

**COMPORTAMIENTO DE LA CAMINATA DE SEIS MINUTOS EN  
ADULTOS SANOS A LA ALTURA DE BOGOTÁ**

**Alexander Peña Pineda**

**Universidad El Bosque**

**Facultad de Medicina**

**Postgrado de Medicina Del Deporte**

**Febrero 2015**

**COMPORTAMIENTO DE LA CAMINATA DE SEIS MINUTOS EN  
ADULTOS SANOS A LA ALTURA DE BOGOTÁ**

Asesor científico

**Dr. Juan Manuel Sarmiento**

Asesor metodológico

**Dr. Alberto Lineros**

Fundación Clínica Shaio

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Especialista en  
Medicina del Deporte

Universidad El Bosque

Facultad de Medicina

Postgrado de Medicina Del Deporte

Febrero 2015

Página de aprobación

El trabajo de grado titulado comportamiento de la caminata de seis minutos en adultos sanos a la altura de Bogotá, elaborado por Alexander Peña Pineda cumple con los requisitos exigidos por la UNIVERSIDAD EL BOSQUE para optar al título de ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE.

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá D.C Febrero 2015

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia

## Página de agradecimiento

Agradezco a todos los que pudieron ayudar a este logro, especialmente a mi amiga Nilsa quien fue la persona que me impulsó a realizar este posgrado, a mis sobrinos Gabriela y Santiago por ser la inspiración de mi vida y a la imagen que me dejó mi madre para ser una mejor persona y siempre tener una formación académica; a Vanesa por ser paciente y ayudarme con la edición final del texto. Creo que todos los que están a mi alrededor han conspirado para que este sea el camino más sano y que hoy no viera mi vida de otra forma.

## Tabla de contenido

• 1. INTRODUCCIÓN.....	13
• 2. PROBLEMA.....	14
• 3. JUSTIFICACION .....	15
• 4. MARCO TEORICO .....	16
• 5. OBJETIVOS .....	44
OBJETIVO GENERAL.....	44
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	44
• 6. PROPOSITO.....	45
• 7. ASPECTOS METODOLOGICOS.....	46
TIPO DE ESTUDIO .....	46
POBLACIÓN DE REFERENCIA Y MUESTRA .....	46
CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	46
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	46
VARIABLES.....	48
MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	51
• 8. ANALISIS ESTADÍSTICO.....	52
• 9. ASPECTOS ETICOS.....	53
A. NORMATIVIDAD NACIONAL.....	53
B. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL .....	53
• 10. RESULTADOS.....	55
• 11. DISCUSION.....	62
• 12. CONCLUSIONES.....	65
• 13.REFERENCIAS.....	66
• 14. ANEXOS.....	73

## Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Resumen de indicaciones para la caminata de 6 minutos.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2. Variabilidad de la 6MWT.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3. Características de los estudios que formulan ecuaciones de referencia para la predicción de la distancia recorrida en la 6MWT (12).....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4. Ecuaciones de referencia para la predicción de la distancia caminada en la 6MWT en individuos sanos extranjeros.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 6. Características antropométricas de la muestra.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 7. Variables fisiológicas de la muestra.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 8. Correlación entre la distancia recorrida en la 6MWT y las variables VO<sub>2</sub> Pico 6MWT, Doble producto en reposo, IMC, y FC pico .....</i>	<i>57</i>

## Lista de Figuras

<i>Figura 1. Criterios de búsqueda en bases de datos.....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 2. Caminata en seis minutos y mortalidad.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 3. Diagrama de dispersión de puntos de la distancia en la caminata de 6 minutos contra VO<sub>2</sub>pico (ml/Kg/m-1) en el test cardiopulmonar.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4. Diagrama de dispersión de puntos del valor del doble producto en reposo (mm/Hg/min) contra el VO<sub>2</sub> pico de la caminata de los seis minutos(ml/Kg/min-1).....</i>	<i>62</i>

## Lista de Anexos

<b>Anexo 1. Escala subjetiva de percepción del esfuerzo</b> .....	73
Anexo 2. Frases estandarizadas para estimulación verbal durante la 6MWT .....	73
Anexo 3. Formato informe caminata de los seis minutos.....	74
<b>Anexo 4. Informe ergoespirometría</b> .....	75
<b>Anexo 5. Encuesta de salud</b> .....	76
<b>Anexo 6. Historia Clínica</b> .....	77
Anexo 7. Consentimiento Informado Caminata de los seis minutos.....	78
Anexo 8. <i>Consentimiento Informado ergoespirometría</i> .....	79
Anexo 9. Publicidad caminata de los seis minutos Fundación Clínica Shaio .....	80
Anexo 10. <i>Encuesta de salud en internet (Hoja 1)</i> .....	81
Anexo 11. <i>Encuesta de salud en internet (Hoja 2)</i> .....	82
Anexo 12. <i>Encuesta de salud en internet (Hoja 3)</i> .....	83

**Comportamiento de la caminata de seis minutos en adultos sanos a la altura de Bogotá. Objetivo:** Evaluar el comportamiento de la caminata de seis minutos en adultos sanos entre 22 y 42 años a la altura de Bogotá. **Materiales y métodos:** Convocatoria a empleados de una Clínica, se incluyeron sujetos sanos y se aplicó la prueba de caminata de los seis minutos (6MWT), y una prueba de ejercicio cardiopulmonar maximal, ambas con ergoespirometría por telemetría. Los datos fueron exportados para su análisis al software estadístico SPSS versión 22.0, y con el software estadístico Medcalc versión 12.14 se formuló una ecuación de regresión para predecir la distancia de la 6MWT. **Resultados:** Se evaluaron 25 individuos sanos (16 mujeres), el promedio de la distancia durante la 6MWT fue de 661,63 m, mayor en los hombres, con porcentajes de FC del 77.77 % de la  $FC_{max}$ , y valores de  $VO_{2pico}$  en  $28,7 \text{ ml/kg/min}^{-1}$ , superiores a los esperados por la fórmula del ACSM. Se formuló inicialmente una ecuación para predecir el valor del  $VO_{2pico}$  y utilizando esta variable se genera una ecuación para predecir la distancia. **Conclusiones:** Se generó una ecuación de regresión para predecir la distancia recorrida a la altura de Bogotá con una correlación positiva y valores de significancia altos, pero por el tamaño de la muestra, se consideran estos datos como estudio piloto para obtener una fórmula con valores locales de referencia. **Palabras claves:** caminata de los seis minutos, ergoespirometría, ecuaciones de regresión, adultos sanos.

**Behavior of the six minutes walking test in healthy adults at Bogotá's altitude. Objective:** To evaluate the performance of the six minutes walking test in healthy individuals between 22 and 42 years old at Bogotá's altitude. **Materials and methods:** Employees of a clinic were called, subjects apparently healthy were selected; the six minutes walking test was applied, and a cardiopulmonary exercise testing (both test by telemetry). The data was exported for statistical analysis to the software SPSS version 22.0, and Medcalc. stadistical software versión 12.14, an regression equation to predict the distance of the 6MWT at Bogotá's altitude was formulated. **Results:** 25 healthy individuals were evaluated (16 women), the average distance during the 6MWT was 661,63 m, higher in men, with percentages of HR 77,77 % of HR<sub>max</sub>, and VO<sub>2peak</sub> values in 28,7 ml/kg/min<sup>-1</sup>, higher than expected by the formula of ACSM. Initially an equation was formulated to predict the values of VO<sub>2peak</sub> and using this variable generates an equation to predict the distance at Bogotá's altitude. **Conclusions:** A regression equation was generated to predict the distance performed at Bogotá's altitude with a positive correlation and high significance values, but by the size of the sample, this data is considered a pilot study to find a formula with local referenced values. **keywords:** six minutes walking test, cardiopulmonary exercise testing, regression equations, healthy adults.

## 1. INTRODUCCIÓN

Para la correcta interpretación de la prueba de caminata de seis minutos se requiere de valores de referencia de la población a la cual se le efectúa esta prueba. En Bogotá son escasos los valores de referencia, por lo que se utilizan ecuaciones obtenidas en estudios extranjeros, que pudieran no reflejar realidad de la población que vive en altura.

La caminata de los seis minutos es una prueba de ejercicio modificada de la realizada en 12 minutos, descrita en 1976 por McGavin y cols (1,2) que en los últimos años ha adquirido una importancia progresiva por su fácil implementación y reproducibilidad. Se ha utilizado ampliamente en pacientes con enfermedades respiratorias y cardiovasculares para evaluar la capacidad de ejercicio de los pacientes, la respuesta a intervenciones terapéuticas, como factor pronóstico de sobrevida, y como índice de deterioro en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

Dentro de sus ventajas destaca el no requerir equipos de alto costo, como tampoco de un entrenamiento exhaustivo para quien lo ejecuta. Prácticamente carece de riesgos para el paciente y refleja en forma adecuada la capacidad funcional del individuo en sus actividades diarias (3,4).

El propósito de este estudio es generar una ecuación de regresión lineal que permita establecer valores de referencia para su uso en Bogotá en sujetos sanos entre 22 y 42 años y que pueda ser utilizada como fórmula piloto para otros estudios que sean aplicables a nivel clínico.

## **2. PROBLEMA**

Las pruebas de capacidad funcional son útiles en la evaluación integral de todos los sistemas implicados con la actividad física, permiten medir el rendimiento en deportistas, hacer valoraciones del estado funcional y pronóstico en pacientes con patologías cardiovasculares y/o pulmonares, muchas veces orientan el entrenamiento en los primeros y la terapia de rehabilitación cardiovascular y pulmonar en los segundos.

Se encuentra limitación para la realización de pruebas maximales en pacientes sedentarios o con enfermedad cardiopulmonar, por cuanto esta implica someterlos a esfuerzos físicos intensos; para estos casos particulares, la prueba de caminata de seis minutos ha sido utilizado en reemplazo, brindando información de la capacidad funcional en individuos con limitaciones para realizar esfuerzos físicos maximales. Esta capacidad funcional se ha visto afectada en altitud intermedia en aproximadamente un diez por ciento de su valor a nivel del mar. En la literatura internacional se han encontrado diversos estudios que incluyen población sana de diferente grupos etáreos; a partir de estos estudios se han obtenidos fórmulas locales de referencia, en su mayoría a nivel del mar y son muy pocos los estudios que incluyan población que viva en la altura (21, 57).

Mientras que el método y la estandarización de la prueba han sido ampliamente detallados, los escasos valores locales de referencia de la caminata en Colombia y en particular con características especiales como la altura, ha determinado que se utilicen valores teóricos foráneos, que pudieran no reflejar la realidad de la población a la altura de Bogotá.

Planteamiento del problema: Cúal es la ecuación de referencia para la población sedentaria entre 22 y 42 años a la altura de Bogotá?

### **3. JUSTIFICACION**

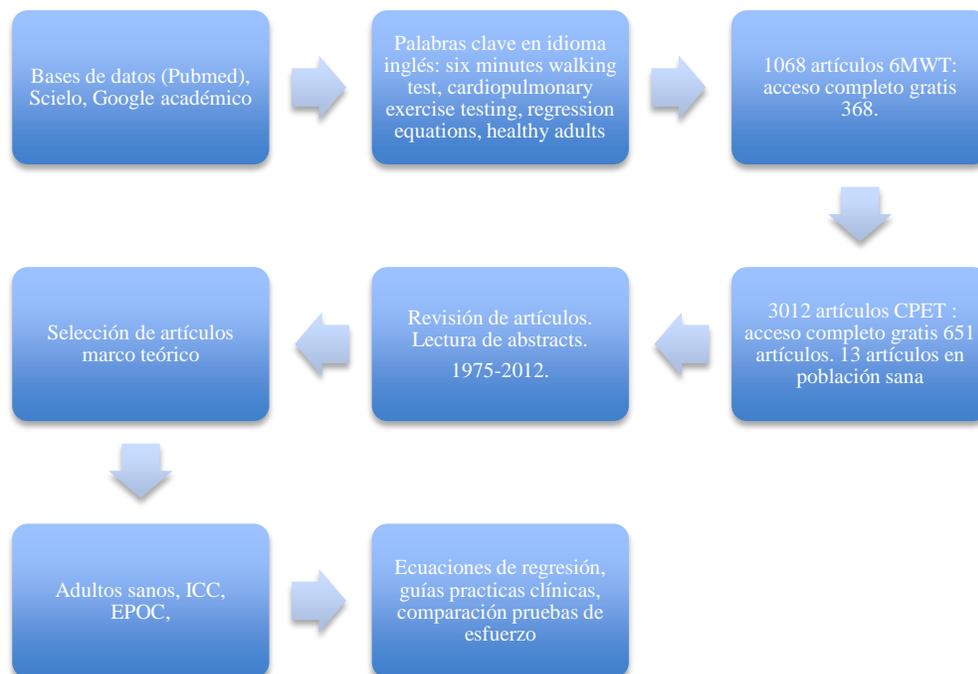
La respuesta de un individuo al realizar un esfuerzo físico es una herramienta importante para la evaluación clínica, ya que proporciona una información completa de sus sistemas respiratorio, cardiaco y metabólico. El actual estándar de oro para evaluar la capacidad aeróbica máxima es la evaluación del consumo de oxígeno directo, por ergoespirometría, sin embargo por costos se utilizan métodos indirectos para calcular dicho consumo de oxígeno (test de Cooper, test de Lèger entre otros). La mayoría de la evaluación directa ha sido utilizada en deportistas, y a nivel clínico desde 1976 surgieron pruebas específicas para personas sedentarias, o con alguna condición limitante (1,56).

