

# PRUEBAS SIMPLES DE EJERCICIO

Beatriz Morales Chacón, Celia Pinedo Sierra, Gema Rodríguez Trigo

## RESUMEN

La intolerancia al ejercicio constituye, junto con la disnea, uno de los síntomas fundamentales que afectan a los pacientes con patología respiratoria. Habitualmente, para determinar la capacidad máxima de ejercicio se han utilizado pruebas de esfuerzo con cicloergómetro o tapiz rodante. Hoy en día existen pruebas de ejercicio complementarias a estas, ampliamente reconocidas y estandarizadas, que pueden aportar información valiosa en la evaluación clínica de los pacientes y que se caracterizan por su simplicidad y bajo coste. Estas son, fundamentalmente, las pruebas de la marcha de los 6 minutos (PM6M) y de la lanzadera o *shuttle walking test* (SWT). En este capítulo describiremos las indicaciones y contraindicaciones de estas pruebas simples de ejercicio, detallaremos los fundamentos técnicos y el procedimiento necesario para su realización, analizaremos los principales parámetros a estudio, como son la distancia recorrida en metros, la SaO<sub>2</sub> y el grado de disnea según la escala de Borg e interpretaremos los resultados teniendo en cuenta las limitaciones y las ecuaciones de referencia. Finalmente, comentaremos las implicaciones que tienen sus resultados en los pacientes con enfermedades respiratorias como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la hipertensión pulmonar (HP) o en los candidatos a trasplante pulmonar.

## INTRODUCCIÓN

Las pruebas clásicas para el estudio de la función pulmonar incluyen la espirometría, la pletismografía y el análisis de la capacidad de difusión. Sin embargo, todas estas evaluaciones se hacen en condiciones de reposo mientras

que la actividad humana se realiza fundamentalmente en movimiento. Esto somete al organismo a un determinado esfuerzo que pone en una situación de estrés al sistema respiratorio, al cardiovascular y al músculo-esquelético. Para estudiar estos aspectos se diseñaron las pruebas de esfuerzo.

Una de las primeras pruebas simples utilizadas para evaluar la tolerancia al ejercicio en pacientes con diversas patologías fue la subida de escalones descrita en 1948<sup>(1)</sup>. Posteriormente Cooper<sup>(2)</sup>, en 1968, desarrolló un protocolo de 12 minutos de marcha para evaluar la capacidad funcional en un grupo de 100 soldados de la Fuerza Aérea de EE.UU. Sin embargo, no fue hasta 1976 cuando McGavin et al.<sup>(3)</sup> introdujeron la prueba de la marcha de los 12 minutos para la evaluación de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Ante la exigencia física de estas pruebas en pacientes con enfermedades pulmonares y cardíacas, aparecieron modificaciones como las sugeridas por Butland et al.<sup>(4)</sup> que en 1982, compararon la prueba de la marcha de los 12 minutos con otras variantes más cortas (2 y 6 minutos). Estos autores demostraron que la variabilidad de los resultados aumentaba al incrementar el tiempo de marcha y que el poder discriminativo se reducía al disminuir la duración de la prueba. Dichos autores proponían la prueba de la marcha de los 6 minutos (PM6M) como punto medio entre reproducibilidad y poder discriminativo. Desde entonces se han publicado numerosos artículos que demuestran la utilidad de estas pruebas en la evaluación clínica de los pacientes, en la comparación pre y post tratamiento y como predictores de morbilidad y mortali-

dad de algunas enfermedades respiratorias y cardíacas.

En este capítulo describiremos las pruebas de la marcha de los 6 minutos (PM6M) y de la lanzadera o *shuttle walking test* (SWT) y, más someramente, la prueba de la marcha de los 12 minutos y la prueba de las escaleras. Todas ellas están ampliamente reconocidas y estandarizadas, se caracterizan por su simplicidad y bajo coste y se consideran complementarias a las pruebas de esfuerzo con cicloergómetro o tapiz rodante. En este sentido, hay varios estudios que demuestran una buena correlación entre la PM6M y el consumo de oxígeno pico ( $\text{VO}_2$ ) en los pacientes con enfermedades pulmonares avanzadas<sup>(5,6)</sup>.

### PRINCIPIOS FISIOLÓGICOS

Las pruebas simples de ejercicio tienen como objetivo evaluar la tolerancia al ejercicio mediante un esfuerzo submáximo en el caso de la PM6M o un esfuerzo máximo en el SWT. El desarrollo de un ejercicio físico implica un aumento de la demanda celular de  $\text{O}_2$ , que determina una rápida respuesta fisiológica de todas las funciones implicadas en el transporte de  $\text{O}_2$  desde la atmósfera a la mitocondria con el objetivo de aumentar el aporte de  $\text{O}_2$ . Los sistemas implicados son el respiratorio (mediante la ventilación y el intercambio gaseoso), el cardiocirculatorio (con el aumento del débito cardíaco), y el músculo esquelético (induciendo cambios en la microcirculación para aumentar la extracción de  $\text{O}_2$  y homogeneizar las relaciones entre la perfusión y el consumo de oxígeno [ $\text{VO}_2$ ]).

