 personas sin enfermedad conocida, de similar edad e IMC, con resultados espirométricos dentro de la normalidad. Fueron criterios de exclusión haber tenido exacerbaciones durante los seis meses previos, comorbilidades que impidieran realizar el 6MWT, asma, enfermedades neuromusculares o no firmar el consentimiento informado. La espirometría se efectuó según normativa de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) y los estadios de la EPOC según los criterios GOLD¹². Mediante la bioimpedancia eléctrica (BIA) determinamos la masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG) y después se calcula el índice de masa libre de grasa (IMLG = MLG/IMC). Para estas determinaciones se empleó un equipo TANITA® modelo TBF 300 (Biológica Tecnológica Médica, Barcelona, España). Las medidas se realizaron a una frecuencia de 50 KHz y una intensidad de 800 μ A. Se efectuaron con el sujeto vestido con ropa ligera, en posición de bipedestación, descalzo sobre la balanza con los brazos en ligera

abducción del tronco y los pies ligeramente separados. Los valores son determinados automáticamente por el aparato a partir de la ecuación de Steiner¹³.

Se estima un IMC normal para la edad de la muestra (46 a 79 años) entre 24,9 y 25,5 kg/m² para los hombres y entre 22,4 y 25,9 kg/m² para las mujeres. Se consideran hiponutridos a los que están por debajo de 22 kg/m² y obesos a estar por encima de 29,9 kg/m²¹⁴.

La ecuación de Janssen¹⁰ se usó para el cálculo indirecto de la masa muscular a partir de los datos de la BIA es: MM (masa muscular en kg) = {(Ht²/R x 0,401) + (género x 3.825) + (edad x -0,071)} + 5.102, donde Ht es altura en centímetros, R es la resistencia de la bioimpedancia en Ω (Ohmios). En la ecuación, al género se da un valor de 1 a los hombres y 0 a las mujeres.

La evaluación del momento de fuerza máxima isométrica del músculo cuádriceps se llevó a cabo en un sillón de valoración de contracción isométrica (EN-KNEE®, Enraf Nonius, Madrid, España). Se solicita al paciente un esfuerzo máximo de extensión de la pierna durante 5 segundos contra una banda fija con estímulo verbal estandarizado “empuje, empuje”. Posterior al intento, el paciente debe descansar como mínimo durante 1 minuto. El tiempo de momento de fuerza no debe superar los 5 segundos. Se realiza la prueba tres veces y se selecciona el mejor valor obtenido en la pierna dominante. El resultado se expresa en Newton x metros (N.m). El 6MWT se realiza según la normativa de la *American Thoracic Society*¹⁵.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla y todos los pacientes firmaron el consentimiento informado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Como medida de la tendencia central se empleó la media aritmética y de dispersión la desviación estándar, para variables cuantitativas; y las frecuencias relativas, para variables categóricas. Para valorar la asociación entre las medias de distribuciones se empleó la t de Student Fischer o la U de Mann Whitney según se asumiera o no, respectivamente, el supuesto de la normalidad de las distribuciones. Para medir asociaciones lineales entre variables cuantitativas se empleó el coeficiente de correlación de Pearson, para distribuciones gaussianas, o el de Spearman para las no paramétricas. Se consideró como asociación estadísticamente significativa aquella que mostró un valor de p < 0,05. Para todo ello, se empleó la aplicación estadística SPSS v.15.

RESULTADOS

Se estudiaron 57 pacientes con EPOC (39 hombres y 18 mujeres), con una edad media de 67 (8,8) años. Su distribución según la clasificación GOLD fue: 16 (28,1%) del estadio I, 15 (26,3%) del estadio II, 22 (38,6%) del estadio III y 4 (7%) del estadio IV. El FEV1 medio del grupo control fue de 87% (20,2), frente al 57,5% (18,2) del grupo con EPOC.

La población control se compone de 28 personas con una edad media de 65 (10) años, de los cuales 20 (71,4%) fueron hombres y 8 (28,6%), mujeres. No hubo diferencias significativas en cuanto a la edad y distribución por sexos entre ambos grupos (Tabla I).