En pacientes con trastorno cardiovascular y respiratorio la caminata de seis minutos ha tenido gran acogida, por ser una prueba submaximal que tiene muy bajos riesgos, y ha demostrado ser más ilustrativa de las actividades de la vida diaria que otras pruebas submaximales (46).

Hay escasa información de los valores en altitud intermedia, y se requiere conocer la distancia predicha en sujetos sanos a la altura de Bogotá, para su uso clínico como fórmula piloto patrón en sujetos sedentarios o con enfermedades crónicas.

#### 4. MARCO TEORICO

**Figura1. Criterios de búsqueda en bases de datos.**



Para evaluar objetivamente la capacidad funcional de un individuo hay varias pruebas disponibles, algunas de ellas ofrecen una evaluación muy completa de todos los sistemas implicados en el rendimiento del ejercicio, mientras que otras proporcionan información básica, y son más fáciles de realizar. La prueba de ejercicio cardiopulmonar (CPET) o ergoespirometría proporciona una valoración integrada de los sistemas pulmonar, cardiovascular, hematopoyético, neuropsicológico y musculo esquelético, la cual no es adecuadamente reflejada a través de la medición individual de cada sistema. (5,6,7,8,9). La CPET involucra la medición del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), producción de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) y mediciones ventilatorias durante una prueba de esfuerzo limitada por síntomas (5,8,9) y hoy por hoy, se le considera como el estándar de referencia en la evaluación de la capacidad funcional (6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,57) y es una de las medidas más extendidas en toda la ciencia del ejercicio. El concepto de que existe una tasa

finita de transporte máximo de oxígeno del medio ambiente a la mitocondria para apoyar la producción oxidativa de ATP para hacer el trabajo físico comenzó con AV Hill, y se ha utilizado de manera distinta en la ciencia clínica como una medida de rendimiento en el ejercicio como marcador de la aptitud y la enfermedad cardiovascular de la población e incluso como una señal de que los pacientes con falla cardiaca están al borde de la descompensación y en algunos casos, deben ser sometidos a trasplante cardíaco (8,9,17).

Se define como consumo de oxígeno al proceso celular de utilización del oxígeno para poder producir la energía necesaria para realizar un esfuerzo (8, 14, 16,18). La medición del  $VO_2$  esta basada en el principio de Fick, el cual expresa directamente el consumo máximo de  $O_2$  realizado principalmente por los músculos activos y resulta de la diferencia entre el contenido arterial de  $O_2$  y venoso de  $O_2$  multiplicado por la cantidad de sangre enviada por el corazón cada minuto:  $VO_{2max} = (Q) \times (CaO_2 - CvO_2)$ .

Entender esta ecuación es de suma importancia para apreciar la utilidad de la prueba de esfuerzo funcional. La medición del gasto cardiaco y la diferencia arterio-venosa de  $O_2$  es altamente invasiva; el gasto cardíaco (Q) debe coincidir estrechamente con la ventilación en el pulmón con el fin de entregar el oxígeno a los músculos que trabajan, es así como la variable que se mide en el laboratorio se hace a través del análisis de gases utilizando un ergoespirómetro. El  $VO_{2max}$  está determinado por la cantidad máxima de ventilación (VE) que se mueve dentro y fuera de los pulmones y por la fracción de esta ventilación que se extrae por los tejidos:  $VO_{2max} = VE(L/min) \times (FIO_2 - FEO_2)$  donde VE es la ventilación por minuto y  $FIO_2$  y  $FEO_2$  son las cantidades fraccionarias de oxígeno en el aire inspirado y espirado, respectivamente. La producción de  $CO_2$  ( $VCO_2$ ) también debe ser medida con el fin de corregir las diferencias entre la ventilación inspirada y espirada (6,7,9,13,17,19,20).

El  $\text{VO}_{2\text{max}}$  se define entonces como la cantidad máxima de  $\text{O}_2$  que el organismo es capaz de absorber por su aparato respiratorio, transportar a los tejidos y consumir por unidad de tiempo; se expresa en valor absoluto (l/min o ml/min) o relativo al peso corporal total ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), o en unidades metabólicas o METs (1 METs = 3,5 ml/kg/min). Esta medición fisiológica, dinámica y no invasiva permite la evaluación de la respuesta al ejercicio pico y submaximal, que proporciona información relevante para la toma de decisiones clínicas (5, 7, 8, 9, 11,12, 18,19,21,22,).

El  $\text{VO}_{2\text{max}}$  se ha convertido en la medida de laboratorio preferido de la aptitud cardiorrespiratoria y es la medida más importante durante la prueba de esfuerzo funcional. En las personas sanas, la meseta del  $\text{VO}_2$  se produce cerca al máximo esfuerzo. Esta meseta en el  $\text{VO}_2$  se ha utilizado tradicionalmente como la mejor evidencia del  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Sin embargo, en los ensayos clínicos, muchas veces dicha meseta no puede lograrse antes de la limitación de los síntomas del ejercicio. En consecuencia, el  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  se utiliza a menudo como una estimación del  $\text{VO}_{2\text{max}}$ (5,7,8,9,20).

La CPET cada vez se está utilizando mas en la práctica clínica por dos razones principales: su impacto en la toma de decisiones clínicas y una conciencia creciente de que las mediciones cardiopulmonares en reposo no proporcionan una estimación fiable de la capacidad funcional (6,7,8,9,16,17). Varias modalidades de la prueba de esfuerzo se utilizan en la práctica clínica. Algunas de ellas ofrecen información básica, tienen bajos requerimientos técnicos, y son simples de realizar, mientras que otras ofrecen una evaluación más completa de todos los elementos que intervienen en el ejercicio y requieren una tecnología más compleja. La prueba utilizada debe ser elegida basada en la pregunta clínica a tratar y sobre los recursos disponibles. Los ensayos clínicos más populares de

ejercicio en orden creciente de complejidad son subir escaleras, caminata de seis minutos (Six minute walking test: 6MWT, siglas no estandarizadas en español, pero a pesar de esto, se seguirá denominando de esta forma en el presente texto), prueba de caminata con carga progresiva, la detección del asma inducida por ejercicio, prueba de esfuerzo cardíaco y la prueba de ejercicio cardiopulmonar (CPET) (7,18,19).

La evaluación de la capacidad funcional se ha hecho tradicionalmente con sólo pedir a los pacientes lo siguiente: "¿Cuántas escaleras puede subir o cuántos cuerdas puede caminar?" Sin embargo, los pacientes varían en su recuerdo y pueden dar una sobreestimación o subestimación de su verdadera capacidad funcional. Las medidas objetivas son generalmente mejores que los auto-informes. En la década de los sesentas, Balke desarrolló una prueba sencilla para evaluar la capacidad funcional mediante la medición de la distancia recorrida durante un período definido de tiempo. En 1976, Mc Gavin y cols describieron la prueba de caminata en 12 min para evaluar la capacidad de ejercicio en pacientes con enfermedades respiratorias. Posteriormente, Butland y cols estudiaron la reproducibilidad y adaptabilidad de la prueba empleando dos, seis y doce minutos y concluyeron que la prueba de 6 minutos era la más reproducible y mejor tolerada. Esta prueba de caminata o distancia recorrida en 6 minutos de la literatura inglesa, ha adquirido gran importancia en la evaluación de la capacidad funcional en pacientes con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, especialmente en aquellos con Enfermedad pulmonar Obstructiva crónica (EPOC) (1,56). Sin embargo, más recientemente, la prueba ha sido validado en varias poblaciones, incluyendo a los pacientes con fibromialgia, accidente vascular cerebral, amputaciones, obesidad mórbida, síndrome de Down, enfermedad de Alzheimer y parálisis cerebral, entre otros (2).

La 6MWT es fácil de realizar, bien tolerada, y más ilustrativa de las actividades de la vida diaria que otras pruebas de caminata (3,4,23,24,25,45,46,60). Es una prueba práctica y simple que requiere de un pasillo de 30 metros pero no de equipo o de entrenamiento avanzado para los evaluadores. Caminar es una actividad que se realiza a diario por todos, incluso por los pacientes más severamente afectados. Esta prueba mide la distancia que un paciente puede caminar rápidamente sobre una superficie plana y dura, en un período de seis minutos. Se evalúa la respuesta global e integrada de todos los sistemas implicados durante el ejercicio, incluyendo los sistemas pulmonar y cardiovascular, la circulación sistémica, la circulación periférica, la sangre, las unidades neuromusculares, y el metabolismo muscular. Cuando se realiza de acuerdo con un protocolo estándar, (3,46) proporciona los siguientes indicadores: capacidad funcional basado en la 6MWT, integridad del intercambio gaseoso intrapulmonar basado en la saturación de oxígeno de la hemoglobina, estrés cardiopulmonar basado en la frecuencia cardíaca y el estrés relacionado con el ejercicio submáximo, utilizando las puntuaciones de la disnea y la fatiga (24). No proporciona información específica sobre la función de cada uno de los diferentes órganos y sistemas implicados en el ejercicio o el mecanismo de limitación del ejercicio, como puede ocurrir con la CPET. La 6MWT a su propio ritmo evalúa el nivel submáximo de la capacidad funcional. La mayoría de los pacientes no alcanzan la capacidad máxima de ejercicio durante la 6MWT, en su lugar, eligen su propia intensidad del ejercicio y se permite parar y descansar durante la prueba. Sin embargo, la mayoría de las actividades de la vida diaria se realizan en niveles submáximos de esfuerzo, y la 6MWT puede reflejar mejor el nivel de ejercicio funcional para las actividades físicas cotidianas (3,4,23). El perfil del  $\text{VO}_2$  de la 6MWT corresponde al de un ejercicio submáximo, caracterizado por una meseta del  $\text{VO}_2$  sin alcanzar el  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (1).

La distancia recorrida en 6 minutos se reduce en varios tipos de enfermedades, incluyendo EPOC, Hipertensión pulmonar (HTP), falla cardíaca (ICC), artritis y enfermedades neuromusculares (26,27,60). La 6MWT es una prueba especialmente atractiva para combinar representatividad funcional (deseable para el paciente) con facilidad operacional(ventajosa para el examinador). Ésta prueba constituye un estudio de capital importancia en la evaluación inicial del estado funcional, como medida transversal en el seguimiento clínico, en la valoración de la respuesta a la implementación de acciones terapéuticas y también como predictor de morbilidad y mortalidad en pacientes con patologías respiratorias y cardiovasculares (4,23,25,36,45,46,60).

En la literatura no se han encontrado datos del comportamiento de la prueba de la caminata de seis minutos en diferentes altitudes y casi todas las protocolos están hecho a nivel mar; son muy escasos los autores que describen esta prueba en ciudades con estas características (21, 57) y no mencionan la importancia de esta factor altura en el desempeño de la prueba.

El American College of sports medicine (ACSM) propone una ecuación de regresión multivariada para el cálculo del valor del consumo de oxígeno pico durante la 6MWT, con alguna información clínica mínima , como el valor de la distancia recorrida durante la prueba, la edad del paciente, el peso, la talla, y variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca pico y el valor de la tensión arterial sistólica al final de la caminata para calcular el doble producto (58):

$$VO_{2\text{pico}} = VO_2 \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1} = [0.02 * \text{distancia (m)}] - [0.191 * \text{edad (años)}] - [0.07 * \text{peso (Kg)}] + [0.09 * \text{talla (cm)}] + [0.26 * \text{doble producto (x } 10^{-3}\text{)}] + 2.45$$

Donde el doble producto ( FC \* TAS en mm Hg)

$$R^2 = 0.65 \text{ SEE} = 2.68$$

### 1. Indicaciones para la caminata de seis minutos (2)

**Tabla 1. Resumen de indicaciones para la caminata de 6 minutos**

---

COMPARACIONES PRE Y POSTRATAMIENTO

**Trasplante pulmonar**

**Resección pulmonar**

**Cirugía de reducción de volumen pulmonar**

**Rehabilitación pulmonar**

**Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)**

**Hipertensión pulmonar (HPT)**

**Insuficiencia cardíaca congestiva (ICC)**

---

ESTADO FUNCIONAL

**EPOC**

**Fibrosis Quística**

**ICC**

**Enfermedad vascular periférica**

**Fibromialgia**

**Adulto mayor**

---

PREDICTOR DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD

**ICC**

**EPOC**

---

**Fuente:** Maíllo m, Prueba de marcha de seis minutos. Una actualización práctica del posicionamiento oficial de la ATS. *Archivos de alergia e inmunología clínica* 2006; 37;4:132-142

#### a. Valoración inicial del estado funcional de cada paciente

En este caso, la 6MWT sirve para objetivar la tolerancia al ejercicio en las actividades cotidianas que la persona realiza. Clásicamente, se pregunta a los pacientes cuantos metros puede caminar hasta que comienza a manifestar síntomas, como disnea u otros. Esta apreciación puede ser influida por muchos factores, que van desde la comprensión de la pregunta hasta la tolerancia personal a la disnea, lo que puede generar erradas interpretaciones en cuanto a este importante punto de la valoración de los enfermos cardiorrespiratorios. Es aquí donde esta prueba, realizada apropiadamente y comparando la distancia alcanzada con los valores predichos para este paciente según las fórmulas más

utilizadas, informa claramente la capacidad física de cada individuo. En el seguimiento de este tipo de pacientes, será de gran valor la comparación de la distancia alcanzada, no sólo con los valores predichos para el grupo etario de cada paciente, sino también con las pruebas realizadas en oportunidades anteriores (3,4,23,59).