Durante el ejercicio submáximo, como el realizado en la PM6M, los componentes del transporte de  $\text{O}_2$  cubren, de forma perfectamente adecuada, los requerimientos impuestos por la intensidad del metabolismo celular y, por tanto, las necesidades de intercambio de  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  entre la mitocondria y la atmósfera. Por otra parte, la capacidad oxidativa mitocondrial no ha sido alcanzada y, en estas condiciones, los síntomas de disnea y fatiga muscular son tolerables. El ejercicio por debajo

del umbral láctico puede sostenerse de forma adecuada durante un período relativamente prolongado. Por el contrario, durante el ejercicio máximo como el realizado en el SWT, el paciente finaliza la prueba por presentar síntomas que ya no son tolerables. La limitación de la tolerancia al ejercicio en este caso se produce cuando el sujeto es incapaz de sostener durante el tiempo necesario la carga de trabajo mecánico requerida para desarrollar una determinada tarea. La causa más común es que la capacidad de transporte y utilización de  $\text{O}_2$  no cubre el incremento de demanda energética impuesta por el ejercicio físico. Las consecuencias inmediatas son la percepción de sensación de fatiga muscular e incluso dolor muscular y/o disnea. Por ello y, debido a que la mayoría de las actividades diarias se realizan a un nivel submáximo de ejercicio, la PM6M puede reflejar mejor la capacidad funcional de ejercicio para las actividades físicas diarias.

### FUNDAMENTOS TÉCNICOS

Las pruebas simples de ejercicio o también llamadas pruebas de campo, precisan menos requerimientos tecnológicos<sup>(7)</sup> que las pruebas de esfuerzo convencionales con cicloergómetro o tapiz rodante. Esto hace que puedan realizarse fuera del laboratorio de función pulmonar y que se abaraten los costes. A continuación describiremos los requerimientos básicos de la PM6M, por ser la más utilizada.

#### Espacio físico

Es recomendable disponer de un pasillo absolutamente plano, con una longitud igual o superior a 30 metros, preferentemente no transitado. Se deben intentar evitar los corredores más cortos ya que esto obligaría al paciente a realizar más giros, con el consiguiente enlentecimiento de la velocidad de la marcha<sup>(8)</sup>. Según la *American Thoracic Society* (ATS) han de marcarse la línea de inicio y el recorrido cada 3 metros<sup>(9)</sup>. Las pruebas deben realizarse a una temperatura agradable, por lo que es aconsejable que el corredor se ubique en el interior

de un edificio y que cuente además con una infraestructura que permita una respuesta rápida ante una posible emergencia. El uso de un tapiz de marcha para realizar la PM6M puede ahorrar espacio y permite la monitorización constante del paciente durante el ejercicio, pero su uso no está recomendado porque los pacientes no son capaces de mantener el paso por ellos mismos. En un estudio realizado en pacientes con enfermedad pulmonar grave, la distancia recorrida con el tapiz de marcha (con una velocidad ajustada por el propio paciente) fue menor que la recorrida en la PM6M<sup>(10)</sup>. Además, los resultados obtenidos con el tapiz de marcha no se pueden intercambiar con los de la PM6M.

### Equipo

Son necesarios un cronómetro, dos conos para marcar los extremos del recorrido, una silla que se pueda mover fácilmente a través del recorrido, la plantilla de recogida de datos, una fuente de oxígeno, un esfigmomanómetro, un teléfono y un desfibrilador automático. El pulsioxímetro, según las recomendaciones de la ATS, es opcional ya que obliga al examinador a caminar al lado del paciente para realizar la lectura a cada minuto y esto puede alterar el resultado final<sup>(9)</sup>. Otro requisito es disponer de fármacos como nitroglicerina sublingual, aspirina y salbutamol por si fuese necesario.

### El examinador

La persona que realiza la prueba debe ser un licenciado en medicina o un diplomado en enfermería o en fisioterapia. Se requiere que sea responsable, hábil en el trato con los pacientes, debe conocer las pruebas y la fisiología del ejercicio en estos enfermos así como las maniobras de resucitación cardiopulmonar (RCP). Debe ser capaz de tomar decisiones y de resolver las complicaciones. No es necesario que el médico esté presente durante toda la prueba, puede delegar la realización de la misma a un técnico bien entrenado previamente pero es conveniente que esté accesible.

### Recomendaciones para el paciente

El paciente debe cumplir los siguientes requisitos:

- Vestimenta y calzado cómodos que permitan realizar la actividad física.
- Comida ligera. No es recomendable el ayuno antes de la prueba.
- Puede utilizar las ayudas habituales para la marcha (bastón, muleta, andador, etc.).
- No haber realizado ejercicio intenso en las 2 horas previas a la prueba de la marcha.
- No presentar condiciones que limiten la marcha y que puedan interferir en la interpretación de la prueba, como lesiones en extremidades inferiores, etc.
- Respetar los horarios de la toma de medicamentos que utiliza de forma habitual (incluyendo medicamentos inhalados). Si el paciente recibe broncodilatadores, para valorar su efecto sobre la capacidad de marcha deberá transcurrir un mínimo de 15 minutos desde su última toma y el inicio de la prueba.
- No se debe realizar un calentamiento previo a la prueba.

Se anotará en la hoja de recogida de datos la dosis y el horario de la medicación administrada antes de la realización de la prueba ya que se han demostrado mejorías significativas en la distancia recorrida y en la escala de disnea tras la administración de broncodilatadores en pacientes con EPOC<sup>(11,12)</sup>, y tras la administración de medicación cardiovascular en pacientes con fallo cardiaco<sup>(13)</sup>.

