

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Evaluación de la tolerancia al ejercicio utilizando tres tipos diferentes de pruebas de esfuerzo

M. Montes de Oca, M. Ortega Balza, J. Lezama y J.M. López

Servicio de Neumonología y Cirugía de Tórax. Hospital Universitario de Caracas.
Universidad Central de Venezuela. Caracas, D.F. Venezuela.

La utilidad clínica de las pruebas de esfuerzo simples en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) sigue siendo tema de debate. Existen interrogantes sobre si estas pruebas permiten evaluar la capacidad de esfuerzo máxima o sólo miden la resistencia al ejercicio (esfuerzo submáximo).

Con el fin de determinar el grado de estrés alcanzado en la marcha de 6 min (M6M) y la subida de escaleras (SE) y su relación con la capacidad aeróbica máxima, se estudió a 50 pacientes con EPOC ($FEV_1 49 \pm 19\%$). Los pacientes fueron evaluados con espirometría, prueba de esfuerzo progresiva en cicloergómetro (PECP), determinando consumo de O_2 (VO_2), frecuencia cardíaca (FC), ventilatoria y disnea. En días separados realizaron 2 pruebas de M6M y SE, midiendo distancia recorrida, número de escalones, FC y disnea.

Los resultados muestran una FC mayor en la PECP. Entre las pruebas simples, la SE alcanzó una FC mayor a la M6M. Asimismo, se observó una relación lineal significativa entre el VO_2/kg_{pico} con la M6M ($r^2 = 0,27$; $p < 0,05$) y la SE ($r^2 = 0,33$; $p < 0,01$).

En consecuencia, concluimos que la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC puede ser evaluada utilizando las pruebas de esfuerzo simple. Probablemente la SE es la mejor prueba simple para determinar la capacidad funcional máxima, mientras que la M6M puede reservarse para medir la resistencia al ejercicio.

Palabras clave: Pruebas de esfuerzo. EPOC. Capacidad de esfuerzo.

(Arch Bronconeumol 2001; 37: 69-74)

Introducción

Durante mucho tiempo se ha dependido del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV_1) para caracterizar el grado de afectación, evaluar el pronóstico y los beneficios de múltiples intervenciones terapéu-

Chronic obstructive pulmonary disease: evaluation of exercise tolerance using three different exercise tests

The clinical usefulness of simple exercise tests in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) continues to give rise to debate. Questions remain about whether these tests assess maximum effort or only exercise tolerance (submaximal effort).

To determine the levels of stress reached during the six-minute walking (6MW) test and stair climbing (SC) test and their relation to maximum aerobic capacity, 50 patients with COPD ($FEV_1 49 \pm 19\%$) were studied. Data collected included spirometric variables and VO_2 , heart rate (HR), ventilatory response and dyspnea during the progressive effort ergometric cycle (PEEC) test. Two 6MW and SC tests were completed on two separate days, with distance, number of steps, HR and dyspnea recorded.

HR was higher during the PEEC test. Among the simple tests, SC caused a faster HR than did the 6MW test. Likewise, a significant linear relation was observed between VO_2/kg_{peak} during the 6MW test ($r^2 = 0.27$; $p < 0.05$) and the SC test ($r^2 = 0.33$; $p < 0.01$).

We therefore conclude that exercise tolerance in patients with COPD can be evaluated using simple stress tests. The SC test is probably the best simple way to determine maximum functional capacity, whereas the 6MW test can be reserved for measurement of exercise tolerance.

Key words: Exercise tests. COPD. Capacity to exercise.

ticas en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Sin menoscabo de la importancia del FEV_1 , en la actualidad se propugna la necesidad de utilizar otras variables que permitan categorizar mejor la gran heterogeneidad de esta enfermedad^{1,2}.

En este sentido, se ha recomendado la medición de la tolerancia al ejercicio en la evaluación funcional de estos pacientes. Las pruebas de esfuerzo varían desde las más simples (marcha de 6 minutos o subida de escaleras)³⁻⁵ hasta las más complejas, que requieren la utilización de equipos especiales como la prueba de esfuerzo cardiopulmonar (PECP)⁶⁻⁸.