*b. Valoración de la respuesta ante intervenciones médicas en pacientes con enfermedad cardíaca o pulmonar moderada a severa.*

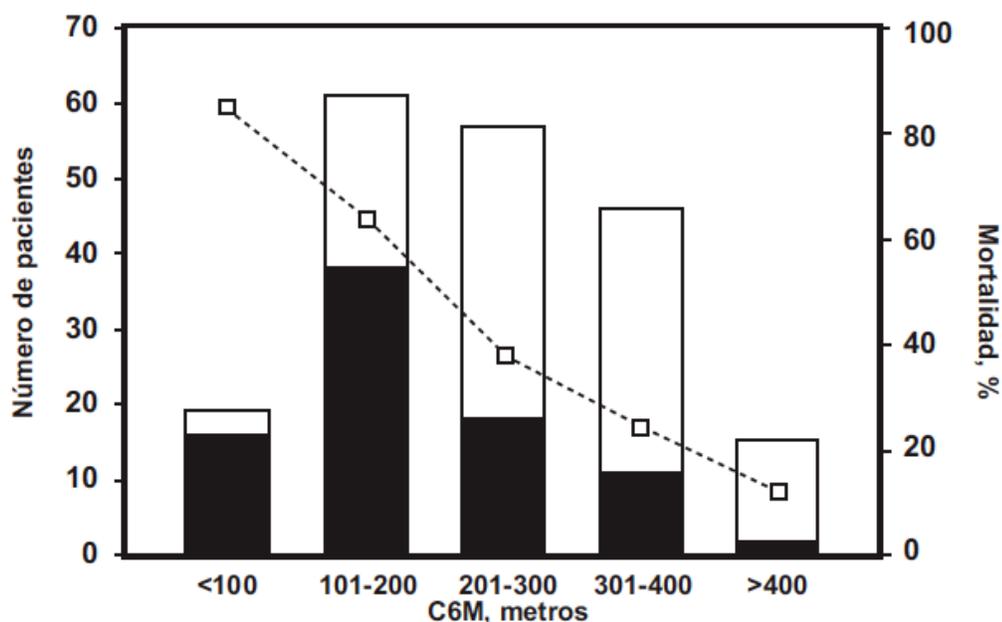
Ésta sería la indicación más ampliamente difundida, ya que la mayoría de los estudios que cuentan con algún tipo de intervención terapéutica en los individuos miden los resultados obtenidos mediante este tipo de prueba. Por esto, es extensamente utilizado en los protocolos de investigación de numerosos agentes o intervenciones farmacológicas y no farmacológicas; por ejemplo, en la evaluación de la EPOC, es utilizado para evaluar respuesta ante la rehabilitación pulmonar, cirugía reductora de volumen pulmonar, trasplante pulmonar, oxigenoterapia, suplementación ergogénica y distintos fármacos(3,4,23,56,59).

*c. Predicción de morbilidad y mortalidad.*

En pacientes con EPOC, ICC, cirugía reductora de volumen pulmonar e hipertensión pulmonar primaria puede formar parte de un conjunto de estudios o variables evaluadas para sacar conclusiones respecto del "futuro" de cada paciente en particular (2,26). Algunos autores han demostrado que pacientes con EPOC grave, la 6MWT predice mejor la mortalidad que otras dos variables con capacidad predictiva reconocida, como son el VEF<sub>1</sub> y el estado nutricional. Los autores emplearon categorías de 100 m para clasificar la capacidad de ejercicio basal y demostraron que cada categoría tenía diferencias

significativas en la sobrevida. Así, en aquellos pacientes que al inicio del estudio caminaban menos de 100 metros la mortalidad fue ~ 80%, mientras que los que caminaban más de 300 m registraron una mortalidad menor al 20% (23,27,36). El  $VO_2$  max y la distancia de la 6MWT han probado ser una mejor herramienta para predecir el pronóstico que la función cardíaca o pulmonar en reposo, y en procedimientos quirúrgicos mayores se recomienda para evaluación pre quirúrgica (14). Los pacientes con ICC suelen tener exacerbación de los síntomas durante el ejercicio y la medición de la tolerancia al ejercicio es utilizada para evaluar la capacidad funcional, que se correlaciona con la severidad de la ICC. Por lo tanto, el uso de las pruebas de estrés para la medición objetiva de la capacidad funcional es una herramienta valiosa para estratificar el pronóstico de los pacientes con ICC (10,27,30,59).

**Figura 2. Caminata en seis minutos y mortalidad.**



**Fuente:** Lisboa C. La prueba de caminata en seis minutos en la evaluación de la capacidad de ejercicio en pacientes con EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica) *Rev Méd Chile* 2008; 136: 1056-1064

d. *Detección de desaturación y titulación de oxigenoterapia.*

Mediante éste método de estudio se puede detectar fácilmente la presencia de desaturación al ejercicio; muchos pacientes, en particular los afectados por EPOC, cuando se encuentran en estado de reposo pueden mantener una saturación arterial normal, pero cuando desarrollan una actividad física de la vida cotidiana, pueden presentar desaturaciones de diferentes magnitudes y manifestar síntomas durante esta actividad. Una vez detectada la desaturación al ejercicio, deberá ajustarse la dosis de oxígeno a administrar a cada paciente en particular al momento de realizar actividades físicas (4).

La desaturación durante 6MWT se asocia con mayor mortalidad y tiene una buena correlación con las variables de la función pulmonar, tales como la capacidad vital forzada

(FVC), la difusión de monóxido de carbono (DLCO), la capacidad pulmonar total (CPT), y la SpO<sub>2</sub> en reposo en los pacientes con enfermedades pulmonares intersticiales.

En algunos estudios se ha documentado que la combinación de la zona de desaturación y la distancia recorrida en una prueba de caminata de seis minutos (índice de desaturación DDR) es un concepto prometedor y una herramienta fisiológica más fiable para evaluar las enfermedades pulmonares caracterizadas por la afectación de la membrana alveolo-capilar, tales como la enfermedad pulmonar intersticial, y otros trastornos pulmonares como el enfisema pulmonar (27).

## *2. Contraindicaciones*

Son aquellas condiciones clínicas que invalidan, en general, la realización de un esfuerzo físico. Es deseable evitar todo tipo de riesgos para la salud del sujeto bajo estudio. Por ello, éstas deberán considerarse en cada paciente a estudiar. Solo en aquellos que, pese a tener algún tipo de contraindicación, los beneficios superan claramente a los riesgos, podrá llevarse a cabo este tipo de pruebas. Siempre se asegurarán previamente las medidas de seguridad necesarias para tal caso(59).Las contraindicaciones absolutas son:

- a. Infarto agudo de miocardio (IAM) o angina de pecho inestable en el mes anterior a la prueba
- b. Frecuencia cardíaca de reposo superior a 120 lpm
- c. Presión arterial de reposo superior a 180 mm Hg (sistólica) y/o 100 mm Hg (diastólica)
- d. Arritmia cardíaca no controlada
- e. Saturación de oxígeno basal en reposo menor a 90% (sobre el nivel del mar)
- f. Falta de colaboración.

Las contraindicaciones relativas son:

- a. Dificultad en la comprensión de la prueba
- b. Trastornos musculoesqueléticos
- c. Dificultad en la marcha

Los resultados del electrocardiograma en reposo o durante los últimos 6 meses, también debe ser revisado antes de la prueba. La angina de pecho estable, no es una contraindicación absoluta para un 6MWT, pero los pacientes con estos síntomas debe realizar la prueba después de usar su medicación anti angina y la medicación de nitrato de rescate debe estar fácilmente disponible (3,31,59).

### *3. Comparación entre la caminata de seis minutos y la prueba cardiopulmonar.*

Los dos métodos se utilizan actualmente en la práctica clínica diaria para definir el alcance de la limitación al ejercicio. Las dos modalidades de prueba son consistentemente diferentes. La 6MWT es una medida de la distancia, que se considera submaximal y tal vez se aproxima más a la capacidad de realizar actividades de la vida diaria. La distancia recorrida se correlaciona bastante bien con las medidas de intercambio gaseoso del  $VO_2$  pico medidos durante test incremental, y aún mejor cuando el peso del paciente se tiene en cuenta en la distancia recorrida(44). Sin embargo, no permite que se realice una investigación a fondo de los mecanismos patogénicos implicados en la disnea y la sensación de fatiga. La prueba de ejercicio cardiopulmonar (CPET) requiere un esfuerzo máximo y proporciona una medida directa del  $VO_2$ , junto con una serie de variables respiratorias con una sólida evidencia que apoya su capacidad de pronóstico. Además, su análisis interpretativo e integrado es valioso en la definición de correlaciones

fisiopatológicos y mecanismos que llevan a la limitación del ejercicio. Ambas pruebas son de uso común para medir la limitación funcional, la evaluación de la respuesta a las diferentes intervenciones, y la morbilidad y la estratificación del riesgo de mortalidad en la población con ICC (32).

Cuando se requiere información clínica sobre la limitación funcional, existe la premisa de que la 6MWT tiene una alta aplicabilidad a las actividades cotidianas de la vida diaria, y cuando se ha realizado con sistemas portátiles para el análisis de intercambio de gases, la mayoría de los pacientes realizaban ejercicios en el metabolismo anaeróbico predominantemente, lo que sugiere que su gasto de energía estaba cerca o incluso maximal. Algunos estudios han podido demostrar que dos variables fundamentales, la distancia en la 6MWT y el  $VO_2$  pico en la CPET tienen una correlación en un nivel moderado y estadísticamente significativo en el esfuerzo máximo en pacientes con ICC clase funcional I – II, en pacientes con EPOC y en pacientes de la tercera edad con o sin evidencia de cardiopatía (7,10,26,27,33,34,35,36,). Esto puede explicar por que en la mayoría de los estudios el  $VO_{2\max}$  y la distancia lineal de la 6MWT se correlacionan (10,32).

Los resultados tanto de la prueba de esfuerzo como la evaluación de los síntomas dependen en gran medida de la motivación del paciente y de la persona que administra la prueba, y la motivación es probable que sea afectada por el hecho de los pacientes sienten que sus síntomas han mejorado. La prueba puede ser de mayor valor en los pacientes con ICC avanzada, ya que puede funcionar como una prueba de esfuerzo máximo (35,37,38,57) y es una prueba más realista para la determinación de la capacidad de ejercicio aeróbico que una CPET(35).

#### *4. Aspectos técnicos.*

Existen diversas normativas para la realización de esta prueba, La American Thoracic Society (ATS) enunció su posicionamiento oficial en marzo de 2002 (3,4).

##### *a. Lugar*

La 6MWT debe ser realizada en un pasillo continuo, oval o rectangular y con un curso punto a punto, en un ambiente techado, aunque en condiciones de buen tiempo y temperatura agradable puede realizarse al aire libre. La distancia recorrida, sin giros, no debe ser menor de 25 m, siendo lo ideal los 30 m o más. Son permitidos los giros amplios en el momento de pasar junto a los conos. Para ello se demarcará la zona y se le enseñará al paciente cómo hacerlo. De esta manera, no existirán detenciones, ni reducciones en la velocidad de marcha. No es conveniente que la marcha el paciente sea interrumpida o retrasada (3,4).

##### *b. Equipo*

- Cronómetro, cinta métrica
- Contador de vueltas mecánico
- Dos pequeños conos de señalización para marcar los puntos de giro
- Una silla que se pueda mover fácilmente a lo largo del pasillo
- Escala de percepción subjetiva del esfuerzo, percepción de disnea, impresa en cartulina plastificada, de tamaño adecuado y que permita la fácil lectura. (Anexo 1).
- Una fuente de oxígeno portátil.
- Esfingomanómetro, estetoscopio y pulsooxímetro.
- Teléfono

- Desfibrilador

*c. Preparación del paciente*

- Ropa cómoda.
- Zapatos apropiados para caminar.
- Los pacientes pueden utilizar sus ayudas habituales para caminar durante la prueba (bastón, caminador, etc.)
- La medicación habitual se debe continuar.
- No ingerir alimentos en las dos horas previas al estudio.
- Los pacientes no deben hacer ejercicio vigoroso dos horas antes de comenzar la prueba.
- Deberá existir un reposo mínimo de 15 minutos antes de realizar la prueba, para mantener la estabilidad de los parámetros vitales a un nivel basal.
- Deberá recibir una clara explicación de la metodología de la prueba, de sus riesgos y beneficios, firmar consentimiento informado (Anexo 7).
- Deberá comprender la escala de percepción subjetiva del esfuerzo (Anexo 1), el recorrido a seguir y el rol del personal de salud. Para ello será instruido previamente y se le solicitará que reitere verbalmente lo que se le ha indicado.