### Reproducibilidad

Para obtener una buena fiabilidad y reproducibilidad, se debería considerar imprescindible la realización de dos pruebas para disminuir los sesgos producidos por el efecto aprendizaje. Para la interpretación de los resultados se escogerá la mejor de las dos, o sea, la prueba en la cual el paciente ha caminado mayor distancia. La realización de una tercera prueba, según la bibliografía, no aporta ninguna ventaja. En caso de tener que realizar varias pruebas en un mismo paciente –por ejemplo, cuando se

quiera comparar el efecto sobre la capacidad de la marcha antes, durante y después de un tratamiento-, el examinador debe ser el mismo y la prueba se realizará a la misma hora del día para evitar la variabilidad interobservador y diaria, respectivamente.

### Administración de oxígeno

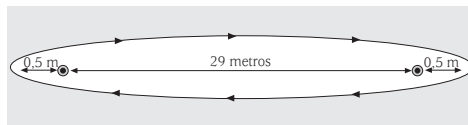
La administración de oxígeno durante la prueba de la marcha incrementa el número de metros recorridos<sup>(14)</sup>, siendo más beneficioso el bajo flujo<sup>(15)</sup>. Todo paciente con indicación de oxigenoterapia continua debe realizar la prueba con oxígeno<sup>(16)</sup>. Si un paciente presenta valores de saturación de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) por debajo del 90 % durante una prueba basal, la prueba se repite con la administración de oxígeno y se toma como válida la mayor distancia recorrida entre ambas pruebas. Si, en cualquier circunstancia, se produjese una caída de la SaO<sub>2</sub> por debajo del 80 %<sup>(17)</sup>, la prueba debe suspenderse.

En cuanto a la fuente de administración, se utiliza preferentemente oxígeno líquido o concentrador portátil por la comodidad del transporte. El dispositivo de administración de oxígeno, en la mayoría de la bibliografía revisada, lo transporta el personal técnico, quien camina siempre a una distancia de dos pasos por detrás del paciente. Sin embargo, la ATS recomienda que lo lleve el paciente<sup>(9)</sup>.

En la plantilla de recogida de datos se hará constar si el paciente ha recibido o no oxígeno, mediante qué sistema y a qué flujo. Esto es importante para la interpretación de los resultados y se debe tener en cuenta para repetir las mismas condiciones de la prueba en evaluaciones posteriores.

### Causas de interrupción de la prueba

Los motivos para suspender la prueba son: dolor torácico, disnea intolerable, calambres musculares, diaforesis inexplicada, palidez o sensación de desvanecimiento y SaO<sub>2</sub> < 80 % (con aire ambiente o con oxígeno suplementario, siempre y cuando el paciente presente sintomatología y a criterio del examinador).



**FIGURA 1.** Recorrido para la realización de la PM6M. Los conos que indican el cambio de sentido están colocados a una distancia de 0,5 m de los extremos del perímetro de la marcha para permitir el giro del paciente.

## DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS

### Prueba de la marcha de los 6 minutos (PM6M)

Es una prueba sencilla, fácil de realizar y bien tolerada por el paciente. Evalúa una actividad desarrollada diariamente, como es caminar, y requiere pocos recursos tecnológicos<sup>(18)</sup>. Su objetivo es medir la distancia máxima recorrida en terreno llano durante un período de 6 minutos siguiendo un protocolo estandarizado. Como hemos comentado previamente, para su correcta realización se requiere un espacio libre de interrupciones de unos 30 m de longitud y 2 conos para señalar los extremos donde el paciente dará la vuelta sin llegar a parar (Fig. 1).

Antes de iniciar la prueba, el paciente descansará en una silla cercana a la línea de partida durante 10 min y durante ese tiempo se le informará de las características de la prueba, insistiendo en la idea de recorrer la mayor distancia posible en 6 min. Se medirán en reposo y en condiciones basales la frecuencia cardíaca, la SaO<sub>2</sub> y se registrará el grado de disnea según la escala de Borg (Fig. 2) y el grado de fatiga de las extremidades inferiores según escala de Borg modificada. Una vez situados en la línea de partida, se dará la señal verbal de empezar a caminar (“1, 2, 3, comience”) y se iniciará el cronometraje. El examinador seguirá al paciente durante toda la prueba, siempre por detrás, de tal forma que el ritmo o la velocidad de la marcha sean impuestos por el paciente y no por el examinador. El incentivo verbal durante la prueba se realizará cada minuto utilizando las siguientes

-	0	nada
-	0,5	muy, muy ligera
-	1	muy ligera
-	2	ligera
-	3	moderada
-	4	un poco intensa
-	5	intensa
-	6	
-	7	muy intensa
-	8	
-	9	
-	10	muy, muy intensa

**FIGURA 2.** Escala de disnea de Borg: escala no lineal de 10 puntos donde el paciente debe elegir el adjetivo que mejor describe su disnea.

frases estandarizadas y evitando realizar estímulos gestuales ya que se ha demostrado que el estímulo incrementa la distancia recorrida de forma importante<sup>(19)</sup>:

- Primer minuto: “lo está haciendo muy bien, faltan 5 minutos para finalizar”.
- Segundo minuto: “perfecto, continúe así, faltan 4 minutos”.
- Tercer minuto: “está en la mitad del tiempo de la prueba, lo está haciendo muy bien”.
- Cuarto minuto: “perfecto, continúe así, faltan 2 minutos”.
- Quinto minuto: “lo está haciendo muy bien, falta 1 minuto para acabar la prueba”.
- Quince segundos antes de terminar la prueba se recuerda al paciente que se deberá detener con la indicación de “pare”.
- Sexto minuto: “pare, la prueba ha finalizado”.