Considerando el grupo total, 12 (15,6%) individuos tenían un índice corporal inferior a 22,4 kg/m², 47 (61%) estaban dentro del rango normal y 18 (23,4%) eran obesos. No hubo diferencias significativas en la distribución de hiponutridos, normonutridos y obesos entre los dos grupos.

TABLA I. Valores antropométricos y funcionales.

	Grupos	
	EPOC n = 57	Control n = 28
Edad		
Hombres (años)	68 ± 8	64 ± 11
Hombres (n/%)	39/66,1%	20/33,9%
Mujeres (años)	64 ± 10	67 ± 10
Mujeres (n/%)	18/69,2%	8/30,8%
FEV ₁	57,9 ± 11,2%	87 ± 20,7%
Grados EPOC		
GOLD 1	16 (28%)	
GOLD 2	15 (26,3%)	
GOLD 3	22 (38,6%)	
GOLD 4	4 (7%)	
IMC (kg/m ²)	26,8 ± 4,9	27,5 ± 3,8
IMLG (kg/m ²)		
Hombres	19,1 ± 1,8	20,4 ± 1,1
Mujeres	16,9 ± 1,9	15,8 ± 2,1
MLG (kg)	50,4 ± 9,3	
Hombres	54,8 ± 6,9	56,8 ± 6,9
Mujeres	39,3 ± 3,2	39,1 ± 4,2
MM (kg)		
Hombres	27,5 ± 4,4	28,6 ± 4,1
Mujeres	18 ± 2,2	17,5 ± 2,2
CVMC (N.m)		
Hombres	195,1 ± 62	240,2 ± 86,8
Mujeres	106,3 ± 46	106,9 ± 30,3
Distancia (m)	422,4 ± 87,7	482 ± 117

IMC: índice de masa corporal. IMLG: índice de masa libre de grasa. MLG: masa libre de grasa. MM: masa muscular. CVMC: contracción voluntaria máxima del cuádriceps.

Con respecto al IMLG en el grupo control fue de 20,4 (1,1) kg/m² para los hombres y de 15,8 (2,1) kg/m² para las mujeres. El IMLG en el grupo de EPOC tenía un valor medio de 19,1 (1,8) kg/m² para los hombres y de 16,9 (1,9) kg/m² para las mujeres. Si consideramos como referencia los valores del IMLG de la población control, el 19,6% de los hombres y el 15% de las mujeres tenían un IMLG bajo.

Si estudiamos esta diferencia entre grupos, el 60% de los hombres y el 17% de las mujeres con EPOC tenían un IMLG por debajo de lo normal. En la población control esta circunstancia se daba en el 27% de los hombres y 33,3% de las mujeres. Es de señalar que sí hubo diferencias significativas para la población masculina entre el IMLG de la población con EPOC con respecto a la población masculina control (p = 0,035).

Encontramos que en 14 casos de EPOC en los que el descenso del IMLG estaba encubierto en un IMC normal, lo que supone el 26,4% de los casos y todos ellos eran hombres.

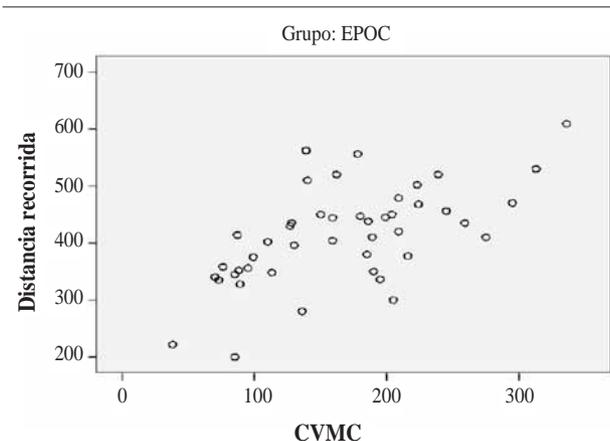
En cuanto a la MM, no se observaron diferencias entre el grupo control y el EPOC, tanto en hombres como en mujeres (Tabla II).

TABLA II. Masa muscular de los grupos de estudio en ambos sexos (kg).

	Control	EPOC	Significación estadística
Varones	28,6 ± 4,1	27,5 ± 4,4	p > 0,05
Mujeres	17,5 ± 2,2	18,0 ± 2,2	p > 0,05

TABLA III. Correlaciones entre la distancia recorrida en el test de la marcha de 6 minutos con la fuerza de contracción del músculo cuádriceps, masa muscular, la masa libre de grasa y el índice de masa libre de grasa.