Al paciente se le dirá en forma clara y pausada lo siguiente:

"...Usted realizará una caminata durante seis minutos, el objetivo es que camine tan rápido como pueda para lograr la mayor distancia posible. Usted dará la mayor cantidad de vueltas que pueda por esta zona marcada. Probablemente sienta falta de aire o cansancio. Le está permitido disminuir la velocidad, parar y hasta descansar si lo necesita. Si se detiene debe reiniciar la marcha tan rápido como sea posible. No debe hablar en ningún momento de la

prueba, a menos que tenga algún problema. De ser así, será auxiliado inmediatamente. Acérquese a la línea de comienzo y aguarde hasta que yo le diga que puede comenzar a caminar..." (3,23)

*d. Personal*

Siempre que sea posible, la prueba será realizada por dos evaluadores, quienes deberán estar con el paciente para mejorar la calidad del estudio y conferirle mayor seguridad esta práctica. Uno llevará el registro de la prueba en una planilla, y el otro acompañará al paciente en su recorrido y lo alentará durante el desarrollo de la marcha, ayudando a portar el tubo de oxígeno, o el oxímetro de pulso, si el paciente los debe utilizar en la caminata.

*e. Acciones del evaluador*

Obtener frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y presión arterial basal, y percepción de los síntomas de disnea o cansancio en las piernas antes de la marcha.

Instruir adecuadamente al paciente sobre la prueba.

Deberá acompañar al paciente desde atrás en su caminar alentándolo a que continúe con el esfuerzo e indicándole cuanto tiempo le resta para culminar la prueba cada 30 segundos o un minuto durante la caminata.

En este punto, la estimulación, se torna un elemento muy importante a tener en cuenta cuando se realiza el estudio. Según la normativa propuesta por la ATS, la estimulación verbal deberá realizarse preferentemente cada minuto con frases ya estandarizadas (Anexo 2) (3).

Si el paciente se detiene antes de los 6 minutos y se niega a continuar, se debe acercar la silla para que el paciente pueda sentarse, y se anota la distancia, el tiempo en que se detuvo, y la razón para detenerse antes de tiempo.

Una vez finalizados los seis minutos, se hará sentar al paciente y se continuará cada minuto, durante tres a cuatro minutos más, registrando FC, presión arterial, saturación, puntuación de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo para disnea y fatiga, y otros síntomas si se presentan.

El paciente deberá permanecer en el lugar hasta que todas las variables estudiadas vuelvan al estado basal y se encuentre libre de síntomas. Se sugiere igualmente una espera mínima de 30 minutos luego de concluida la prueba. Por todas las actividades y como se mencionó anteriormente, es preferible que la prueba la realicen dos personas entrenadas.

Una de ellas acompaña al paciente, lo estimula y carga con la bala de oxígeno, confiriéndole además seguridad mientras realiza la prueba. El otro evaluador registra la cantidad de vueltas realizadas, saturación, escala de disnea y fatiga, cronometrando el tiempo de la prueba y los estímulos verbales (4).

#### *f. Condiciones de seguridad*

Las pruebas deben realizarse en un lugar donde haya una respuesta rápida y adecuada ante una posible emergencia. La adecuada ubicación de un carro de paro debe ser determinado por el médico supervisor de la instalación. Los suministros que deben estar disponibles incluyen oxígeno, nitroglicerina sublingual, Ácido acetil salicílico, y salbutamol (inhalador o un nebulizador). Un teléfono u otros medios debe estar en su lugar para permitir una llamada auxilio.

El evaluador debe estar certificado en reanimación cardiopulmonar con formación, experiencia y certificación en los ámbitos relacionados con la salud (enfermera, terapeuta respiratorio registrado, técnico certificado de la función pulmonar, etc.).

Si un paciente está en tratamiento con oxígeno crónico, el oxígeno se debe administrar en las mismas condiciones en que lo recibe en su domicilio, o puede considerarse durante la prueba un aumento de dos a tres litros del flujo de oxígeno por encima del recomendado en reposo (3,4,59).

Causas de inmediata suspensión de la prueba

- Dolor precordial.
- Disnea intolerable.
- Caída de saturación por debajo de 86%.
- Calambres musculares.
- Marcha tambaleante.
- Mareos o vértigo.
- Palidez o diaforesis súbita.

##### *5. Calidad de la prueba*

- *Fuentes de variabilidad*

Hay muchas fuentes de variabilidad en la 6MWT (Tabla 2). Las fuentes de variabilidad causadas por el procedimiento de la prueba en sí, deben ser controladas lo más posible. Esto se hace siguiendo las normas estandarizadas y mediante el uso de un programa de garantía de calidad (3,4,59).

**Tabla 2. Variabilidad de la 6MWT**

<b>Factores que reducen la 6MWT</b>	Talla más baja Edad avanzada mayor peso Corporal Género femenino Deterioro cognitivo Pasillo corto (más vueltas) Enfermedad pulmonar (EPOC, asma, fibrosis quística, enfermedad pulmonar intersticial) Enfermedades cardiovasculares (angina de pecho, IAM, ICC, ACV, AIT, TVP, AAI) Trastornos musculo esqueléticos (artritis, lesiones de cadera, rodilla o tobillo, atrofia muscular, etc.)
<b>Factores que aumentan la 6MWT</b>	Talla más alta (piernas más largas) Género masculino Alta motivación Paciente que ya ha realizado la prueba Medicamentos para una enfermedad incapacitante tomada justo antes de la prueba Suplementación de oxígeno en pacientes con hipoxemia inducida por el ejercicio

**Fuente: American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test, Am J Respir Crit Care Med 2002 vol 166: 111 – 117**

- *Prueba de práctica*

Una prueba de la práctica no es necesaria en la mayoría de situaciones clínicas, pero debe ser considerada. Si se realiza una prueba práctica, esperar por lo menos 1 hora antes de la segunda prueba y se informa sobre la más alta como línea de base del paciente. La 6MWT es sólo ligeramente más alto para un segundo 6MWT realizada un día después. La media de aumento reportado un rango de 0 a 17% (3,4).

- *Experiencia y entrenamiento del evaluador*

Los evaluadores que realizan la 6MWT deben ser entrenados mediante el protocolo estándar y bajo la supervisión de varias pruebas antes de realizarla solos. También debe haber completado entrenamiento en resucitación cardiopulmonar.

- *Estimulación*

Sólo las frases estandarizadas(Anexo 2) deben ser utilizadas durante la prueba.

- *Prueba con suplemento de oxígeno*

La prueba con oxígeno se realizará en todo paciente que ya tenga la indicación de oxigenoterapia cuando realiza ejercicio, o en todo aquel que haya presentado caídas de la saturación arterial durante la realización de pruebas de caminata previas. Está demostrado que la provisión de oxígeno en pacientes con EPOC o enfermedad intersticial pulmonar aumenta la distancia recorrida. Por ello, debe considerarse siempre en la interpretación de la prueba la utilización o no de este medicamento. Es aconsejable que el paciente utilice el mismo mecanismo de provisión de oxígeno que utiliza en su casa como también la misma cánula y flujo, y toda esta información se registrará en la planilla de informe. (39).

- *Medicamentos*

El tipo de medicamento, dosis y número de horas antes de la prueba se debe tener en cuenta. La mejora significativa en la distancia recorrida, o la escala de disnea, después de la administración de broncodilatadores ha sido demostrada en pacientes con EPOC (1), así como los medicamentos cardiovasculares en pacientes con ICC.

#### *6. Interpretación y valores normales*

La interpretación de la distancia obtenida por cada paciente varía según se trate de una prueba realizada para evaluar la respuesta a una intervención médica en un paciente dado, o de una primera valoración de un paciente o de su estado funcional. En el primer caso, lo más importante es el hallazgo de una diferencia, considerada de antemano significativa,

entre las distancias registradas en las 6MWT realizadas antes y después de la intervención médica (p. ej., respuesta a un medicamento) (1).

Según datos estadísticos, el cambio mínimo clínicamente importante (MCI) de la caminata en seis minutos fue establecido por Redelmeir y cols, quienes consignaron una media de 54 m con un intervalo de confianza de 95% (IC 95%) entre 30 y 72 m. Estos valores se han utilizado para establecer si una intervención produce cambios clínicos que puedan ser considerados como beneficiosos para el paciente con EPOC (1,25).Entretanto, para pacientes gravemente limitados, aumentos menores de la distancia caminada deben ser considerados como "respuesta". Por ejemplo, pacientes capaces de recorrer solo 100-150 m en la evaluación inicial, y que aumentan unos 50 m en la reevaluación. En esta situación, la mejor forma de interpretar estos hallazgos es expresar la respuesta como variación en valores relativos (porcentaje de cambio).

En la valoración inicial de un paciente, y para determinar si la distancia que este paciente caminó es comparable con la distancia que la mayoría de la población de su mismo grupo etario caminaría, se utilizan desde hace unos años valores de referencia calculados a partir de fórmulas matemáticas derivadas de ecuaciones de regresión basadas en la edad, peso y género, en personas de edades comprendidas entre los 20 y 80 años, y englobando diferentes tipos de población(Tabla 3). Otra alternativa para maximizar la información proporcionada por la 6MWT implica el uso de los índices combinados que tengan en cuenta el costo metabólico de lograr un 6MWT determinado (como el producto  $6MWT \times$  peso corporal) o, como sugirió recientemente un estudio realizado en Brasil, para los pacientes con enfermedad pulmonar intersticial, la intensidad de la hipoxemia inducida por el ejercicio (por ejemplo, la relación 6MWT/desaturación) (24,27)

**Tabla 3. Características de los estudios que formulan ecuaciones de referencia para la predicción de la distancia recorrida en la 6MWT (12).**

<b>Estudio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Criterio de exclusión</b>
Enrigh y Sherrill (3)	Aleatoria. 117 hombres y 173 mujeres, EE.UU., $\geq 40$ años seleccionados partir de una base de datos con 3.805 personas.	$> 80$ años, $IMC > 35 \text{ kg/m}^2$ , la presencia de EAP, antecedentes de ACV, uso de diuréticos, espirometría anormal y tabaquismo actual.
Troosters y cols(4)	A conveniencia. 53 individuos sanos de Bélgica entre 50 y 85 años. Los participantes eran familiares de los estudiantes de la Universidad local.	Los individuos sedentarios y libres de lesiones y no tenían antecedentes de hospitalizaciones o enfermedades que afectaran la capacidad de caminar.
Gibbons y cols (32)	A conveniencia. 89 de EE.UU., entre 20 y 80 años, seleccionados x conveniencia del hospital local y la comunidad a través de anuncios en los periódicos.	Antecedentes de cualquier enfermedad, especialmente asma u otras enfermedades pulmonares, angina de pecho estable o episodios de síncope, enfermedades del corazón, HTA, AR, DM, cáncer, enfermedad neuromuscular, uso de medicamentos, espirometría anormal y signos EKG de IAM reciente, bloqueos cardíacos, arritmias o ectopia ventricular. Participantes clasificados como fumadores, ex fumadores y no fumadores.
Enrigh y cols (33)	A conveniencia. 437 mujeres sanas y 315 hombres sanos de los EE.UU., con edad $\geq 68$ años.	El uso regular ortesis para caminar, descenso saturación de oxígeno $< 90\%$ , incapacidad para caminar debido a problemas músculo esqueléticos, dolor de pecho en las últimas 4 semanas, IAM, PTCA, cirugía de corazón en los últimos tres meses, FC en reposo $< 50 \text{ lpm}$