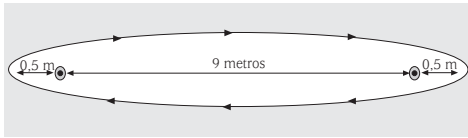
A cada minuto se registrará el pulso y la SaO<sub>2</sub>, siendo éste el único momento en que el examinador podrá situarse junto al paciente. Deberá prestarse especial atención en no interferir la marcha durante la obtención de estas variables. La prueba continúa mientras el paciente presente una SaO<sub>2</sub> ≥ 80% y se encuentre asintomático, siempre bajo el criterio del examinador. Una vez que el paciente se ha detenido, el examinador se acercará para registrar, lo antes posible, los datos finales de la prueba: SaO<sub>2</sub>, frecuencia cardiaca, grado de disnea y fatiga de extremidades inferior-

res. Se contabilizará el número total de metros recorridos. Si, por alguna razón, el paciente se detiene durante la prueba, el examinador deberá asistirlo. Si el paciente se siente capaz de continuar y el examinador no encuentra ninguna razón para suspender la prueba, se invitará al paciente a continuar con la frase: “cuando sienta que es capaz de continuar, puede seguir caminando”. No se suspenderá el cronometraje mientras el paciente haga la pausa y deberán registrarse el número, el tiempo total de parada y las razones de las pausas realizadas. En caso de que el paciente o el examinador decidan suspender la prueba, se registrará la razón de esta decisión, el tiempo transcurrido desde el inicio de la marcha y la distancia recorrida hasta ese momento. Se recomienda, según hemos explicado previamente, realizar dos pruebas con un descanso de 30-60 minutos, entre ellas para minimizar el “efecto aprendizaje”, eligiendo la mejor de las dos<sup>(9)</sup>.

### Prueba de lanzadera o “shuttle walking test (SWT)”

Esta prueba fue diseñada por Légert y Lambert en 1982<sup>(20)</sup> para la evaluación de atletas. Posteriormente fue adaptada por Singh et al, en 1992, para evaluar la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC<sup>(21)</sup>.

En esta prueba de esfuerzo progresiva el paciente debe caminar alrededor de un óvalo de 10 m de longitud marcado por dos conos que están situados 0,5 m antes de cada extremo (Fig. 3). La velocidad del paso se determina por una señal sonora grabada que va aumentando cada minuto hasta 12 niveles de velocidad (se inicia a 30 m por minuto y se aumenta 10 m cada minuto que pasa). El paciente dispone de un tiempo predeterminado para recorrer la distancia que separa ambos conos y, al final de la prueba, se miden los metros caminados. Se puede monitorizar la disnea, la SaO<sub>2</sub>, la frecuencia cardiaca y la respiratoria. La prueba se detiene cuando el paciente no puede mantener la velocidad marcada (no es capaz de alcanzar el cono de uno de los extremos en



**FIGURA 3.** Recorrido para la realización del SWT. Los conos que indican el cambio de sentido están colocados a una distancia de 0,5 m de los extremos del perímetro de marcha para permitir el giro del paciente.

el tiempo del que dispone durante dos veces consecutivas) o cuando aparece una limitación sintomática (disnea, molestias en las extremidades inferiores, dolor torácico, etc.).

La prueba de la lanzadera ha demostrado muy buena correlación con el  $VO_2$  pico obtenido durante la realización de una prueba de ejercicio incremental convencional, con la distancia caminada en la PM6M y con la calidad de vida relacionada con la salud<sup>(22)</sup>. También resulta altamente sensible para detectar cambios fisiológicos generados por programas de entrenamiento físico<sup>(23)</sup>. Como la velocidad del paso se controla externamente, se minimiza la influencia del técnico que no puede animar al paciente. Por tanto, se trata de una prueba con un alto grado de estandarización y buena reproducibilidad<sup>(24)</sup> lo que permite la comparación de los resultados obtenidos en diferentes centros sanitarios. Sin embargo, la falta de valores de referencia representa una cierta limitación para su utilización clínica.

### Prueba de las escaleras

Es una prueba poco habitual en nuestro medio pero que tiene un gran valor ya que analiza una actividad frecuente en los pacientes. Existen dos métodos distintos para realizarla: fijar el número de escalones que debe recorrer el paciente y analizar el tiempo que tarda, o bien fijar un tiempo, en general 2 minutos, y evaluar los escalones que consigue subir y/o bajar. También se puede registrar la  $SpO_2$ , la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria y la disnea.

La prueba de las escaleras presenta una reproducibilidad individual aceptable<sup>(25)</sup> cuando

se controlan las condiciones de realización y presenta un alto grado de aplicabilidad. Sin embargo, carece de una estandarización suficiente, como lo demuestra el hecho de que, en diversos estudios<sup>(26)</sup>, la demanda metabólica puede variar de forma notable en función de las características de realización de la prueba. La demanda metabólica depende de diferentes factores como son el peso corporal del paciente, la altura de los escalones, la velocidad de subida o el grado de apoyo sobre la barandilla de la escalera. Todo esto hace que cualquier intento de plantear recomendaciones que faciliten la estandarización de la prueba y su comparación entre diferentes centros sanitarios presente numerosas dificultades de carácter logístico. La ausencia de valores de referencia es una consecuencia de este problema y un inconveniente adicional para su utilización clínica.