	CMVC	MM	MLG	IMLG
Distancia recorrida en el 6MWT	r = 0,612 p < 0,0001	r = 0,446 p = 0,004	r = 0,497 p = 0,001	r = 0,191 p = 0,244

**Figura 1.** Correlación en el grupo EPOC entre la fuerza de contracción del cuádriceps (CVMC) y la distancia recorrida en el test de la marcha de 6 minutos.

La distancia media recorrida a los 6 minutos fue de 422 (87,7) metros para los pacientes con EPOC y de 482 (117) para los del grupo control. No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos.

En la tabla III se muestran los índices de regresión y las correlaciones de las distintas variables medidas con respecto a la distancia recorrida en el 6MWT. En nuestra muestra la CVMC tiene la máxima correlación con la distancia recorrida ($r = 0,612$, $p < 0,0001$) (Fig. 1), pero también se encuentra una correlación significativa con la MM y la MLG. Separando los análisis por sexos, tanto en las mujeres como en los hombres con EPOC, sólo la CMVC se relaciona de forma significativa con la distancia, pero este análisis pierde mucha potencia al fragmentarse el tamaño muestral.

En la tabla IV resumimos los índices de regresión obtenidos respecto a la CVMC. Observamos que, tanto la MLG como la MM tienen mejor relación con la CVMC que el IMLG para los hombres, aunque en las mujeres no obtenemos resultados con significación estadística a excepción de la distancia recorrida.

Con respecto a la CVMC sí encontramos una diferencia significativa de fuerza en la población sana masculina con respecto a la población con EPOC ($p < 0,03$) sin que esta relación se confirmase en el sexo femenino (Tabla V).

TABLA IV. Correlaciones de Pearson entre el CVMC con el test de los 6 minutos marcha, el índice de masa libre de grasa y la masa muscular en el grupo de EPOC.

	IMLG	MM	Distancia recorrida
Hombres CVMC	r = 0,397 p = 0,011	r = 0,502 p = 0,005	r = 0,475 p = 0,006
Mujeres CVMC	r = -0,306 p = 0,359	r = -0,107 p = 0,750	r = 0,660 p = 0,014

TABLA V. Comparación de la fuerza de contracción voluntaria del cuádriceps (N·m) entre el grupo control y el de EPOC.

	Grupo	Media	Desviación típica	Significación estadística
Hombre CVMC	EPOC	195,11	62,025	p = 0,03
	Sanos	240,21	86,837	
Mujer CVMC	EPOC	106,29	45,788	p > 0,05
	Sanos	106,88	30,253	

DISCUSIÓN

El interés de la medida del valor de la masa muscular en el EPOC forma ya parte obligada de la evaluación global de los pacientes con dicho síndrome. La afectación muscular se describe incluso en los estados iniciales de la enfermedad, afectando con preferencia a los músculos de las extremidades inferiores en los que se encuentra una reducción que alcanza al 43% de la fuerza de la contracción isométrica del cuádriceps¹¹. Esta disfunción del músculo cuádriceps se encuentra incluso en población no afectada de comorbilidades relevantes ni sujeta a sedentarismo y no se relaciona con el grado de obstrucción de la vía aérea. Sin embargo, ha demostrado ser un índice pronóstico de primera magnitud.

En la práctica clínica, el estudio de la composición corporal sólo es viable mediante la bioimpedancia, ya que otros procedimientos, como, por ejemplo: resonancia magnética o absorciometría por rayos X son más costosos y complejos y los más simples, como la medida del pliegue tricótipal más inexactos y menos reproducibles. En las personas de edad avanzada la masa grasa suele tener una distribución más generalizada y no ser tan prevalente en el tejido celular subcutáneo como en la población joven. La grasa más interna no es detectada por la prueba del pliegue y, de esta forma, la vuelve imprecisa para la población que supera los 45 años¹⁶.

La BIA es un método que mide la conductividad de los tejidos que es proporcional a la cuantía de tejidos ricos en electrolitos, como el agua total y la masa muscular. Dado que hay un equilibrio entre el agua total y la masa muscular, existe una fuerte relación entre la resistencia y la masa libre de grasa¹⁷. Mediante la bioimpedancia y según estos principios se puede estimar el valor de la MLG.