Estudio	Muestra	Criterio de exclusión
		y > 110 lpm sin alteraciones en el EKG, alteraciones agudas en el ECG del segmento ST y onda T, decisión del participante o conclusión del equipo de que el participante no fue capaz de completar con seguridad la prueba.
Chetta y cols (34)	Aleatoria. 102 individuos sanos procedentes de Italia, con edades entre 20 a 50 años (54 mujeres). Voluntarios de la Universidad y la comunidad adyacente.	Todas las personas estaban libres de lesiones y sin antecedentes de hospitalización o enfermedades crónicas que pudieran afectar su capacidad para realizar ejercicios. Además, no participaron en actividades deportivas y no fumadores.
Camarri y cols (35)	Aleatoria. 168 personas de Australia fueron seleccionadas de una base de datos utilizada en un estudio previo. De ellos, 25 no fueron localizados, 37 optaron por no participar en el estudio y 38 fueron excluidos por problemas de salud. La muestra final estuvo compuesta por 70 individuos (33 hombres) de entre 55 y 75 años.	Espirometría anormal, uso de medicamentos que puedan afectar la capacidad del ejercicio, TA > 150/100 mm Hg, DM, infecciones respiratorias recientes, uso de ortesis para caminar y enfermedades neuromusculares y / o osteo articulares que podrían impedir la prueba de caminata. Los fumadores que no presentaron alteraciones de la función pulmonar y síntomas respiratorios participaron en el estudio
Poh y cols (36)	A conveniencia. 35 personas de Singapur, entre 45 y 85 años, seleccionados de los centros comunitarios y la comunidad adyacente local.	Antecedentes de enfermedad cardiovascular sintomática, antecedentes familiares de aterosclerosis, la hiperlipidemia diagnosticada, TA en reposo > 150/100 mm Hg, FC en reposo > 100 lpm, espirometría anormal, trastornos metabólicos, infecciones respiratorias recientes,

Estudio	Muestra	Criterio de exclusión
Masmoudi y cols (37)	A conveniencia. 155 personas de Túnez, entre ellas 75 mujeres, con edades entre 40 y 80 años, fueron evaluados.	diferencia en la longitud de las extremidades inferiores, necesidad de utilizar ortesis para la marcha y dolor musculo esquelético o discapacidad. Los fumadores que no presentan alteraciones de la función pulmonar y síntomas respiratorios participaron en el estudio.
Alameri y cols (38)	A conveniencia. Profesores de 3 escuelas públicas, estudiantes, trabajadores y visitantes de la Universidad local y empleados de una empresa pública. De los 296 individuos evaluados en varias regiones de Riad, capital de Arabia Saudita, 58 (20,0%) fueron seleccionados para la validación de la ecuación. La ecuación de referencia fue creada con 127 hombres y 111 mujeres entre 16 y 50 años.	Las personas con historia sugestiva de enfermedad cardiopulmonar, fumadores actuales o ex fumadores, personas con infecciones respiratorias recientes, problemas que podrían afectar a la prueba de caminata, TA basal > 140/90 mm Hg, FC en reposo > 100 lpm, IMC > 35 kg/m <sup>2</sup> o espirometría anormal fueron excluidos del estudio.
Ben Saad y cols (39)	A conveniencia. 125 mujeres y 104 hombres de Túnez, edad ≥ 40 años, fueron evaluados entre los empleados de un hospital y los familiares de los estudiantes de la Universidad local.	Personas con contraindicaciones para realizar la prueba de caminata, fumadores actuales, aquellos con enfermedades cardiopulmonares, metabólicas u ortopédicas, obesidad mórbida o con bajo peso y aquellos sometidos a tratamiento crónico con medicamentos fueron

Estudio	Muestra	Criterio de exclusión
Casanova y cols (21)	A conveniencia, 238 hombres y 206 mujeres, 10 ciudades/ 7 países (Sao Paulo Brasil, Santiago en Chile, Bogotá Colombia; Pamplona, Santa Cruz de Tenerife y Zaragoza en España; Montevideo en Uruguay, Boston, MA y Tampa, FL en USA; Caracas Venezuela) Nov 2005–Mayo 2008. Edad 40–80 años.	excluidos del estudio. Personas con historia de enfermedad crónica que pudiera interferir con la capacidad del ejercicio. Involucradas en algún deporte competitivo.
Iwama y cols (40)	A conveniencia. 134 personas de Brasil, con edad $\geq 13$ años, fueron evaluados. Los participantes fueron seleccionados entre los estudiantes de una universidad local y los empleados del hospital donde se realizó el estudio, así como individuos de la comunidad adyacente.	Espirometría anormal, el diagnóstico de enfermedad cardiovascular y/o pulmonar, cualquier trastorno capaz de interferir con la capacidad de caminar (enfermedad metabólica o músculo esquelética, déficit cognitivo, o la necesidad de utilizar un dispositivo de ayuda para la marcha) y el uso de medicamentos para enfermedades crónicas. Sin embargo, las personas con presión arterial controlada, así como los fumadores sin alteraciones de la función pulmonar y síntomas respiratorios se incluyeron en el estudio.

<b>Estudio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Criterio de exclusión</b>
Soares y cols (66)	132 individuos (66 hombres y 66 mujeres) entre 20 y 80 años de edad. Las personas incluidas en el presente estudio fueron reclutados de entre los que trabajan en el Hospital São Paulo para los servicios civiles estatales, ubicado en la ciudad de São Paulo, Brasil.	Enfermedades que afectan a la deambulación, incluyendo ACV, enfermedades neuromusculares, enfermedad vascular periférica, artritis, déficit cognitivo, trastornos musculo esqueléticos, claudicación, síntomas respiratorios, gripe o cualquier otra enfermedad pulmonar en los últimos siete días, cirugía torácica, enfermedades del corazón, HTA no controlada, TAS $\geq$ 150 mm Hg o TAD $\geq$ 100 mm Hg, haber trabajado > 1 año en entornos donde la concentración de polvo era alta, tabaquismo, exposición a humo de leña, DM, IMC < 18 kg/m <sup>2</sup> o > 40 kg/m <sup>2</sup> , enfermedades metabólicas, o medicación con estatina, o ser atleta.
Osses y cols (13)	175 sujetos (98 mujeres), voluntarios sanos, entre 20 y 80 años, habitantes de las ciudades de Santiago y Concepción	Antecedente de asma u otra enfermedad respiratoria, síndrome coronario reciente, arritmias, HTA no controlada, insuficiencia respiratoria y enfermedades neuromusculares que impidieran la adecuada realización del examen.

**Fuente:** Adaptado de Dourado V. Reference Equations for the 6-Minute Walk Test in Healthy Individuals. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2010

Varios estudios han evaluado los valores normales de la 6MWT y de ellos, algunos han evaluado los atributos determinantes de la misma a través de regresión múltiple y formulando algunas ecuaciones de referencia (Tabla 4). La diversidad de la población evidente usada para formular estas ecuaciones de referencia, asociado a los diferentes protocolos utilizados para realizar la 6MWT, en su mayoría, explica la variabilidad de los resultados observados en los diferentes estudios, también la influencia del género en la 6MWT es una constante y se ha descrito en varios estudios. En la actualidad, no hay ecuaciones de referencia universalmente aceptadas para su uso clínico y son escasos los datos disponibles de estudios multicéntricos que evalúen las posibles diferencias regionales de esta prueba (21). Otras variables, como los índices de la espirometría y respuesta de frecuencia cardíaca, también fueron seleccionados como determinantes en algunos estudio pero pueden subestimar la capacidad de ejercicio de los pacientes. Las ecuaciones que sólo utilizan las características demográficas y antropométricas, tales como edad, género, peso y altura, parecen ser más útiles en la práctica clínica.

Hay pocos reportes de la 6MWT hechos en altura, uno de ellos utilizó la pulso oximetría como tamizaje para predecir las posibilidades de éxito de llegar a la cima del monte Aconcagua (57);y el otro es un estudio internacional, multicéntrico, que incluyó pacientes voluntarios en la ciudad de Bogotá, donde evaluaron las variaciones geográficas de la 6MWT en adultos sanos (21). La Asociación Latinoamericana del Tórax ha demostrado que los valores de la 6MWT son mayores en las muestras en América Latina, que en los de los países en el hemisferio norte (España y Estados Unidos). Las diferencias observadas en estos estudios indican la necesidad de explorar los factores responsables de las diferencias y para normalizar aún más la prueba.

**Tabla 4. Ecuaciones de referencia para la predicción de la distancia caminada en la 6MWT en individuos sanos extranjeros.**

Estudio	Ecuaciones
Enrighth y Sherrill (3)	♂: $6MWTm = (7,57 \times \text{talla}) - (5,02 \times \text{edad}) - (1,76 \times \text{kg}) - 309$ , $r^2 = 0,42$ ♀: $6MWDm = (2,11 \times \text{talla}) - (2,29 \times \text{kg}) - (5,78 \times \text{edad}) + 667$ ; $r^2 = 0,38$
Troostersy cols (4)	Ambos: $6MWTm = 218 + (5,14 \times \text{talla} - 5,32 \times \text{edad}) - (1,80 \text{ kg} \times \text{peso}) + (51,31 \times \text{el género: } \delta = 1; \text{ } \text{ } = 0)$ , $r^2 = 0,66$
Gibbonsy cols (55)	Ambos: $6MWTm = 868,8 - (\text{años} \times 2,99) - (\delta = 0; \text{ } = 1 \times 74,7)$ , $r^2 = 0,41$
Enrighth y cols (33)	♂: $6MWTm = 539 + (6,1 \times \text{talla}) - (0,46 \text{ kg} \times \text{peso}) - (5,8 \times \text{edad})$ , $r^2 = 0,20$ ♀: $6MWTm = 493 + (2,2 \times \text{talla}) - (0,93 \text{ kg de peso} \times \text{ } ) - (5,3 \times \text{edad})$ , $r^2 = 0,20$
Chetta y cols (34)	Ambos: $6MWTm = 518,853 + (1,25 \times \text{talla}) - (2,816 \times \text{edad}) - (39,07 \times \delta = 0; \text{ } = 1)$ , $r^2 = 0,42$
Camarrri y cols (35)	Ambos: $6MWTm = 64,69 + (3,12 \times \text{talla}) + (23,29 \times \text{VEF}_{1L})$ , $r^2 = 0,43$ Ecuación alternativa. tanto: $6MWTm = 216,90 + (4,12 \times \text{talla}) - (1,75 \times \text{edad}) - (1,15 \times \text{peso}) - (34,04 \times \text{ } = 0 \text{ hombres, mujeres} = 1)$ , $r^2 = 0,36$
Pohs y cols (36)	Ambos: $6MWTm = (5,50 \times \text{ } \times \text{FC}_{\text{max}}) + (6,94 \times \text{talla} - (4,49 \times \text{edad}) - (3,51 \times \text{peso}) - 473,27$ ; $r^2 = 0,78$
Masmoudi y cols(37)	Ambos: $6MWTm = 299,8 - (4,34 \times \text{edad}) + (342,6 \times \text{talla} - (1,46 \times \text{peso}) + (62,5 \times \delta = 1; \text{ } = 0)$ , $r^2 = 0,60$
Alameri y cols(38)	Ambos: $6MWTm = (2,81 \times \text{talla} + (0,79 \times \text{edad}) - 28,5$ ; $r^2 = 0,25$
Ben Saad y cols (50)	Ambos: $6MWTm = 720,50 - (160 \times \text{ } = 0 \text{ } , \text{ } = 1) - (5,14 \times \text{edad}) - (2,23 \times \text{peso}) + 2,72 \times \text{altura}$ , $r^2 = 0,77$
Soares y cols (66)	$6MWT = 511 + \text{talla}^2 \times 0,0066 - \text{edad}^2 \times 0,030 - \text{IMC}^2 \times 0,068$
Iwama y cols (40)	$6MWT = 622,461 - (1,846 \times \text{edad}) + (61,503 \times \text{genero})$ $r^2 = 0,300$ ( $\delta = 1; \text{ } = 0$ )
Osses y cols (13)	♀ $457 - 3,46 \times \text{Edad (años)} + 2,61 \times \text{Talla (cm)} - 1,57 \times \text{Peso (kg)} \pm 53$ (EE) ♂ $530 - 3,31 \times \text{Edad (años)} + 2,36 \times \text{Talla (cm)} - 1,49 \times \text{Peso (kg)} \pm 58$ (EE)
Casanova y cols (21)	$361 - (\text{edad} \times 4) + (\text{talla} \times 2) + (\text{FC}_{\text{max}}/\text{FC}_{\text{max}}\% \text{ pred} \times 3) - (\text{peso} \times 1,5) - 30$ (si son ♀)

**Fuente: Adaptado de Dourado V. Reference Equations for the 6-Minute Walk Test in Healthy Individuals.**

♂ -género masculino; ♀ - género femenino; Ambos: ambos géneros; 6MWT - distancia recorrida en la prueba de caminata de 6 minutos; FEV<sup>1</sup> - Volumen espiratorio forzado del 1 segundo; FC - frecuencia cardiaca; FC<sub>máx</sub>% - porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima al final de la prueba.

## **5. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento de la caminata de seis minutos en adultos sanos entre 22 y 42 años a la altura de Bogotá

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Cuantificar la distancia recorrida de la prueba de la caminata de los seis minutos en sujetos sanos de ambos géneros entre 22 y 42 años que viven en Bogotá.
- Analizar las variables antropométricas (peso, talla, IMC,) y fisiológicas (frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno directo, saturación de oxígeno, Tensión arterial sistólica), en ambos géneros durante la caminata de los seis minutos.
- Calcular el consumo de oxígeno directo tanto en la prueba de caminata como en tapete rodante para hacer la comparación porcentual.
- Determinar el porcentaje de desaturación de oxígeno a 2600 msnm en la prueba de la caminata de los seis minutos en población sana.
- Generar una ecuación de regresión lineal piloto, que permita establecer valores de referencia para su uso en Bogotá.