### Prueba de la marcha de los 12 minutos

Similar en cuanto a preparación y realización a la PM6M pero con una duración total de 12 minutos. Al ser demasiado exigente en pacientes con enfermedades respiratorias y cardíacas y, sobre tras el estudio de Butland et al. en 1982 que recomendaba la PM6M<sup>(4)</sup>, hoy en día casi no se realiza.

### PRINCIPALES PARÁMETROS Y SU SIGNIFICADO

De todas las pruebas descritas, la PM6M es, probablemente, la que reúne los criterios necesarios para ser recomendada como prueba de referencia por su simplicidad, bajos requerimientos tecnológicos, buena reproducibilidad y bajo riesgo cardiopulmonar<sup>(27,28)</sup>.

En una plantilla de recogida de datos diseñada a tal fin (Fig. 4), se dejará constancia de las condiciones en las que se ha realizado la prueba (si se ha administrado oxígeno, con qué sistema y a qué flujo), de la medicación administrada previamente y de las variables que se recogen al inicio, durante y al final de la prueba (frecuencia cardíaca,  $SpO_2$ , sensación de disnea y grado de molestias en las extre-



**Prueba de seis minutos marcha - 6MWT** Hoja 1

Nombre				Fecha	
Sexo (H/M)		Edad (años)		Peso (Kg)	
Diagnóstico		Examinador			
Medicación (Incluir dosis y horario)					

6MWT Nº1 30 metros				
Valores basales				
SaO2			(%)	
FC			(ppm)	
Disnea			(Borg)	
Fatiga EEII			(Borg)	
Vueltas	Metros	Tiempo	SaO2	FC
1	30			
2	60			
3	90			
4	120			
5	150			
6	180			
7	210			
8	240			
9	270			
10	300			
11	330			
12	360			
13	390			
14	420			
15	450			
16	480			
17	510			
18	540			
19	570			
20	600			
Valores finales 6MWT				
SaO2			(%)	
FC			(ppm)	
Disnea			(Borg)	
Fatiga EEII			(Borg)	
Distancia total caminada			(m)	
Nº paradas			-	
Tiempo total paradas			(min)	

SaO2 (sentado, en reposo aire ambiente(%))	
Oxígeno suplem. (ppm)	
SaO2 (con oxígeno suplem.(%))	
Incentivo	
min 1	"Lo está haciendo muy bien, faltan 5 minutos"
min 2	"Perfecto, continúe así, faltan 4 minutos"
min 3	"Está en la mitad del tiempo de la prueba, lo está haciendo muy bien"
min 4	"Perfecto, continúe así, faltan dos minutos"
min 5	"Lo está haciendo muy bien, falta un minuto"
min 6	Quince segundos antes de finalizar: "deberá detenerse cuando se lo indique" Al minuto 6: "pare, la prueba ha finalizado"

Observaciones
---------------

FIGURA 4. Plantilla de recogida de datos sugerida por SEPAR.

midades inferiores). Asimismo, se apuntará el número de detenciones que haya realizado el paciente. Por último, se anotará la cantidad de metros recorridos en los 6 minutos.

Existen varias ecuaciones de referencia para calcular los valores de normalidad en la PM6M que se muestran en la tabla 1<sup>(29)</sup>. La distancia recorrida en metros es el parámetro más importante en cuanto a sus implicaciones diagnósticas, pronósticas y en el seguimiento terapéutico de diversas enfermedades pulmonares como describiremos más adelante. La medición de la SaO<sub>2</sub>, aunque se

considera opcional según el consenso de la ATS<sup>(9)</sup>, es muy útil para demostrar la desaturación durante el ejercicio y una caída del 4 % (acabando por debajo del 92 %) ya se considera significativa. También se puede utilizar este parámetro para titular el flujo de oxígeno necesario durante el esfuerzo en los pacientes a los que se les prescribe oxígeno con dispositivos portátiles. Finalmente, también se puede analizar el grado de disnea percibido por el paciente durante el ejercicio utilizando la escala de Borg al inicio y al final de la prueba.

TABLA 1. Ecuaciones de referencia de la PM6M

Autor/año publicación	Ecuaciones
Enright P, Sherrill D (Am J Respir Crit Care Med 1998)	Hombres: $6MWT = (7,57 \times altura_{cm}) - (5,02 \times edad_{años}) - (1,76 \times peso_{kg}) - 309 m$ Mujeres: $6MWT = (2,11 \times altura_{cm}) - (5,78 \times edad_{años}) - (2,29 \times peso_{kg}) + 667 m$
Toosters T, Gosselink R, et al. (Eur Respir J 1999)	$6MWT = 218 (5,14 \times altura_{cm} - 532 \times edad_{años}) - [1,80 \times peso_{kg} + (51,31 \times sexo)]$ (hombres 1, mujeres, 0)
Gibbons W, Frutcher N, et al. (J Cardiopulmo Rehab 2011)	$6MWT = 686,8 - (2,99 \times edad_{años}) - (74,7 \times sexo)$ (hombres 0, mujeres, 1)

## INTERPRETACIÓN

Las pruebas simples de ejercicio anteriormente descritas son usadas para evaluar la tolerancia al ejercicio en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas graves. Sin embargo, a la hora de interpretarlas tenemos que tener en cuenta varios factores como son los criterios de estandarización, las limitaciones de la prueba y que el grado de limitación de la tolerancia al ejercicio depende tanto de la enfermedad pulmonar que padece el paciente, como de la gravedad de la misma y de sus consecuencias sistémicas.