En este trabajo hemos llevado a cabo determinaciones mediante BIA en dos poblaciones: un grupo control y otro con EPOC, ambas equilibradas en cuanto a edad, sexo y situación social. No se detectan diferencias significativas en el IMC entre ambos grupos EPOC y control, encontrándose similar proporción de hiponutridos, normonutridos y obesos. En el grupo EPOC existe

una distribución uniforme de todas las categorías GOLD a excepción de la IV, en la que el número de pacientes es muy reducido, por lo que cabe decir que nuestro trabajo tiene una especial aplicación sobre la EPOC leve y moderada.

Se ha visto cómo la MLG guarda relación con la densidad de fibras en el músculo y su descenso marca una atrofia, sobre todo de las fibras tipo IIX. Su caída se relaciona con el catabolismo proteico y es independiente del descenso del FEV1^{18,19}.

La MLG puede verse influida por la talla del individuo de tal forma que una persona de talla alta puede tener un valor normal y, sin embargo, sufrir de una desnutrición proteica por lo que es más exacto y preferible utilizar el IMLG en cuanto a que se corrige la relación de la masa con respecto a la superficie corporal del individuo.

En estudios realizados en 3.714 hombres y 3.199 mujeres sanos, caucásicos, con edades comprendidas entre 20 y 79 años con representación de todas las poblaciones procedentes del oeste europeo, se estimó un valor medio de 16,89 kg/m² para los hombres y para las mujeres de 15,89 kg/m². Valores similares son referenciados por Bolton y cols.¹⁸, Vestbo y cols.²¹, que sitúan el valor promedio del IMLG en 18,7 kg/m² para los hombres y en 16 kg/m² para las mujeres. Pichard y cols.²², en cambio, encuentran como valores de referencia 19,6 kg/m² en hombres y 17 kg/m² en mujeres. Nuestros valores fueron algo superiores a los descritos por la literatura, 20,4 (1,1) kg/m² para los hombres aunque similares para las mujeres, 15,8 (2,1) kg/m².

Estas discrepancias las atribuimos a la diferente metodología utilizada para ambos grupos, entre ellas el hecho de que en nuestra población la exploración no se pudo hacer en ayunas por razones logísticas, lo que en parte justifica el incremento de peso con respecto a las poblaciones de referencia ya que la absorción de minerales y agua causan una caída a la resistencia de la corriente en la determinación de la bioimpedancia que provoca una sobreestimación de la MLG estimada en 1,5 kg²³.

Al estudiar el IMLG y la MM no encontramos diferencias entre ambos grupos, tanto en hombres como en mujeres. Lo que sí se pone de manifiesto es que con frecuencia el descenso del IMLG se esconde detrás de un IMC normal y éste parámetro podría sustituir al IMC en la evaluación del estado nutricional de los sujetos con EPOC. Esta circunstancia tiene una especial importancia en cuanto que se ha demostrado que el descenso del IMLG se asocia a un mayor índice de mortalidad en la EPOC.

Los valores encontrados por nosotros en la medida de la MM son similares a los descritos por Janssen y cols.¹⁰, que los estima en 29,6 (7,2) kg para la población global. Como se describe en la literatura, la MM es mayor en el hombre que en la mujer y esto no se altera por la presencia o no de EPOC. La MM calculada por este método se correlaciona mejor con la CMVC que el IMLG, lo que parece confirmar que estima de una forma más precisa la auténtica masa muscular que el IMLG.

En nuestro trabajo hallamos en el grupo de EPOC una caída de la CVMC con respecto a la del grupo control, que estaba presente incluso en los pacientes con EPOC moderada. En el mismo sentido, Coronell y cols.⁷ publicó una caída del 43% de fuerza en el grupo EPOC con respecto al grupo control, y que ésta estaba ya presente en los grupos de EPOC leve y moderada incluso si mantenían una actividad física normal con valores de 49 (1,3) kg *versus* 22 (10) kg en el EPOC.

La CVMC parece ser un buen parámetro para detectar la disfunción muscular en el EPOC leve moderado. En su determina-

ción encontramos diferencias estadísticas más significativas que en el IMLG, MM y el 6MWT entre el grupo EPOC y el grupo control.