## **6. PROPOSITO**

- El propósito de este estudios generar una ecuación de regresión lineal piloto que permita establecer valores de referencia para su uso en Bogotá en sujetos sanos entre 22 y 42 años.

## 7. ASPECTOS METODOLOGICOS

### *Tipo de estudio*

Estudio piloto, cuasi experimental, analítico, de corte transversal.

### *Población de referencia y muestra*

Población: Sujetos sedentarios sanos voluntarios de ambos géneros, trabajadores de la Fundación Clínica Shaio.

Muestra tomada a conveniencia en voluntarios sanos entre 22y 42 años, de ambos géneros, que aceptaron participar en el protocolo, que cumplían los criterios de inclusión y exclusión,

### *Criterios de inclusión*

a-Sujetos que cumplan los criterios de la definición de aparentemente sano establecidos por la American Heart Association (AHA) y residentes en Bogotá:

“(…), hombres menores de 45 años, mujeres menores de 45 años, quienes no tienen síntomas de ó presencia conocida de enfermedad cardiaca o factor de riesgo mayor para enfermedad arterioesclerótica cardiovascular (58).

b-Edad entre 22– 42 años

c- No involucradas en deportes competitivos.

d-Firma del consentimiento informado antes de realizar las pruebas.

### *Criterios de exclusión*

1. Antecedentes de asma, Enfermedad obstructiva crónica o síntomas respiratorios
2. Antecedente de enfermedad coronaria o angina inestable.
3. Insuficiencia cardiaca congestiva

4. Arritmias
5. Hipertensión arterial sin tratamiento
6. Uso de marcapasos implantable o cardiodesfibrilador
7. Enfermedad valvular cardiaca
8. Enfermedad cardiaca congénita
9. Antecedente de cirugía cardiaca o pulmonar
10. Antecedente de Enfermedad cerebro vascular.
11. Diabetes mellitus.
12. Enfermedades neuromusculares, metabólicas o cognitivas que impidieran la adecuada realización de la prueba.
13. Uso de ortesis para caminar
14. Tensión arterial (TA) basal mayor o igual a 140/90 mm Hg
15. Frecuencia cardiaca (FC) en reposo mayor a 100 lpm
16. Índice de masa corporal (IMC) mayor a  $25 \text{ kg/m}^2$
17. Saturación de oxígeno menor a 90%
18. Espirometría anormal, con Volumen espiratorio forzado del primer segundo ( $\text{VEF}_1$ ) menor del 70% del predicho
19. Permanencia en altura menos de seis meses
20. Extranjero
21. Fumador o antecedente de tabaquismo
22. Mujeres embarazadas
23. Personas menores de 18 años.

## Variables

**Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables.**

Variable	Etiqueta	Nivel de medición	Valor final
<b>Género</b>	Género	Nominal	1 masculino 2 femenino
<b>Edad</b>	Edad	Escala	# en años
<b>Peso</b>	Peso	Escala	# en kg
<b>Talla</b>	Talla	Escala	# en cm
<b>Índice de masa corporal</b>	IMC	Escala	# en kg/m <sup>2</sup>
<b>Frecuencia cardíaca en reposo</b>	FC Reposo	Escala	# lpm
<b>Saturación de oxígeno en reposo</b>	SpO <sub>2</sub> Reposo	Escala	# en %
<b>Distancia caminata de 6 min</b>	Distancia 6MWT	Escala	# en m
<b>Consumo de oxígeno pico caminata 6 min</b>	VO <sub>2Pico</sub> 6MWT	Escala	# ml/kg/ min <sup>-1</sup>
<b>Frecuencia cardíaca Pico caminata 6 min</b>	FC <sub>Pico</sub> 6MWT	Escala	# lpm
<b>Saturación de oxígeno caminata 6 min</b>	SpO <sub>2</sub> Final 6MWT	Escala	# en %
<b>Porcentaje desaturación caminata 6 min</b>	% desaturación 6MWT	Escala	# en %
<b>Escala de percepción subjetiva del esfuerzo caminata 6 min</b>	PSE 6MWT	Ordinal	#
<b>Consumo de oxígeno máximo test cardiopulmonar</b>	VO <sub>2max</sub> CPET	Escala	# ml/kg/min <sup>-1</sup>
<b>Tensión arterial Sistólica</b>	mm Hg	Escala	
<b>Doble producto</b>	mm Hg/min	Escala	mm Hg/min

## Materiales y métodos

### a. Selección de la muestra

Convocatoria a la población (940 empleados) a través de la página web de la Fundación Clínica Shaio (Anexo 9). En dicha convocatoria se aplicó un cuestionario pre participativo a través de correo electrónico o encuesta presencial a todas las voluntarias del estudio, para determinar si se encontraba en la definición de aparentemente sano (Anexo 5). Una vez aplicado el cuestionario, se hizo una preselección de individuos que pudieran ser parte del estudio y se les envió un correo electrónico con los requisitos para la prueba. A todos los sujetos preseleccionados se les realizó historia clínica, que incluía los siguientes datos:

peso, talla, (medidos con una báscula y tallímetros calibrados), signos vitales, y saturación de oxígeno (Anexo 6).

*b. Valoración Pulmonar y electrocardiográfica*

Una vez seleccionados los individuos se les realizó con el Ergoespirómetro portátil (Oxycon Mobile), para evaluar los valores de capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $VEF_1$ ) y la relación  $VEF_1/FVC$  y así descartar cualquier alteración en la ventilación pulmonar (47,51).

A los mismos participantes se les realizó un electrocardiograma de doce derivaciones con el mismo equipo Oxycon Mobile, para documentar cualquier tipo de arritmias o signos de isquemia miocárdica.

*c. Prueba de la caminata de los seis minutos:*

Antes de aplicar las pruebas se firmó un consentimiento informado (Anexo 7). La 6MWT se realizó en una oportunidad, en un corredor rectangular de 30 metros de largo ubicado en el interior de la clínica, de acuerdo a las recomendaciones de la ATS (1). Durante la 6MWT se utilizaron las frases de estimulación sugeridas por las normas de la ATS (Anexo 2).

Se realizó medición al inicio y al final de la prueba, de la frecuencia cardiaca, la Presión arterial y la saturación de oxígeno ( $SpO_2$ ) con un oxímetro de pulso y el grado de dificultad respiratoria mediante la escala de percepción subjetiva del esfuerzo de 1 a 10 (48).

*d. Prueba de ejercicio cardiopulmonar (Ergoespirometría) CPET:* Antes de aplicar la prueba debe haber cumplido los requisitos generales:

- Examen médico de aptitud

- Consentimiento informado (Anexo 8).
- Ropa deportiva
- Haber dormido mínimo cinco horas
- Ingesta de alimento previa mínimo dos horas
- No cigarrillo ó café dos horas antes de la prueba
- Calentamiento previo de 10min

A todos los voluntarios del estudio, se les realizó una prueba de ergoespirometría en banda sin fin con el objetivo de determinar su consumo de oxígeno pico ( $VO_{2\text{pico}}$ ), se utilizó un Ergoespirómetro portátil (Oxycon Mobile) con un protocolo continuo con carga incremental en rampa, según lo establecido por Wasserman; dicho protocolo, iniciaba con una velocidad de 2,5 millas por hora, con una inclinación del uno por ciento y se aumentaba la velocidad una milla por hora cada minuto hasta la fatiga (2,5mph/1/60s). Previa calibración, el equipo analiza las muestras respiración a respiración con una máscara facial que empata confortablemente a través de un circuito abierto, y los datos son enviados a un computador vía inalámbrica (telemetría). El software del equipo, incluye espirometría, programa flujo volumen, programa de registro en línea para los datos transmitidos, software de evaluación y sistema de reporte.

Criterios de prueba maximal:

- Meseta de  $VO_2$  ( $VO_{2\text{max}}$ ) ó Pico de  $VO_2$  por tratarse de población no deportista.
- No aumento de 150ml de  $O_2$  con un aumento de carga
- Alcanzar la  $FC_{\text{max}}$  teórica
- Alcanzar un cociente respiratorio (R) superior a 1.1

### *Recolección de la información*

El instrumento utilizado incluyó una encuesta pre participativa en el siguiente link: (<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?fromEmail=true&formkey=dHhMemRqSnUydFk4bFBtNTFwWGRNSIE6MQ>) (Anexo 10), donde los voluntarios al estudio respondieron y lo enviaron al correo: estudiocaminatashaio@gmail.com. Una vez recolectada toda la información de las encuestas, se preseleccionaron los candidatos para las pruebas. A través de vía telefónica o correo electrónico se contactaron los voluntarios para realizar el examen de aptitud (Anexo 6), que además incluía electrocardiograma y espirometría. Los datos de la prueba de la caminata de los seis minutos se consignaron en un formato pre impreso (Anexo 3); también se realizó un informe para los datos de la ergoespirometría en un formato pre impreso (Anexo 4).

## **8. ANALISIS ESTADÍSTICO**

Los datos serán exportados para su análisis al software estadístico SPSS versión 22.0 y Medcalc versión 14.12, las variables cualitativas, se presentaran con frecuencias absolutas y relativas (%), las variables cuantitativas, se presentaran con media, desviación estándar, valores máximos y mínimos. Se realizaran análisis de correlación tipo Pearson entre las variables. Se formulará una ecuación de regresión simple para el cálculo de la variable consumo de oxígeno pico y se generará una ecuación de regresión múltiple para obtener la distancia predicha de la prueba de caminata con las variables dependientes.

## **9. ASPECTOS ETICOS**

### *a. Normatividad nacional*

De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, en el capítulo 1, artículo 5 se encuentra el señalamiento sobre la gran importancia del criterio de respeto a la dignidad del ser humano y la protección de sus derechos y su bienestar.

Dentro del artículo 6, se destacan los siguientes criterios de investigación:

- Se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen.
- Deberá prevalecer la seguridad de los beneficiarios y expresar claramente los riesgos mínimos.
- Contará con el consentimiento informado y por escrito del empresario sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la presente resolución

### *b. Normatividad internacional*

El presente estudio se ajustó a los principios enunciados en la declaración de Helsinki de la asociación médica mundial de 2008 que rige la investigación en salud a nivel internacional, y fue revisado y avalado por el comité de ética e investigaciones de la Fundación Clínica Shaio.

## ORGANIGRAMA



## 10. RESULTADOS

Mediante convocatoria a los empleados de la clínica, se logró citar a 34 voluntarios sanos, pero de esta muestra, seis de ellos sólo asistieron a la valoración médica, otros dos realizaron solo una de las pruebas y el otro tuvo que ser descartado por sobrepeso (IMC mayor a 27 Kg/m<sup>2</sup>). Un total de 25 individuos (16 mujeres y 9 hombres) fueron incluidos en el análisis final. La prueba fue bien tolerada por todos los participantes, no se requirió de asistencia médica y ninguna de las pruebas se interrumpió antes de los seis minutos; éstas pruebas fueron realizadas en un espacio de 30 metros dentro de las instalaciones de la fundación clínica Shaio, usando el protocolo de la ATS. Las pruebas fueron supervisadas con las frases estandarizadas de estimulación verbal.

Los participantes eran individuos sanos sin sobrepeso y sin comorbilidades. El género que más aportó casos al estudio fue el femenino (64%); de acuerdo con una edad de  $31 \pm (4.5)$  y  $30.3 \pm 6.1$  hombres y mujeres, Las variables antropométricas fueron peso:  $69.6 \pm 6.6$  y  $54 \pm 7.5$  ; talla  $174.2 \pm 8.8$  y  $159.3 \pm 6.5$ ; IMC  $23 \pm 2.6$  y  $21.2 \pm 1.9$  con una distancia recorrida en los seis minutos de  $683.8 \pm 69.5$  y  $649.1 \pm 59.3$ , respectivamente. Tabla 6.

**Tabla 6.** *Características antropométricas de la muestra*

Variables	Hombres (n=9)			Mujeres (n=16)		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
<b>Edad (años)</b>	22	38	$31 \pm 4.5$	23	42	$30.3 \pm 6.1$
<b>Peso (Kg)</b>	60	80	$69.6 \pm 6.6$	40	69	$54 \pm 7.5$
<b>Talla (cm)</b>	159	192	$174.2 \pm 8.8$	149	176	$159.3 \pm 6.5$
<b>IMC Kg/m<sup>2</sup></b>	16.8	26	$23 \pm 2.6$	17.1	24.7	$21.2 \pm 1.9$
<b>Distancia 6MWT (m)</b>	576	795	$683.8 \pm 69.5$	536.55	756.1	$649.1 \pm 59.3$

Las respuestas fisiológicas durante la caminata de los seis minutos se comportaron así: frecuencia cardiaca pico durante la prueba de caminata fue de  $140 \text{ lpm} \pm 21(\text{lpm})$ , que corresponden al 77.77% de la frecuencia cardiaca máxima ( $FC_{\text{máx}}$ ). Dentro de estos valores de frecuencia cardiaca pico, en la prueba de caminata, cuatro de los voluntarios de género femenino, estuvieron por encima del 85%, y dos de ellas por encima del 91%, muy cerca de su frecuencia cardiaca máxima.