La distancia recorrida en la PM6M es dependiente de la motivación del paciente y no hay acuerdo en la estandarización de ciertos aspectos como son el grado de estimulación que debe efectuar el técnico o el fisioterapeuta, si la fuente de oxígeno debe ser llevada por el paciente o por el examinador, o si la prueba debe efectuarse en un espacio cerrado o abierto. En la tabla 1 hemos expuesto las ecuaciones de referencia para calcular los valores de normalidad en la PM6M, sin embargo, hay que tener en cuenta que algunos estudios han observado una variabilidad de hasta el 30% en función de la ecuación escogida. Por este motivo son necesarios nuevos estudios en una amplia población sana homogéneamente distribuida en edades para obtener nuevas ecuaciones de referencia teniendo en cuenta la estandarización propuesta.

Las limitaciones de esta prueba, expuestas en la tabla 2, se basan en múltiples circunstancias que pueden modificar la distancia recorrida. Unas son inherentes al propio paciente como la edad, peso, talla o sexo y otras independientes de este como son la longitud del pasillo o el personal técnico encargado de la supervisión de la prueba<sup>(50)</sup>. Son estos últimos los factores que se deben intentar controlar a la hora de realizar la prueba.

## RELEVANCIA CLÍNICA: INDICACIONES

La principal indicación de la PM6M es la evaluación de la respuesta a intervenciones médicas en pacientes con enfermedades cardíacas y respiratorias moderadas o graves. También se ha utilizado como medida única del estado funcional de los pacientes y como predictor de morbilidad y mortalidad de ciertas enfermedades. Aunque la valoración global de la respuesta al ejercicio se obtiene con las pruebas de ejercicio cardiopulmonar, la PM6M aporta información que puede reflejar mejor la capacidad del paciente para la realización de las actividades diarias. Así pues, la PM6M se correlaciona mejor con los cuestionarios de calidad de vida<sup>(51)</sup>. Los cambios en la distancia recorrida en la PM6M tras intervenciones terapéuticas se correlacionan con la mejoría subjetiva de la disnea<sup>(52)</sup> y la reproducibilidad de la PM6M parece ser mejor que la reproducibilidad del volumen espiratorio forzado en



**TABLA 2. Factores que alteran la distancia recorrida en la PM6M****Factores que reducen la distancia recorrida en la PM6M**

- Baja estatura
- Edad avanzada
- Obesidad
- Género femenino
- Deterioro cognitivo
- Pasillo corto
- Enfermedades pulmonares: EPOC, asma, fibrosis quística, enfermedad pulmonar intersticial
- Enfermedades cardiovasculares: angina, infarto de miocardio, fallo cardiaco congestivo, infarto cerebral, ataque isquémico transitorio, enfermedad vascular periférica
- Enfermedades musculoesqueléticas: artritis, lesión del tobillo, rodilla o cadera, atrofia muscular

**Factores que aumentan la distancia recorrida en la PM6M**

- Alta estatura
- Género masculino
- Alta motivación
- Pacientes que han realizado previamente la prueba
- Toma de medicación previa a la prueba
- Oxígeno suplementario en pacientes con hipoxemia inducida por el ejercicio

**TABLA 3. Indicaciones para la realización de la PM6M****Comparación pre y postratamiento**

- Trasplante pulmonar
- Resección pulmonar
- Cirugía de reducción de volumen pulmonar
- Rehabilitación respiratoria
- EPOC
- Hipertensión pulmonar
- Fallo cardiaco

**Para medir el estado funcional (medida única)**

- EPOC
- Fibrosis quística
- Fallo cardiaco
- Enfermedad vascular periférica
- Fibromialgia
- Pacientes ancianos

**Predictor de morbilidad y mortalidad**

- Fallo cardiaco
- EPOC
- Hipertensión pulmonar primaria

el primer segundo ( $FEV_1$ ) en los pacientes con EPOC<sup>(53)</sup>. Las principales indicaciones para la realización de la PM6M se muestran en la tabla 3. A continuación describiremos el significado de la PM6M en diferentes enfermedades respiratorias.

**EPOC**

La distancia recorrida en la PM6M (> 350 m) ha demostrado ser un predictor de supervivencia independiente de otras variables<sup>(54,55)</sup>, permite discriminar a los pacientes con una

mayor tasa de ingresos hospitalarios debidos a exacerbaciones<sup>(56)</sup> y ha demostrado un alto valor predictivo de la evolución postoperatoria en pacientes candidatos a cirugía de reducción de volumen al permitir identificar a los individuos con una evolución desfavorable<sup>(57)</sup>. La PM6M forma parte de uno de los cuatro parámetros del índice multifactorial BODE, que es un buen indicador de riesgo de mortalidad en la EPOC (Tabla 4). Este carácter multifactorial de la enfermedad, junto con las limitaciones de la función pulmonar medida en condiciones de reposo, plantea el interés de incluir la evaluación de la tolerancia al ejercicio en la caracterización de los pacientes con EPOC<sup>(58)</sup>. La PM6M es una prueba fundamental para la evaluación de la respuesta a la rehabilitación respiratoria (RR). Se considera mejoría clínica-

TABLA 4. Índice BODE

Variables	Puntos			
	0	1	2	3
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	> 21	< 21		
FEV1	≥65	50-64	36-49	≤35
Disnea (MRC)	0-1	2	3	4
PM6M (m)	≥350	250-349	150-249	≤149

mente significativa un aumento de  $26 \pm 2$  m respecto a la prueba de la marcha previa<sup>(39)</sup>.