Correspondencia: Dra. M. Montes de Oca.
CCS 5150, PO Box 025323.
Miami, FL 33102-5323.
Correo electrónico: jgloyo@telcel.net.ve

Recibido: 29-2-2000; aceptado para su publicación: 10-10-2000.

La medición directa del consumo de oxígeno (VO_2) durante una prueba de esfuerzo progresiva ergométrica es considerada en la actualidad el estándar de oro para medir la capacidad aeróbica máxima⁶⁻⁸. Sin embargo, esta prueba es compleja de ejecutar, requiere de equipos especiales, personal entrenado, tiene un alto costo y, por tanto, está limitada a centros especializados.

Las pruebas de esfuerzo de tecnología simple se han utilizado frecuentemente en la práctica clínica para evaluar la tolerancia al ejercicio y predecir morbilidad en pacientes con diferentes enfermedades crónicas^{4,5,9-12}. Hay evidencias, al menos en algunas poblaciones^{13,14} (pacientes con insuficiencia cardíaca y EPOC), en las que la capacidad máxima de esfuerzo se ha intentado medir con las pruebas de esfuerzo simples comparándola con la PECP^{5,15-21}. Sin embargo, continúa el debate sobre si estas pruebas permiten evaluar la capacidad de esfuerzo máxima o sólo miden la resistencia al ejercicio (esfuerzo submáximo).

Hasta la fecha no se ha establecido claramente cuál es el tipo de prueba de esfuerzo simple más apropiada para evaluar la tolerancia al esfuerzo y establecer riesgos en el futuro en pacientes con EPOC, ni tampoco existe en la bibliografía información adecuada sobre el grado de correlación entre los diferentes tipos de pruebas de esfuerzo en estos pacientes.

Pacientes y métodos

Pacientes

Se evaluó a 50 pacientes procedentes de la Consulta de Neumonología del Hospital Universitario de Caracas con diagnóstico de EPOC, quienes previamente dieron su aprobación para participar en el estudio. El diagnóstico de EPOC se realizó siguiendo los criterios de la ATS², y la estratificación de la gravedad obstructiva sobre la base del FEV_1 . Para el momento del estudio los pacientes se encontraban clínicamente estables, y recibían máximo tratamiento broncodilatador (agonista- β_2 , anticolinérgicos y teofilina).

En la selección de los pacientes se utilizaron los siguientes criterios de exclusión:

1. Enfermedad cardiovascular inestable o descompensada (arritmias, valvulopatías, hipertensión, etc.).
2. Enfermedad tromboembólica reciente.
3. Pacientes con otro tipo de enfermedades pleuropulmonares asociadas (asma, bronquiectasia, cáncer broncogénico, tuberculosis, enfermedad intersticial, etc.).
4. Enfermedades neuromusculares que limiten la realización de ejercicio.

Pruebas de función pulmonar

La espirometría simple se realizó con un espirómetro (MedGraphics Cardio₂ System). Los valores de la capacidad vital forzada (FVC), FEV_1 y FEV_1/FVC , fueron calculados siguiendo las recomendaciones de la ATS²². Los resultados son expresados en valores absolutos y porcentaje de lo esperado²³. La ventilación voluntaria máxima (MVV) se midió directamente usando la maniobra de 12 s, y fue usada como el valor de capacidad ventilatoria máxima.

Prueba de esfuerzo cardiopulmonar

La PECP se realizó en un cicloergómetro (MedGraphics Cardio₂ System) usando el protocolo estándar de rampa⁶⁻⁸.

Este protocolo comienza con 2 min de reposo, seguido de un período de 3 min de pedaleo sin carga, y finalmente el aumento progresivo de la carga (rampa), con un incremento de 15 vatios por minuto. Los pacientes fueron estimulados a continuar pedaleando hasta que los síntomas limitaron el esfuerzo. El final de la prueba fue determinado por los síntomas o la presencia de anomalías electrocardiográficas. La frecuencia cardíaca (FC) y el ritmo cardíaco fueron monitorizados con un electrocardiógrafo de 12 derivaciones. La presión arterial se midió en forma no invasiva con un mango de presión conectado a un esfigmomanómetro de mercurio.