El promedio en metros de la distancia recorrida durante la prueba de caminata por los hombres fue de  $683,81 \text{ m} \pm 53,41$  y el promedio en las mujeres fue de  $649,15 \text{ m} \pm 59,3$ , con una media para los dos grupos de  $661,63 \text{ m} \pm 64,01$ .

Las respuestas fisiológicas durante la caminata de los seis minutos se muestran en la tabla 7. La frecuencia cardiaca pico durante la prueba de caminata estuvo entre los 102 lpm y 184 lpm con una media de  $140 \text{ lpm} \pm 21\text{lpm}$ , que corresponden al 77% de la frecuencia cardiaca máxima ( $FC_{\text{máx}}$ ). Dentro de estos valores de frecuencia cardiaca pico, en la prueba de caminata, cuatro de los voluntarios de género femenino, estuvieron por encima del 85%, y dos de ellas por encima del 91%, muy cerca de su frecuencia cardiaca máxima.

El promedio del valor del  $VO_{2\text{pico}}$  durante la 6MWT fue de  $28,7 \text{ ml/kg/min}^{-1} \pm 4$ . Los valores del  $VO_{2\text{max}}$  durante la CPET para ambos géneros alcanzaron un promedio de  $41,39 \text{ ml/kg/min}^{-1} \pm 6,1$ . Estos valores de  $VO_{2\text{pico}}$  en los dos grupos fueron superiores comparados con los esperados según la fórmula del ACSM (57), siendo en hombres el valor promedio de  $29,33 \text{ ml/kg/min}^{-1} \pm 4,53$  e indirecto de  $25,36 \text{ ml/kg/min}^{-1} \pm 2,28$ ; y en mujeres el valor fue de  $28,38 \text{ ml/kg/min}^{-1} \pm 2,42$  e indirecto de  $25,12 \text{ ml/kg/min}^{-1} \pm 1,40$ .

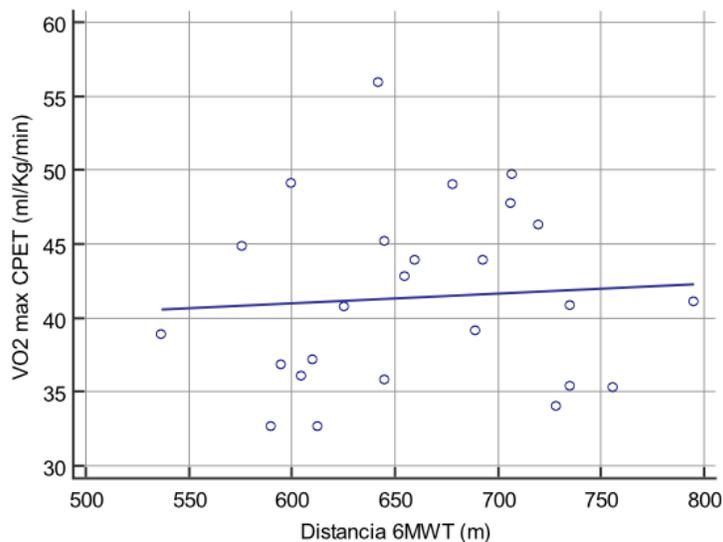
La saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) en reposo tuvo un promedio de 93,48 ± 2,7%, y durante la caminata 89,64 ± 3,4%. El porcentaje de desaturación durante la caminata se encontró con una media de 3,84 ± 2%. La escala subjetiva de percepción del esfuerzo, fue medida únicamente durante la 6MWT y tuvo valor promedio de 2,2 ± 1,9. Tabla 7.

**Tabla 7. Variables fisiológicas de la muestra**

Variable	Hombres (n=9)			Mujeres (n=16)		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
FC reposo (lpm)	55	81	64.2 ± 9.1	57	87	75.2 ± 7
FC pico 6MWT (lpm)	102	161	128.5 ± 20.2	116	184	147.3 ± 20.2
TAS (mm/Hg)	98	130	110 ± 10	90	112	98.8 ± 7.5
TAS final( mm/Hg)	110	160	128.8 ± 18.3	110	140	127.5 ± 11.8
Doble producto reposo (mm/Hg/min)	5800	9120	7078 ± 1303	6270	8960	7433.3 ± 862.8
SpO <sub>2</sub> reposo (%)	88	97	92.7 ± 3.1	89	97	93.8 ± 2.5
SpO <sub>2</sub> final (%)	84	94	89.2 ± 3.6	84	95	89.8 ± 3.4
PSE 6MWT	0	6	2.3 ± 2.2	0	5	2.1 ± 1.7
VO <sub>2Pico</sub> 6MWT ml/kg/min <sup>-1</sup>	20.2000	38.1000	29.3 ± 5.8	19.1000	36.2000	28.3 ± 4.5
VO <sub>2pico</sub> CPET ml/kg/min <sup>-1</sup>	36.8000	55.9000	45.7 ± 5.7	32.6000	49.1000	38.9 ± 4.9

La Figura 3 muestra la correlación entre los valores la distancia recorrida durante la caminata de seis minutos y el VO<sub>2pico</sub> del test cardiopulmonar

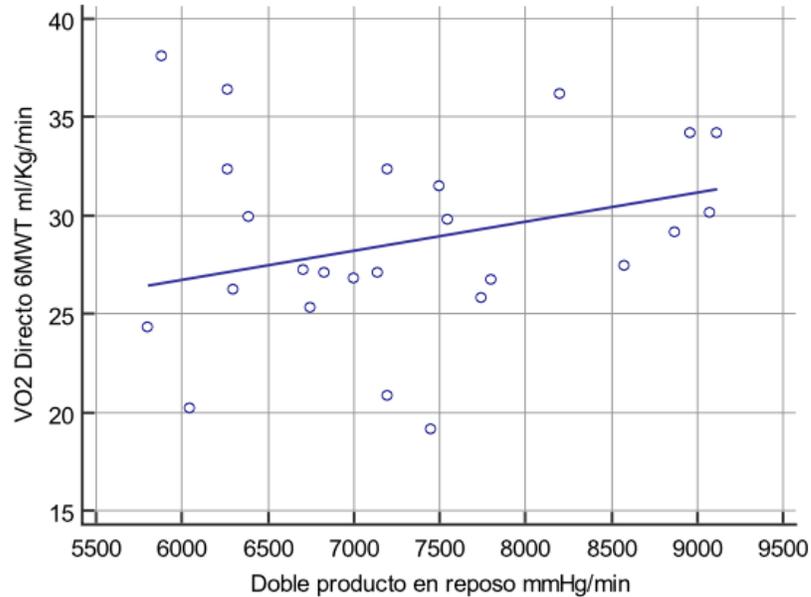
**Figura 3. Diagrama de dispersión de puntos de la distancia en la caminata de 6 minutos contra  $VO_{2pico}$  ( $ml.Kg^{-1}.m^{-1}$ ) en el test cardiopulmonar**



$$Y = 36,8315 + 0,006886 * X \quad R^2 = 0,004509 \quad (P = 0,749)$$

Para mejorar el valor predictivo de la fórmula de la prueba de la caminata de seis minutos a la altura de Bogotá se hizo inicialmente una correlación del valor del doble producto en reposo y el consumo de oxígeno directo durante la 6MWT, (Figura 4) siendo este valor estadísticamente significativo ( $P= 0,087$ ) a pesar de tener un coeficiente de determinación bajo ( $R^2 = 0,12$ ). Se genera entonces la siguiente ecuación para predecir el valor del consumo de oxígeno durante la 6MWT:

**Figura 4.** *Diagrama de dispersión de puntos del valor del doble producto en reposo (mm Hg/min) contra el VO<sub>2</sub> pico de la caminata de los seis minutos (ml.Kg<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup>)*



$$Y = 17,7372 + 0,001494 x$$

$$R^2=0,12 \quad (P= 0,087)$$

$$VO_{2 \text{ Pico } 6MWT} = 17,7372 + \text{doble producto en reposo} * 0,001494$$

Teniendo en cuenta este valor de VO<sub>2</sub> para la caminata, se decide entonces utilizar una correlación múltiple utilizando dicho valor y las variables frecuencia cardíaca pico, doble producto en reposo, IMC, y género (Tabla 8) y se obtiene la fórmula de regresión múltiple para calcular la distancia predicha durante la prueba de caminata a 2600 msnm, (R<sup>2</sup>= 0,58 P=0,0033):

**Tabla 8. Correlación entre la distancia recorrida en la 6MWT y las variables VO<sub>2</sub> Pico 6MWT, Doble producto en reposo, IMC, y FC<sub>pico</sub>.**

Dependent Y	Distancia 6MWT
Weights	*** AutoWeight 1/SD^2 ***

Method	Enter
Sample size	25
Coefficient of determination R <sup>2</sup>	0,5809
R <sup>2</sup> -adjusted	0,4707
Multiple correlation coefficient	0,7622
Residual standard deviation	1,2453

Independent variables	Coefficient	Std. Error	r <sub>partial</sub>	t	P	VIF
(Constant)	1061,1009					
VO <sub>2</sub> Pico 6MWT	0,8429	2,3840	0,08085	0,354	0,7276	1,648
Doble producto en reposo	-0,03225	0,01327	-0,4870	-2,430	0,0252	1,675
IMC	-16,0940	5,2651	-0,5742	-3,057	0,0065	1,786
FC pico 6MWT	2,2825	0,6493	0,6277	3,515	0,0023	2,040
Género	-95,1939	29,0255	-0,6012	-3,280	0,0039	1,606

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	5	40,8495	8,1699
Residual	19	29,4662	1,5509
F-ratio			5,2680
Significance level			P=0,0033

Comandos de estimación: Distancia C .VO<sub>2</sub> Pico 6MWT. Doble producto en reposo. IMC. frecuencia cardiaca pico 6MWT. Género

Ecuación de estimación: Distancia= C (1) + C(2)\* VO<sub>2</sub> Pico 6MWT – C(3)\* Doble producto en reposo – C(4)\* IMC + C(5)\* FC pico 6MWT – C(6)\* Género.

Cocientes sustituidos:

**Distancia Caminata de Seis minutos en Bogotá** = 1061,1009 + 0,8429\* VO<sub>2</sub> Pico 6MWT – 0,03225\* Doble producto en reposo – 16,0940\* IMC+ 2,2825\* frecuencia cardíaca pico 6MWT– Género \*95,1939

R<sup>2</sup> 0.58 P= 0.0033

## 11. DISCUSION

El presente estudio permite comparar múltiples variables independientes antropométricas y fisiológicas, que pueden modificar el comportamiento de la variable dependiente, en este caso la distancia de la prueba de caminata de seis minutos, en adultos sanos entre 22 y 42 años que viven a la altura de Bogotá. El promedio de la distancia recorrida fue  $661,63\text{m} \pm 64,01\text{ m}$ , siendo mayor en hombres, lo que coincide con la mayoría de los estudios realizados en población sana (3,4,12,13,21,32). La prueba de caminata de seis minutos es una prueba submaximal que corresponde al 77.77 % de la frecuencia cardíaca máxima obtenida en la prueba maximal (CPET). En este estudio no se encontró relación entre la distancia recorrida y la edad de los sujetos participantes, pero si hubo diferencias entre la distancia y el género.

Para mejorar el valor predictivo de la fórmula y facilitar un modelo de ecuación más sencillo y eficiente, que pudiera ser implementado en la práctica clínica, se propuso una ecuación que calcula el valor del  $\text{VO}_2$  pico de la 6MWT a la altura de Bogotá, sin embargo se tuvieron en cuenta aquellos factores que mostraban una relativa asociación de las variables con la distancia recorrida en la prueba.

Posteriormente se plantea una ecuación de regresión lineal para predecir el valor de la caminata a esta altura, utilizando la variable independiente  $\text{VO}_2$  pico de la 6MWT, con un correlación moderada y con un valor estadísticamente significativo. Esta ecuación de regresión lineal múltiple permite su utilización en otros estudios futuros.

La caminata de seis minutos es una prueba sencilla y fácil de realizar, pero que aporta gran información de la capacidad funcional tanto en sanos como posiblemente en sujetos con

alguna limitación por enfermedad cardiorrespiratoria. La mayoría de los estudios se han hecho en adultos (3,4,13,21,32,34,35,41,67,) también en niños y adolescentes (8,46,67) y permite evaluar la capacidad funcional aplicable a las clases de educación físico de ingreso y egreso en las instituciones educativas de cualquier ciudad.

La mayoría de estudios se han hecho a nivel del mar, se requiere y se sugiere continuar con estudios a diferentes alturas que fácilmente podrían ser utilizadas en cualquier centro de atención primaria. En la literatura que se revisó, únicamente se encontraron dos estudios que incluyen el factor altura, uno de ellos uno de ellos utilizó la pulso oximetría como tamizaje para predecir las posibilidades de éxito de llegar a la cima del monte Aconcagua (57), y el estudio de Casanova y cols, que evaluó las variaciones geográficas de la 6MWT en una gran cohorte de adultos sanos e incluyeron 39 voluntarios sanos de la ciudad de Bogotá, 19 hombres y 20 mujeres (21).