### Hipertensión pulmonar (HP)

Con la PM6M se intenta reflejar la capacidad que tiene el paciente de realizar actividades de la vida diaria, efectuar una aproximación a la supervivencia del paciente que se encuentra en fases avanzadas de la enfermedad y valorar la eficacia del tratamiento. Una distancia recorrida menor de 332 metros y la desaturación  $> 10\%$  indican un peor pronóstico<sup>(40)</sup>. El incremento de la distancia recorrida es un objetivo primario en muchos ensayos clínicos controlados de hipertensión arterial pulmonar (HAP). Esta prueba no está suficientemente validada en todos los subgrupos de HAP y se ve influenciada, como hemos dicho, previamente por la edad, peso, talla, género y motivación del paciente.

### Trasplante pulmonar

Lederer et al.<sup>(41)</sup> estudiaron a un grupo de 454 pacientes afectados de fibrosis pulmonar idiopática (FPI) en lista de espera de trasplante pulmonar. La mortalidad a los 6 meses de los pacientes que caminaban menos de 207 m fue mayor que la de los pacientes que caminaron distancias superiores ( $p < 0,0001$ ). La PM6M presentó un valor predictivo de mortalidad, en lista de espera, mayor que la capacidad vital forzada. Datos similares han sido obtenidos por Ramos et al, en un estudio español reciente<sup>(42)</sup>. Se realizó en 453 pacientes diagnosticados de EPOC, FPI, fibrosis quística, bronquiectasias y otras afecciones intersticiales distintas de la

FPI, como sarcoidosis, linfangioleiomiomatosis y esclerodermia en lista de espera para trasplante pulmonar. Los autores concluyen que los pacientes que caminan menos de 200 m y/o presentan una SaO<sub>2</sub> mínima  $< 85\%$  durante la PM6M tienen alto riesgo de mortalidad en lista de espera, por lo que se debería valorar su priorización.

### CONTRAINDICACIONES

Aunque existen múltiples listas de contraindicaciones, las que exponemos a continuación se basan en la prudencia de los investigadores ya que estas pruebas se han realizado en miles de pacientes ancianos con fallo cardiaco o miocardiopatías sin observar efectos adversos graves<sup>(43,44)</sup>. Las contraindicaciones absolutas para la realización de la PM6M son padecer una angina inestable o un infarto de miocardio un mes antes de la prueba. Una angina estable no es una contraindicación absoluta, pero los pacientes con estos síntomas deberían realizar la prueba tras utilizar su medicación habitual y disponer de medicación de rescate (nitroglicerina) por si fuese necesaria. Las contraindicaciones relativas son taquicardia mayor de 120 latidos por minuto, una presión sistólica mayor de 180 mmHg y una diastólica mayor de 100 mmHg.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Baldwin E, Cournand A, Richards DW. Pulmonary Insufficiency. 1. Physiological classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects. *Medicine* (Baltimore). 1948; 27: 243-7.
2. Cooper K. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *JAMA*. 1968; 205: 135-8.
3. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJ. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *BMJ*. 1976; 1: 822-3.
4. Butland RJA, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking test in respiratory disease. *BMJ*. 1982; 284: 1607-8.
5. Cahalin L, Pappagianopoulos P, Prevost S, Wain J, Ginns L. The relationship of the 6-min walk test to maximal oxygen consumption in trans-