En conclusión, en nuestro trabajo se demuestra que en la población estudiada en los pacientes con EPOC: 1) existe una mayor incidencia de pérdida encubierta de la masa magra que en la población control; 2) el IMLG, la MM y la distancia recorrida en el 6MWT se relacionan con la CVMC; 3) la CVMC muestra valores inferiores en la población con EPOC frente a la población control; 4) la medida de la MM por la fórmula de Janssen consigue una mejor relación con la CVMC que el IMLG.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. World Health Report. Geneva: WHO; 2000.
2. Celli BR, Cote CG, Marín JM, Casanova C, Montes de Oca M, Méndez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Eng J Med.* 2004; 350: 1005-12.
3. Kobayashi A, Yoneda T, Yoshikawa M, Ikuno M, Takenaka H, Fu-kuoka A, et al. The relation of fat-free mass to maximum exercise performance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lung.* 2000; 178 (2): 119-27.
4. Creutzberg EC, Wouters EF, Mostert R, Weling-Scheepers CA, Schols AM. Efficacy of nutritional supplementation therapy in depleted patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nutrition.* 2003; 19: 120-27.
5. Shoup R, Dalsky G, Warner S, Davies M, Connors M, Khan F, et al. Body composition and health-related quality life in patients with chronic obstructive airways disease. *Eur Respir J.* 1997; 10: 1576-80.
6. Schols AM, Soeters PB, Dingemans AM, Mostert R, Frantzen PJ, Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis.* 1993; 147: 1151-56.
7. Coronell C, Orozco-Levi M, Méndez R, Ramírez-Sarmiento A, Galdiz JB, Gea J. Relevance of assessing quadriceps endurance in patients with COPD. *Eur Respir J.* 2004; 24: 129-36.
8. Kyle UG, Genton L, Lukaski HC, Dupertuis YM, Slosman DO, Hans D, Pichard C. Comparison of fat-free mass and body fat in Swiss and American adults. *Nutrition.* 2005; 21: 161-69.
9. Beneke R, Neuerburg J, Bohndorf K. Muscle cross-section measurement by magnetic resonance imaging. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1991; 63: 424-29.
10. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol.* 2000; 89: 465-71.
11. Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, Man WD, Porcher R, Cetti EJ, et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2007; 62: 115-20.
12. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (updated 2008). www.goldcopd.com.
13. Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MDL. Bedsides methods versus dual energy X-ray absorptiometry for body composition measurement in COPD. *Eur Respir J.* 2002; 19: 620-31.
14. Kyle UG, Genton L, Lukaski HC, Dupertuis YM, Slosman DO, Hans D, Pichard C. Comparison of fat-free mass and body fat in Swiss and American adults. *Nutrition.* 2005; 21: 161-69.
15. American Thoracic Society. ATS Statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 111-17.

16. Weits T, Van der Beek EJ, Wedel M, Ter Haar Romeny BM. Computed tomography measurement of abdominal fat deposition in relation to anthropometry. *Int J Obes.* 1988; 12: 217-25.
17. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64 (S3): 436S-8S.
18. Bolton CE, Ionescu AA, Shiels KM, Pettit RJ, Edwards PH, Stone MD, et al. Associated loss of fat free mass and bone mineral density in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004; 170: 1286-93.
19. Gosker HR, Engelen MPKJ, Van Mameren H, Van Dijk PJ, Van der Vusse GJ, Wouters EFM, Schols AMWJ. Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat-free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr.* 2002; 76: 113-19.
20. Vanisallie TB, Yang M, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr.* 1990; 52: 953-59.
21. Vestbo J, Prescott E, Almdal T, Dahl M, Borge G, Nordestgaard G, et al. Body mass, fat-free body mass, and prognosis in patients with chronic pulmonary disease from a random population sample. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006; 173: 79-83.
22. Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Shutz Y. Reference values of fat free and fat masses by bioelectrical impedance in 3,393 healthy subjects. *Nutrition.* 2000; 16: 245-54.
23. Schols AM, Dingemans AMC, Soeters PB, Wouters EFM. Within-day variation of bioelectrical resistance measurements in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Nutr.* 1990; 9: 266-71.