Comparando el promedio de la distancia recorrida con el estudio de Casanova y cols (21) que incluye voluntarios sanos habitantes de la ciudad de Bogotá, este estudio piloto tiene valores por encima del obtenido por este autor, hasta de 51m. Si se realiza la comparación con otros estudios que incluyen sujetos del mismo grupo etéreo pero realizados a nivel del mar, el promedio de estudio está por arriba de algunos autores como Enrigh (3), Alameri (38), e Iwama (40), pero por debajo del valor en el estudio de Gibbons y cols (32) quienes seleccionaron entre cuatro pruebas aplicadas en el transcurso del día, la de mejor desempeño y este valor podría estar asociado al efecto del aprendizaje. El promedio de este estudio piloto coincide con los valores de otros autores como Chetta (34) que tiene sujetos del mismo etéreo y los de Troosters (4) que incluye una muestra con edades entre los 50 y 85 años y realizan la prueba en dos oportunidades.

Los valores de la frecuencia cardiaca pico durante la prueba de seis minutos, se encuentra por debajo del valor obtenido por Casanova y cols (21) en los sujetos que viven en Bogotá (77% vs 88%), y los valores de desaturación durante la prueba fue de 3,8 % superior al encontrado por este autor en el grupo total de la muestra (0,7%).

Dentro de los hallazgos se encontraron valores muy bajos en la distancia recorrida de algunos sujetos muy jóvenes, y a su vez, valores muy bajos en el  $VO_{2pico}$  del test cardiopulmonar; esto puede estar asociado a factores externos como la motivación, el efecto del aprendizaje, o la actitud hacia la prueba.

El manejo de la prueba por parte del evaluador, sugiere que debe modelarse el proceso de investigación en los pasos adecuados. Hay algunas variables que no se tuvieron en cuenta y que podrían aumentar la variabilidad o modificar el resultado de la prueba, como es el caso de la talla o específicamente la longitud de los miembros inferiores, y otros como la cadencia del paso podrían ofrecer mayor información acerca de la velocidad durante la prueba

#### *Limitaciones:*

Algunas limitaciones del estudio deberían ser consideradas, tal es el caso del tamaño de la muestra, idealmente debería ser aleatorizada y con mayor homogeneidad, porque los sujetos no representan todas las edades de los grupos; también el número de evaluadores al momento de realizar las pruebas, el horario de las pruebas debió ser el mismo para todos los individuos, y tampoco se incluyó una encuesta para valorar el nivel de acondicionamiento físico. La escala subjetiva de percepción del esfuerzo, fue medida únicamente durante la 6MWT y no se pudo comparar con el test maximal.

## 12. CONCLUSIONES

- El comportamiento de la caminata de seis minutos en adultos sanos entre 22 y 42 años a la altura de Bogotá corresponde a una prueba submaximal con valores de consumo de oxígeno pico y de frecuencia cardiaca por debajo del 85%.
- La distancia promedio de la caminata de seis minutos en adultos sanos entre 22 y 42 años a la altura de Bogotá fue de 683 m, valor por arriba de otros estudios a la altura de Bogotá y algunos otros hechos al nivel del mar.
- Al calcular el valor del consumo de oxígeno directo en la prueba de caminata a la altura de Bogotá, este valor corresponde al 77.77 % del  $VO_{2max}$  calculado en tapete rodante.
- Se generó una formula de regresión con una correlación moderada positiva y valores de significación altos, pero se consideran estos datos como estudio piloto para obtener una fórmula con valores locales de referencia para la altura de Bogotá.
- Durante la prueba de la caminata, la respuesta de la frecuencia cardíaca puede alcanzar valores por encima del 90 % del valor de la  $FC_{max}$  y en algunos casos comportarse como un test maximal en población sana pero sedentaria.
- No se cuenta con datos específicos de porcentajes de desaturación de oxígeno durante la 6MWT a la altura de Bogotá.
- El presente estudio, se considera piloto, y a mediano plazo haría parte de una base de datos que permita la validación de una fórmula local de referencia en la ciudad de Bogotá.
- Como estudio piloto, en el informe que se aporta para la población adulta sana de ambos géneros, permite planear unos estudios con una muestra más representativa de la población. Este estudio permitió conocer la técnica y los parámetros antropométricos, así como la metodología de tabulación de los datos.

### 13.REFERENCIAS

1. American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test, *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166: 111 - 117
2. Maíllo M, Prueba de marcha de seis minutos. Una actualización práctica del posicionamiento oficial de la ATS. *Archivos de alergia e inmunología clínica.* 2006;37(4):132-142
3. Enright P. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158:1384-1387
4. Troosters T. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J.* 1999; 14:270-274
5. Morales-Blanhir JE, Six-minute walk test: a valuable tool for assessing pulmonary impairment. *J Bras Pneumol.* 2011;37(1):110-7.
6. Solway S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walks tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest.* 2001;119:256-270.
7. Salzman S. The 6-Min Walk Test Clinical and Research Role, Technique, Coding, and Reimbursement, *Chest.* 2009;135; 1345-1352
8. Geiger R, Six-Minute Walk Test in Children and Adolescents. *The Journal of Pediatrics.* 2007 April
9. Lisboa C. La prueba de caminata en seis minutos en la evaluación de la capacidad de ejercicio en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Rev Méd Chile.* 2008; 136: 1056-1064
10. Bartolome R. The Body-Mass Index, Airflow Obstruction, Dyspnea, and Exercise Capacity Index in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *N Engl J Med.*

2004;350:1005-12.

11. Pimenta S. Desaturation – distance ratio: a new concept for a functional assessment of interstitial lung diseases. *CLINICS*. 2010;65(9):841-846
12. Dourado V. Reference Equations for the 6-Minute Walk Test in Healthy Individuals. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2010 feb.
13. Osses R. Prueba de caminata en seis minutos en sujetos chilenos sanos de 20 a 80 años. *Rev Med Chile*.2010; 138: 1124-1130
14. Cataneo D. Accuracy of six minute walk test, stair test and spirometry using maximal oxygen uptake as gold standard. *Acta Cirúrgica Brasileira*.2010; 25:2
15. Diaz Lobato S. Ambulatory oxygen: Is the six-minute walk test the best option? *Rev Port Pneumol*. 2011
16. Hager A. Comment on six-minute walk test as an outcome measure for the assessment of treatment in intervention trials of chronic heart failure. 2005 October,17.
17. Carvalho E. Heart Failure: Comparison between Six-Minute Walk Test and Cardiopulmonary Test. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. Enero 2011
18. Cahalin LP. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest*. 1996;110(2):325-32.
19. Olsson L. Six minute corridor walk test as an outcome measure for the assessment of treatment in randomized, blinded intervention trials of chronic heart failure: a systematic review. *European Heart Journal*. 2005; 26, 778-793
20. Enright PL. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*. 2003; 123 (2): 387-98.
21. Casanova C. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from

- seven countries. *Eur Respir J.* 2011; 37: 150-156
22. Acquistapace F. Il Test del Cammino: Utilizzonellapraticaclinica. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2009; 72: 3-9
23. Faggiano P. Assessment of Oxygen Uptake during the Six-Minute Walk Test in Patients With Heart Failure. *Chest.*1997;111;1146
24. Miyamoto S. 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: 487-492.
25. Oliveira C. Different Patterns for the 6-minute Walk Test as a Test to Measure Exercise Ability in Elderly with and without Clinically Evident Cardiopathy. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*2006;86:3.
26. Neder J. Six-minute walk test in chronic respiratory disease: Easy to perform, not always easy to interpret. *J Bras Pneumol.* 2011;37(1):1-3
27. Rasekaba T. The six-minute walk test: a useful metric for the cardiopulmonary patient. *Internal Medicine Journal.* 2009;39 :495-501.
28. Montes de Oca M. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Evaluación de la tolerancia al ejercicio utilizando tres tipos diferentes de pruebas de esfuerzo. *Arch Bronconeumol.* 2001; 37: 69-74.
29. Deboeck G. Physiological response to the six-minute walk test in pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir J.* 2005; 26: 667 - 672.
30. Martins V. Prognostic Value of the Six-Minute Walk Test in Heart Failure. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.*2006, February,86; 2.
31. Ross R. y cols. The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen

- uptake. *BMC Pulmonary Medicine*. 2010, 10:31.
32. Gibbons WJ. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardiopulm Rehabil*. 2001; 21 (2): 87-93.
  33. Enright PL. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*. 2003; 123 (2): 387-98.
  34. Chetta A. Reference values for the 6-min walk test in healthy subjects 20-50 years old. *Respir Med*. 2006; 100 (9): 1573-8.
  35. Camarri B. Six minute walk distance in healthy subjects aged 55-75 years. *Respir Med*. 2006; 100 (4): 658-65.
  36. Poh H. Six-minute walk distance in healthy Singaporean adults cannot be predicted using reference equations derived from Caucasian populations. *Respirology*. 2006; 11 (2): 211-6.
  37. Masmoudi K. The six minute walk test: which predictive values to apply for Tunisian subjects aged between 40 and 80 years? *Tunis Med*. 2008; 86 (1): 20-6.
  38. Alameri H. Six-min walk test in a healthy adult Arab population. *Respir Med*. 2009; 103 (7): 1041-6.
  39. Ben Saad H. 6-minute walk distance in healthy North Africans older than 40 years: influence of parity. *Respir Med*. 2009; 103 (1): 74-84.
  40. Iwama AM. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res*. 2009; 42 (11): 1080-5.
  41. Poh H y cols. Six-minute walk distance in healthy Singaporean adults cannot be predicted using reference equations derived from Caucasian populations. *Respirology* 2006;11, 211-216
  42. Weisman I. Clinical Exercise Testing. *Clinics in Chest Medicine*. 2001; 22:4

43. Borg GAV. Psycho-physical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14: 377-381.
44. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, editors. *Principle of exercise testing and interpretation.* Fifth ed. Filadelfia: Lippincott Williams and Wilkins, a Wolters Kluwer business, 2012; p.1-8;129-180
45. Weisman I. An integrated approach to the interpretation of cardiopulmonary exercise testing. *ClinChestMed.*1994; 15: 421-445.
46. Li. A.M. The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J.* 2005; 25: 1057–1060
47. Albouaini, K. Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Post grad Med J.* 2007;83:675-682.
48. Myers J. Exercise testing with gas exchange analysis. *Cardiology Clinics.* 2001; 19: 3
49. Serrato M. *Medicina del deporte.* Ed. Universidad del rosario, 2008.
50. Padron L. Estandarización de la prueba de caminata de 6 minutos en sujetos mexicanos sanos. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex* 2000;13:4
51. Gontijo P. Correlation of spirometry with the six-minute walk test in eutrophic and obese individuals. *Rev Assoc Med Bras.* 2011; 57(4):380-38
52. Petty T. Simple office spirometry. *Clinics in Chest Medicine.* 2001; 22 (4)
53. Weisman I. Clinical Exercise Testing. *Clinics in Chest Medicine.* 2001;22: 4
54. Singh V. The role of gas analysis with exercise testing. *Primary Care: Clinics in Office Practice.*2001; 28:1
55. Enright P. The Six-Minute Walk Test. *Respir Care* 2003; 48(8): 783-785.
56. Ross et al. The six-minute walk test accurately estimates mean peak oxygen

- uptake. *BMC Pulmonary Medicine*. 2010; 10:31
57. Lazio MP. Post exercise Peripheral Oxygen Saturation After Completion of the 6-Minute Walk Test Predicts Successfully Reaching the Summit of Aconcagua. *Wilderness & environmental medicine*.2010; 21:309-317
58. Thompson W. ACSM's *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 2009; Ed. Lippicott Williams and Wilkins, 8a ed.
59. Levine B.  $VO_{2max}$ : What do we know, and what do we still need to know? *J Physiol* 2008; 586 (1):25-34
60. Hollman W. Spirometry and its History. *Sports Med*. 1997; 23 (2): 93-105
61. Ballady G y cols. Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. *Circulation*. 2010;122:191-225.
62. Marco G. Six-Minute Walk Test and Cardiopulmonary Exercise Testing in Patients With Chronic Heart Failure, A Comparative Analysis on Clinical and Prognostic Insights. *Circ Heart Fail*. 2009;2:549-555-63.
63. Vandewalle H. Consommation d'oxygène et consommation maximale d'oxygène: intérêts et limites de leur mesure. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2004;243-257
64. Waraich s. Clinical cardiopulmonary exercise testing, Patient and referral characteristics. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*. 2007;27:400-406
65. Albouaini K. Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Heart* 2007;93:1285-1
66. Soares M. Six-minute walk test: reference values for healthy adults in Brazil. *J*

*Bras Pneumol.* 2011;37(5):576-583

67. Zenteno D. Test de marcha de 6 minutos en pediatría. *Neumología pediátrica.*

<http://www.neumologia-pediatica.cl>