La ventilación minuto (VE) y sus componentes fueron medidos usando un neumotacógrafo (MedGraphics Cardio₂ System). La concentración del O_2 y el CO_2 espirado fueron medidos con un analizador de O_2 de células de dióxido de zirconium y un analizador de CO_2 de rayos infrarrojos (MedGraphics Cardio₂ System). Estas mediciones y los signos de flujo fueron integrados electrónicamente por un sistema computarizado, el cual cada 30 s promedia la VE, el ciclo respiratorio (T_i/T_{tot}), el volumen corriente (VC), frecuencia respiratoria (FR), consumo de O_2 (VO_2), producción de CO_2 (VCO_2), y el cociente de intercambio gaseoso (R).

Para calcular la reserva ventilatoria se utilizó el índice de disnea. Éste se calcula dividiendo la VE a máximo esfuerzo sobre la MVV (VE/MVV).

La FC se utilizó para evaluar la reserva cardíaca (RFC), y los índices de flujo de O_2 (pulso de O_2). La predicción del consumo de O_2 máximo ($\text{VO}_{2\text{max}}$) se calculó de acuerdo con Jones y Campbell²⁴. El umbral anaeróbico (UA) fue determinado en forma no invasiva utilizando el método de la pendiente-V modificada⁶⁻⁸. La FC máxima (FC_{max}) esperada se calculó con la siguiente fórmula: $\text{FC}_{\text{max}} = 220 - \text{edad}$. La saturación arterial de O_2 (SaO_2) fue monitorizada en forma no invasiva con un transductor digital de fibra óptica (Ohmeda Biox 3740 pulse oximeter). Se tomaron muestras para gases arteriales en reposo e inmediatamente al final del ejercicio, para evaluar el intercambio gaseoso pulmonar y la relación VD/VT.

La intensidad de la disnea de esfuerzo fue cuantificada con el uso de la escala visual. Esta es una línea horizontal de 10 cm de longitud, en la que el paciente realiza una marca posterior a la pregunta: ¿Cuán severa es la dificultad respiratoria? El extremo cero de la línea significa que no hay ningún tipo de dificultad para respirar, y el otro extremo (10 cm), disnea extrema. Esta escala fue evaluada en reposo y al final del ejercicio. Cada registro se recogió en un formato diferente para evitar la visualización del registro anterior.

Marcha de seis minutos

En días separados a la PECP se realizaron la M6M y la subida de escalera^{3-5,25}. La M6M se llevó a cabo en un pasillo libre de bajo tráfico. Se realizaron 2 pruebas el mismo día, separadas por un período de 30 min. Los pacientes fueron instruidos y estimulados a caminar enérgicamente durante un período de 6 min, y estaba permitido descansar durante este intervalo si el paciente así lo requería. Durante la prueba se midió la distancia recorrida en el tiempo preestablecido y la SaO_2 con un oxímetro de pulso (Respironics, Model 950 Oximeter). También se determinaron, tanto en reposo como a máximo esfuerzo, la FC y la intensidad de la disnea utilizando la escala visual. La distancia recorrida fue medida en metros, y se escogió el valor máximo alcanzado entre las dos pruebas.

Subir escaleras

Esta prueba se realizó el mismo día de la M6M. Los pacientes fueron instruidos a subir escaleras a su propio paso, hasta que los síntomas limitaron el esfuerzo. El tiempo de es-

TABLA I
Datos antropométricos y función pulmonar estática

Variables	Media ± DE	Rango
Talla (cm)	161 ± 10	137-178
Peso (kg)	61 ± 15	31-100
IMC (kg/m ²)	23 ± 5	14-37
FVC (%)	89 ± 21	56-143
FEV ₁ (%)	49 ± 19	19-121
FEV ₁ /FVC	44 ± 11	27-67
IC (%)	83 ± 24	41-155
MVV (%)	46 ± 21	20-122

FVC: capacidad vital forzada; FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FEV₁/FVC: índice de Tiffenau; IC: capacidad inspiratoria; MVV: ventilación voluntaria máxima.