- plant candidates with end-stage lung disease. *Chest*. 1995; 108: 452-9.
6. Guyatt GH, Thompson PJ, Berman LB, Sullivan MJ, Townsend M, Jones NL, et al. How should we measure function in patients with chronic heart and lung disease? *J Chronic Dis*. 1985; 38: 517-24.
  7. Casan P, Burgos F, eds. *Procedimientos de evaluación de la función pulmonar. Manual SEPAR de Procedimientos 4*. Madrid: Luzán 5; 2004.
  8. Sciruba F, Criner GJ, Lee SM, Mohsenifar Z, Shade D, Slivka W, et al. Six-minute walk distance in COPD: reproducibility and effect of walking course layout and length. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003; 167 (11): 1522-7.
  9. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 111-7.
  10. Barthelemy JC, Geysant A, Riffat J, Antoniadis A, Berruyer J, LaCour JR. Accuracy of pulse oximetry during moderate exercise: a comparative study. *Scand J Clin Lab Invest*. 1990; 50: 533-9.
  11. Hay JG, Stone P, Carter J, Church S, Eyre-Brook A, Pearson MG, et al. Bronchodilator reversibility, exercise performance and breathlessness in stable chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 1992; 5: 659-64.
  12. Grove A, Lipworth BJ, Reid P, Smith RP, Lamage L, Ingram CG, et al. Effects of regular salmeterol on lung function and exercise capacity in patients with COPD. *Thorax* 1996; 51: 689-93.
  13. DeBock V, Mets T, Romagnoli M, Derde MP. Captopril treatment of chronic heart failure in the very old. *J Gerontol*. 1994; 49: M148-52.
  14. Leach RM, Davidson AC, Chinn S, Twort CH, Cameron IR, Bateman NT. Portable liquid oxygen and exercise ability in severe respiratory disability. *Thorax*. 1992; 47: 781-9.
  15. Roberts CM, Bell J, Wedzicha JA. Comparison of the efficacy of a demand oxygen delivery system with continuous low flow oxygen in subjects with stable COPD and severe oxygen desaturation on walking. *Thorax*. 1996; 51: 831-4.
  16. Sánchez AL, Cornudella R, Estopa MR, Molinos ML, Servera PE. Guidelines for indications and use of domiciliary continuous oxygen (DCO) therapy. *SEPAR guidelines*. *Arch Bronconeumol*. 1998; 34: 87-94.
  17. ATS/ACCP. Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003; 167: 211-77.
  18. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*. 2001; 119: 256-70.
  19. Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, et al. Effect of encouragement on walking test performance. *Thorax*. 1984; 39: 818-22.
  20. Léger L, Lambert K. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. *Eur J Appl Physiol*. 1982; 49: 1-12.
  21. Singh S, Morgan M, Scott S, Walters D, Hardman A. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*. 1992; 47: 1019-24.
  22. Elías Hernández MT, Ortega RF, Sánchez RH, Otero CR, Sánchez GR, Montemayor RT. Role of dyspnea in quality of life of the patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol*. 1999; 35: 261-6.
  23. Singh SJ, Sodergren SC, Hyland ME, Williams J, Morgan MD. A comparison of three disease specific and two generic health status measures to evaluate the outcome of pulmonary rehabilitation in COPD. *Respire Med*. 2001; 95: 71-7.
  24. Elías Hernández MT, Fernández GJ, Toral MJ, Ortega RF, Sánchez RH, Montemayor RT. Reproducibility of a shuttle walking test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol*. 1997; 33: 64-8.
  25. Jones PW, Wakefield JM, Kontaki E. A simple and portable paced step test for reproducible measurements of ventilation and oxygen consumption during exercise. *Thorax*. 1987; 42: 136-43.
  26. Pollock M, Roa J, Benditt J, Celli B. Estimation of ventilatory reserve by stair climbing. A study in patients with chronic airflow obstruction. *Chest*. 1993; 104: 1378-83.
  27. Clinical exercise testing with reference to lung diseases: indications, standardization and interpretation strategies. ERS Task Force on Standardization of Clinical Exercise Testing. European Respiratory Society. *Eur Respir J*. 1997; 10: 2662-89.
  28. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*. 2001; 119: 256-70.
  29. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998; 158: 1384-7.

30. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. ATS committee on proficiency standards for clinical pulmonary function laboratories. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 111-7.
31. Guyatt GH, Townsend M, Keller J, Singer J, Nogradi S. Measuring functional status in chronic lung disease: conclusions from a random control trial. *Respir Med.* 1991; 85: 17-21.
32. Niederman MS, Clemente PH, Fein AM, Feinsilver SH, Robinson DA, Ilowite JS, et al. Benefits of a multidisciplinary pulmonary rehabilitation program: improvements are independent of lung function. *Chest.* 1991; 99: 798-804.
33. Knox AJ, Morrison JF, Muers MF. Reproducibility of walking test results in chronic obstructive airways disease. *Thorax.* 1988; 43: 388-92.
34. Rabinovich RA, Vilaró J, Roca J. Evaluación de la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC. Prueba de marcha de 6 minutos. *Arch Bronconeumol.* 2004; 40 (2): 80-5.
35. Gerardi DA, Lovett L, Benoit-Connors ML, Reardon JZ, ZuWallack RL. Variables related to increased mortality following out-patient pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J.* 1996; 9: 431-5.
36. Kessler R, Faller M, Fourgaut G, Menecier B, Weintzenblum E. Predictive factors of hospitalization for acute exacerbation in a series of 64 patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999; 159: 158-64.
37. Szekely LA, Oelberg DA, Wright C, Johnson DC, Wain J, Trotman-Dickenson B, et al. Pre-operative predictors of operative morbidity and mortality in COPD patients undergoing bilateral lung volume reduction surgery. *Chest.* 1997; 111: 550-8.
38. Celli B. The COPD staging system (SCORE) combining 6MWT, FEV1, MRC dyspnea and BMI is a better predictor of mortality than FEV1. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001; 163: A504.
39. Puhan MA, Chandra D, Mosenifar Z, Ries A, Make B, Hansel NN, et al.; National Emphysema Treatment Trial (NETT) Research Group. The minimal important difference of exercise tests in severe COPD. *Eur Respir J.* 2011; 37: 784-90.
40. Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, et al. Clinical correlates and prognostic significance of six minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000; 161: 487-92.
41. Lederer DJ. Six-minute walk distance predicts walking list survival in idiopathic pulmonary fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006; 174: 659-64.
42. Ramos M, et al. El test de seis minutos de marcha como predictor de mortalidad en lista de espera para trasplante pulmonar. *Rehabilitación (Madr).* 2011. doi:10.1016/j.rh.2011.03.005
43. Roomi J, Johnson MM, Waters K, Yohannes A, Helm A, Connolly MJ. Respiratory rehabilitation, exercise capacity and quality of life in chronic airways disease in old age. *Age Ageing.* 1996; 25 (1): 12-6.
44. Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, Tracy RP, McNamara R, Arnold A, et al. The 6 minute walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest.* 2003; 123 (2): 387-98.