TABLA II
Prueba de esfuerzo cardiopulmonar

Variables	Media ± DE	Rango
VO ₂ pico (%)	47 ± 16	14-77
VO ₂ /kg (ml/kg/min)	13 ± 4	6-22
Vatíos	37 ± 32	0-120
UA (%)	44 ± 16	13-77
VE _{max} (l)	32 ± 15	11-87
RV (%)	81 ± 20	36-129
FC _{max} (lat/min)	128 ± 23	67-196
RFC (%)	83 ± 14	48-125
Pulso O _{2max} (%)	56 ± 19	19-106
PaO ₂		
Reposo	66 ± 14	42-96
Máximo	64 ± 20	26-113
PaCO ₂		
Reposo	37 ± 6	25-54
Máximo	40 ± 7	24-59
SaO ₂ (%)		
Reposo	90 ± 7	63-97
Máximo	85 ± 12	39-98
VD/VT		
Reposo	0,51 ± 0,07	0,37-0,64
Máximo	0,46 ± 0,11	0,08-0,66
Disnea		
Reposo	1,1 ± 1,5	0-5
Máximo	4,3 ± 3,2	0-10

VO₂ pico: consumo de oxígeno a máximo esfuerzo; UA: umbral anaeróbico; VE_{max}: ventilación minuto máxima; RV: reserva ventilatoria; VT: volumen corriente; FC_{max}: frecuencia cardíaca máxima; RFC: reserva de frecuencia cardíaca; pulso O₂: pulso máximo de oxígeno; SaO₂: saturación de oxígeno; VD/VT: espacio muerto/volumen corriente.

fuerzo fue cronometrado, y se utilizó un oxímetro de pulso para evaluar la SaO₂ (Respironics, Model 950 Oximeter). También se determinó en reposo y a máximo esfuerzo la FC y la intensidad de la disnea utilizando la escala visual. Los escalones tenían una altura de 0,16 m. La prueba fue cuantificada de acuerdo con el número de escalones alcanzados. Al igual que la M6M se realizaron 2 pruebas de escaleras y se escogió la prueba con el mayor número de escalones.

Análisis estadístico

Los resultados de la función pulmonar, PECP, M6M y SE son expresados como media ± desviación estándar (DE). Para comparar la FC máxima alcanzada entre las tres pruebas de esfuerzo se utilizó el análisis de variancia. Se utilizó la prueba T de Student para muestras relacionadas para comparar la FC máxima y RFC de la PECP con la FC alcanzada en la M6M y

TABLA III
Marcha de 6 min y subida de escaleras

Variables	Media ± DE	Rango
Marcha de 6 minutos s (m)		
FC (lat/min)	220 ± 67	81-394
Reposo	93 ± 20	56-149
Máxima	107 ± 21	57-164
RFC (%)	70 ± 13	45-111
Disnea		
Reposo	0,8 ± 1,5	0-5
Máxima	3,6 ± 3,3	0-10
Subida de escaleras		
N.º escalones	73 ± 31	11-194
FC (lat/min)		
Reposo	96 ± 19	55-147
Máxima	119 ± 23	46-163
RFC (%)	77 ± 15	36-108
Disnea		
Reposo	1,1 ± 1,7	0-5
Máxima	5,4 ± 2,8	1-10

FC_{max}: frecuencia cardíaca máxima; RFC: reserva de frecuencia cardíaca.

TABLA IV
Diferencias a máximo esfuerzo entre las pruebas de esfuerzo

Variables	PECP	M6M	SE
FC _{max} (lat/min)	128 ± 23 ^a	107 ± 21 ^b	119 ± 23 ^{c,d}
RFC (%)	83 ± 14 ^a	70 ± 13 ^b	77 ± 15 ^{c,d}
Disnea, máxima	4,3 ± 3,2	3,6 ± 3,3	5,4 ± 2,8

PECP: prueba de esfuerzo cardiopulmonar; M6M: marcha de 6 min; SE: subida de escaleras; FC_{max}: frecuencia cardíaca máxima; RFC: reserva de frecuencia cardíaca; ^ap < 0,05 (ANOVA entre las 3 pruebas); ^bp < 0,05, M6M frente a PECP; ^cp < 0,05, SE frente a PECP; ^dp < 0,05, SE frente a M6M.

SE. Para evaluar la correlación entre los parámetros de los diferentes tipos de pruebas de esfuerzo se utilizó la correlación de Pearson. Para conocer mejor la intensidad de dichas relaciones se utilizó la regresión lineal con el coeficiente r². Se aceptó un nivel de significación estadística con un valor de probabilidad menor de 0,05 (p < 0,05). Dichos resultados son presentados en tablas y gráficos.

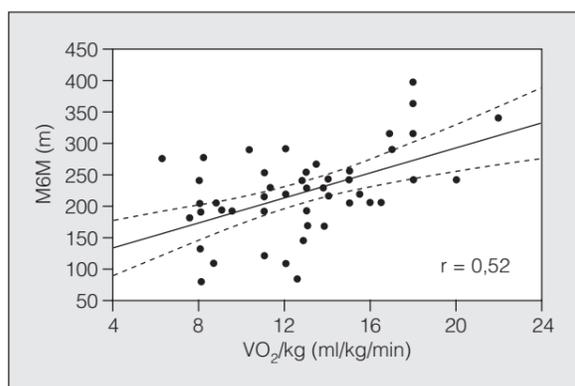
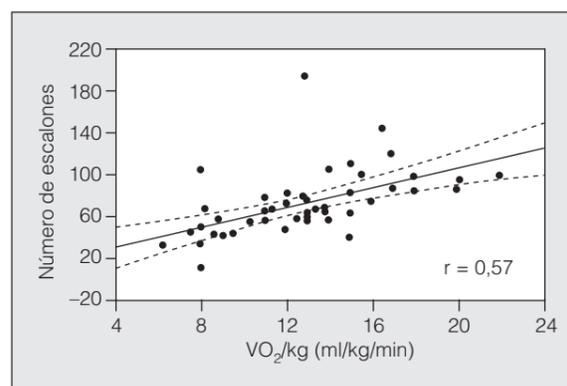
Resultados

Los valores medios ± DE de las características antropométricas y función pulmonar estática de los pacientes estudiados se detallan en la tabla I. La edad promedio de los pacientes fue de 65 ± 8 años, con un rango entre 48 a 84 años.

Como puede observarse en la tabla I, el grupo en estudio era heterogéneo con un rango amplio de obstrucción de la vía aérea (FEV₁, 1,02 ± 0,53 l; rango, 0,43-2,80 l). De acuerdo con la estratificación del grado de afección en EPOC de la ATS², la distribución de nuestros pacientes sería: estadio I (FEV₁ > 50%), 15 pacientes (30%); estadio II (FEV₁ 36-49%), 17 pacientes (34%), y estadio III (FEV₁ < 35%), 18 pacientes (36%).

Los valores medios ± DE de la PECP se exponen en la tabla II, y los de M6M y SE en la tabla III.

En la PECP los pacientes alcanzaron un 83 ± 14% de la FC máxima esperada y un 81 ± 20% de la ventilación

Fig. 1. Correlación entre VO₂/kg y marcha de 6 min (m).Fig. 2. Correlación entre VO₂/kg y la subida de escaleras (número de escalones).

máxima esperada. El consumo de O₂ pico (VO₂_{pico}) evidenció un valor medio de $0,76 \pm 0,28$ l. El análisis del VO₂/kg pico mostró que los pacientes tenían un compromiso variable de la tolerancia al ejercicio (tabla II), con un rango de 6-22 ml/kg/min. Esto demuestra que el grado de limitación al esfuerzo en estos pacientes varió desde leve (clase funcional A; VO₂/kg mayor 20 ml/kg/min) hasta muy grave (clase funcional E; VO₂/kg menor 6 ml/kg/min)²⁶. La intolerancia al ejercicio estuvo relacionada con evidencias de limitación cardiovascular (disminución de RFC y pulso máximo de oxígeno disminuido) y limitación de tipo respiratorio secundaria a compromiso de la función ventilatoria (reserva ventilatoria disminuida y ventilación minuto máxima anormal) y anomalías en el intercambio gaseoso (PO₂, SaO₂, VD/VT)⁶⁻⁸.

En la tabla III se muestran los resultados en las pruebas de esfuerzo simples. Al igual que en la PECP, estas pruebas ponen de manifiesto el amplio rango de compromiso funcional que presentan estos pacientes. En la tabla IV se presentan las diferencias en la FC_{max} y la disnea a máximo esfuerzo entre la PECP y las pruebas de esfuerzo simples. El incremento en la FC_{max} con la M6M y SE fue significativamente menor al alcanzado en la PECP. Asimismo, la FC_{max} y la RFC en la SE fueron significativamente mayores que las medidas en la M6M. Estos datos indican un mayor estrés metabólico y cardiovascular en la PECP en relación con las pruebas simples. Sin embargo, entre las pruebas simples, la SE demostró ser más estresante que la prueba de la marcha. Por otra parte, el análisis de la intensidad de la disnea a máximo esfuerzo fue similar entre las pruebas.

En las figuras 1 y 2 se muestran únicamente las correlaciones de significación estadística, las cuales sólo se obtuvieron entre el VO₂/kg pico con la distancia en metros recorrida en la M6M (r = 0,52) y el número de escaleras (r = 0,57). El análisis de regresión lineal evidenció un coeficiente $r^2 = 0,33$ para la relación VO₂/kg frente a SE (p = 0,00001) y $r^2 = 0,27$ para el VO₂/kg frente a M6M (p = 0,0001), siendo la primera (VO₂/kg frente a SE) la que presentó la relación de mayor intensidad.

Discusión

Este trabajo representa el estudio con mayor número de pacientes en que comparan tres tipos de pruebas de esfuerzo para evaluar capacidad funcional durante el esfuerzo en pacientes con EPOC. Los hallazgos más importantes fueron: a) que existe una relación lineal significativa entre el VO₂ pico medido en la PECP con la distancia recorrida en la M6M (VO₂/kg frente a M6M) y el número de escalones de la SE (VO₂/kg frente a SE); b) que la SE fue la prueba de esfuerzo simple que demostró la mejor relación con el VO₂/kg pico, y la mayor respuesta cardíaca, y c) que los resultados indican que la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC puede ser evaluada utilizando las pruebas de esfuerzo simple. Es probable que la SE sea mejor que la M6M para determinar capacidad funcional máxima por el mayor estrés cardiovascular alcanzado en esta prueba.

La determinación directa del VO₂ durante una prueba de esfuerzo ergométrica progresiva es considerada en la actualidad el mejor índice para evaluar la capacidad aeróbica máxima⁶⁻⁸. Por su alta tecnología, este recurso está disponible sólo en centros especializados. Por esta razón se han utilizado las pruebas de esfuerzo simple para evaluar el pronóstico y la capacidad funcional en diferentes enfermedades crónicas.

Los trabajos que han evaluado la utilidad de la M6M, han demostrado resultados variables^{5,10-21,25}. Aunque esta prueba es fácil de ejecutar, la mayoría de los pacientes aparentemente realizan un trabajo menor (esfuerzo submáximo) comparado con el cicloergómetro.

En pacientes con EPOC, algunos estudios no han encontrado diferencias significativas en la ventilación minuto máxima y el VO₂ entre las pruebas de esfuerzo en cicloergómetro y la marcha de 12 min^{11,15,17}. Hallazgos similares también han sido descritos en pacientes con insuficiencia cardíaca grave^{12,20,21}. Sobre la base de estos resultados los autores sugieren que al menos en pacientes con enfermedades cardiopulmonares avanzadas la distancia recorrida durante la prueba de la marcha (usualmente considerada como índice de capacidad de esfuerzo submáxima), probablemente refleje la capacidad de esfuerzo máxima.

Por otra parte, la prueba de la marcha en otros estudios ha demostrado una relación débil pero significativa con el VO_2 del cicloergómetro en pacientes con EPOC^{16,18,19}.

Todos estos resultados forman la base del debate que existe sobre si la prueba de la marcha es un esfuerzo submáximo, y por tanto sólo mide resistencia al ejercicio, o por el contrario representa un esfuerzo máximo y permite medir la tolerancia máxima al ejercicio en pacientes con afecciones cardiopulmonares crónicas²⁵.

El presente estudio, al igual que los anteriores, pone de manifiesto una relación débil pero significativa entre el VO_2 /kg pico y la M6M. Asimismo, evidencia una respuesta cardíaca a máximo esfuerzo significativamente menor en la M6M comparada con la PECP y la SE. Estos resultados favorecen el planteamiento inicial que indican un trabajo menor (esfuerzo submáximo) con la M6M, comparado con los otros tipos de pruebas de esfuerzo.

Los datos disponibles con la SE sugieren que esta prueba es más estresante y demanda un VO_2 mayor a la M6M o al cicloergómetro, por lo que ha sido recomendada para evaluar la reserva funcional en diferentes condiciones clínicas^{4,17}.

Las referencias iniciales de Jones et al y Gupta et al en pacientes con EPOC sugieren una relación significativa entre la SE y el VO_2 a máximo esfuerzo en el cicloergómetro^{27,28}.

Probablemente la referencia más completa que existe en la bibliografía sobre evaluación funcional con SE en EPOC es la de Pollock et al⁴. Estos autores evaluaron a 31 pacientes con un grado variable de obstrucción de la vía aérea (FEV_1 $1,6 \pm 0,7$ l; rango, 0,7-3 l). Los resultados de este estudio demostraron una correlación lineal significativa entre el VO_2 medido directamente en la SE y el del cicloergómetro ($r = 0,77$), y entre el VO_2 con el número de escalones ($r = 0,72$). Esta relación sugiere que subir 83 escalones (4,6 pisos) equivale a un VO_2 de 20 ml/kg/min. Los autores recomiendan la SE como una prueba simple y fácil de realizar, que puede ser utilizada en pacientes con EPOC para estimar el VO_2 y la ventilación minuto a máximo esfuerzo⁴.

El presente estudio, al igual que los anteriores^{4,27,28}, evidencia nuevamente una relación lineal significativa entre el VO_2 /kg pico y la SE. Dicha relación fue la que demostró la mejor significancia estadística. Asimismo, la SE fue la prueba de esfuerzo simple que alcanzó la mayor respuesta cardiovascular.

Todas estas evidencias indican que la SE se asocia con una mayor demanda energética y una marcada exigencia del sistema cardiovascular. Basados en estos hallazgos, creemos que la SE es una excelente prueba que probablemente permita evaluar la capacidad funcional máxima de los pacientes con EPOC, pero no reemplaza la medición directa del VO_2 de la prueba ergométrica.

Es importante señalar que en el ámbito clínico las pruebas de esfuerzo ergométricas y las modalidades de valoración de la tolerancia al ejercicio de carácter simple deben contemplarse como opciones complementarias y no como alternativas excluyentes en la valoración de la capacidad funcional de los pacientes con EPOC.

En conclusión, este estudio demuestra que, en pacientes con EPOC, la capacidad de esfuerzo puede ser evaluada en forma adecuada con las modalidades de valoración de la tolerancia al ejercicio de carácter simple (M6M y la SE). Es probable que la SE sea la mejor prueba simple para evaluar capacidad funcional máxima. Por otra parte, la M6M es también otra excelente prueba preferiblemente indicada para medir la resistencia al ejercicio. Probablemente, la evaluación de estos pacientes con las pruebas de esfuerzo simples permita también identificar a aquellos pacientes de alto riesgo que se beneficiarían de una evaluación funcional más completa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Celli B, Côté C, Marín J, Montes de Oca M, Casanova C, Méndez R. The SCORE: a new COPD staging system combinig 6MWD, MRC, dyspnea, FEV_1 and PaO_2 as predictor of health care resources utilization (HCRU). *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: A749.
2. American Thoracic Society Statement. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: S68-S96.
3. McGiven CR, Gupta SP, McHardy GJR. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *Br Med J* 1976; 1: 822-823.
4. Pollock M, Roa J, Benditt J, Celli B. Estimation of ventilatory reserve by stair climbing. *Chest* 1993; 104: 1378-1383.
5. Montemayor T, Ortega F, Sánchez H. Valoración de la capacidad de esfuerzo en la EPOC. Revisión crítica de las pruebas de marcha. *Arch Bronconeumol* 1999; 35: 34-39.
6. Weisman IM, Zeballos RJ. An integrated approach to the interpretation of cardiopulmonary exercise testing. *Clin Chest Med* 1994; 15: 421-445.
7. Weisman IM, Zeballos RJ. Behind the scenes of cardiopulmonary exercise testing. *Clin Chest Med* 1994; 15: 193-213.
8. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, editores. Principle of exercise testing and interpretation. Filadelfia: Lea & Febiger, 1987; 27-46 y 267.
9. Ries AL. The importance of exercise in pulmonary rehabilitation. *Clin Chest Med* 1994; 15: 327-337.
10. Olga T, Nishimura K, Tsukino M, Hajiro T, Ikeda A, Izumi T. The effects of oxitropium bromide on exercise performance in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. A comparison of three different exercise tests. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1897-1901.
11. Baarends EM, Schols AM, Mostert R, Janssen PP, Wouters EF. Analysis of the metabolic and ventilatory response to self-paced 12-minute treadmill walking in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 23-31.
12. Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, Dec W, DiSalvo TG. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest* 1996; 110: 325-332.
13. Bittner V, Weiner DH, Yusuf S, Rogers WJ, McIntyre KM, Bangdiwala SI, Kronenberg MW, Kostis JB, KoHr RM, Guillothe M. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. *JAMA* 1993; 270: 1702-1707.
14. Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, Kyotani S, Sakamaki F, Fujita M et al. Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 487-492.
15. Alison JA, Anderson SD. Comparison of two methods of assessing physical performance in patients with chronic airways obstruction. *Phys Ther* 1981; 61: 1278-1280.
16. Guyatt GH, Thompson PJ, Berman LB, Sullivan MJ, Townsed M, Jones NL, Pugsley SO. How should we measure function in patients with chronic heart and lung disease. *J Chron Dis* 1985; 38: 517-524.

17. Swinburn CR, Wakefield JM, Jones PW. Performance, ventilation, and oxygen consumption in three different types of exercise test in patients with chronic obstructive lung disease. *Thorax* 1985; 40: 581-586.
18. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJR. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *Br Med J* 1976; 1: 822-823.
19. Bernsteins ML, Despars JA, Singh NP, Avalos K, Stansbury DW, Light RW. Reanalysis of 12-minute walk in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1994; 104: 163-167.
20. Faggiano P. Assessment of oxygen uptake during the six-minute walk test in patients with heart failure. *Chest* 1997; 111: 1146.
21. Cahalin LP. Assessment of oxygen uptake during the six-minute walk test. *Chest* 1997; 111: 1465-1466.
22. American Thoracic Society. Standardization of spirometry 1987 update. ATS statement. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 1285-1298.
23. Chemiak RM, Raber MD. Normal standards for ventilatory function using an automated wedge spirometer. *Am Rev Respir Dis* 1972; 106: 38-46.
24. Jones NL, Campbell AJM. *Clinical exercise testing* (2.^a ed.). Philadelphia: W.B. Saunders, 1982.
25. Bonnie Steely RN. Timed walking tests of exercise capacity in chronic cardiopulmonary illness. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1996; 16: 25-33.
26. Tjahja IE, Reddy HK, Janicki JS, Weber KT. Evolving role of cardiopulmonary exercise testing in cardiovascular disease. *Clin Chest Med* 1994; 15: 271-285.
27. Gupta S, Fletcher CM, Edwards RHT. A progressive exercise step test. *Assoc Phys India* 1973; 21: 555-564.
28. Jones NL, Jones G, Edwards RHT. Exercise tolerance in chronic airway obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1971; 103: 477-491.