



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

***LA PRUEBA DE LA CAMINATA DE LOS SEIS MINUTOS  
EN NIÑOS ESCOLARES Y ADOLESCENTES  
CON SOBREPESO Y OBESIDAD***

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA EN:**

**GASTROENTEROLOGÍA Y NUTRICIÓN  
PEDIÁTRICA**

**PRESENTA:**

**DRA. ENORY ALMANZA MIRANDA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DRA. SOLANGE HELLER ROUASSANT**

**ASESORES METODOLÓGICOS:**

**DR. SALVADOR VILLALPANDO CARRIÓN**

**DR. RODRIGO VÁZQUEZ FRIAS**



**HOSPITAL INFANTIL de MÉXICO**  
**FEDERICO GÓMEZ**  
Instituto Nacional de Salud

**MÉXICO, D.F.**

**FEBRERO 2010**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

*LA PRUEBA DE LA CAMINATA DE LOS SEIS MINUTOS  
EN NIÑOS ESCOLARES Y ADOLESCENTES  
CON SOBREPESO Y OBESIDAD*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA SUBESPECIALIDAD EN  
GASTROENTEROLOGÍA Y NUTRICIÓN PEDIÁTRICA

PRESENTA:

DRA. ENORY ALMANZA MIRANDA

TUTORES DE TESIS:

---

DRA. SOLANGE HELLER ROUASSANT  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GASTROENTEROLOGÍA  
Y NUTRICIÓN PEDIÁTRICA

---

DR. SALVADOR VILLALPANDO CARRIÓN  
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA  
GASTROENTERÓLOGO PEDIATRA

---

DR. RODRIGO VÁZQUEZ FRÍAS  
DEPARTAMENTO DE GASTROENTEROLOGÍA  
Y NUTRICIÓN PEDIÁTRICA

---

DR. JAIME NIETO ZERMEÑO  
DIRECTOR DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO

México, D.F.

Febrero 2010

## AGRADECIMIENTOS

A los niños de México y sus familias que nos permiten aprender, investigar y adquirir más conocimientos día con día.

A la doctora Solange por su sabiduría, por su diversidad de ideas que contribuyen al conocimiento médico, por sus enseñanzas, por su dedicación y aportación a la Gastroenterología Pediátrica Nacional e Internacional, por su gran apoyo y su amistad.

Al doctor Salvador por la dedicación en la enseñanza de los que estamos en formación y en los proyectos de investigación.

Al doctor Rodrigo por su contribución en este trabajo que lo enriqueció de manera importante, por su enseñanza y amistad.

A los adscritos del departamento de Gastroenterología a la doctora Alejandra Consuelo Sánchez, a la doctora Liliana Worona Dibner y al doctor Sergio Miranda Sánchez por sus infinitas enseñanzas y consejos.

## DEDICATORIAS

A mis padres por su apoyo y cariño incondicional en estos años de mi vida. A mis hermanos Tere, Claudia y René, especialmente a René.

A Toño por su optimismo, por su amor, su confianza y su amistad.

A mis amigos con quienes en los últimos años hemos llorado y reído, nos hemos quejado, gritado y sobre todo compartido muchas anécdotas, obteniendo mutuas enseñanzas.

## ÍNDICE

	Página
I. Introducción	1
II. Marco teórico	3
III. 1 Obesidad	3
III. 2 La Prueba de la Caminata de los seis minutos	9
III. 3 Actividad Física	16
III. 4 El Uso de los Podómetros	18
III. Planteamiento del Problema	22
IV. Objetivos	22
V. Hipótesis	23
VI. Justificación	23
VII. Diseño del Estudio	24
VIII. Resultados	28
IX. Discusión	34
X. Conclusiones	36
XI. Bibliografía	37
XII. Abreviaturas	41
XIII. Anexos	42

## INTRODUCCIÓN

La obesidad es una epidemia global. Alrededor de 18 millones de personas mueren cada año por enfermedades cardiovasculares, de las cuales la diabetes y la hipertensión son factores predisponentes primordiales. Más de 1.1 billones de adultos en el mundo tienen sobrepeso y 312 millones de éstos son obesos, además al menos 155 millones de niños en el mundo tienen sobrepeso u obesidad de acuerdo a la IOTF (por sus siglas en Inglés International Obesity Task Force).

En los últimos 20 años, las tasas de obesidad se han triplicado en países en vías de desarrollo, en éstos se han adoptado estilos de vida que incluyen disminución de la actividad física, el aumento en el consumo de comida con alta densidad energética, el incremento en las horas de uso del televisor y/o video-juegos, así como una alimentación que cada vez es menos equilibrada y balanceada e incluye el menor consumo de agua y más bebidas azucaradas. <sup>1</sup>

Es prioritario incidir en los aspectos modificables en el estilo de vida para detener y revertir este problema de salud pública.

La actividad física, es un factor independiente asociado al riesgo de enfermedad cardiovascular, constituye una parte fundamental en los programas de tratamiento multidisciplinario para pacientes con sobrepeso y obesidad. La actividad física en los niños debe ser de al menos de 60 minutos la mayoría o todos los días de la semana, pero este planteamiento conlleva a la falta de cumplimiento debido a la ausencia de espacio físico, la inseguridad en las zonas al aire libre y otro tipo de justificaciones personales por parte de los padres o de los niños.

El uso del podómetro como instrumento de medición de la actividad física en los niños ha sido ampliamente utilizado y validado además, el hecho de incrementar el número de pasos por día estimula la acumulación de actividad física en personas de todas las edades y habilidades físicas, es menos complicado que recomendaciones basadas en intensidad y duración de

la actividad física. Diversos estudios descriptivos han implementado a los podómetros para evaluar la actividad física en los niños. <sup>2</sup>

Por otro lado, existen diversos métodos para evaluar la capacidad funcional máxima y submáxima al realizar actividades físicas. Algunos métodos proveen una evaluación más completa de todos los sistemas involucrados en la realización del ejercicio y otros proveen solo la información básica y son más simples de realizar.

Las pruebas más populares de evaluación clínica durante el ejercicio son el subir las escaleras, la prueba de la caminata de los seis minutos (PC6min), la prueba de estrés durante la caminata, la prueba de detección de asma inducida por el ejercicio, la evaluación cardiopulmonar durante el ejercicio y el simple cuestionario individual.

La PC6min se ha catalogado como una prueba sencilla de aplicar, bien tolerada y que evalúa el nivel de capacidad funcional submáxima, reflejando el nivel de ejercicio funcional de las actividades físicas cotidianas.

Existen pocos estudios llevados a cabo en la población pediátrica aplicando esta prueba, éstos se han llevado a cabo en poblaciones afectadas por diversas enfermedades sistémicas y así mismo, no existen tablas de referencia internacionales, sino más bien estudios llevados a cabo en niños sanos y enfermos de diversos países; actualmente es recomendado por los investigadores realizar más estudios a este respecto.

## MARCO TEÓRICO

### OBESIDAD

#### *Definición*

Se trata de una enfermedad crónica caracterizada por un almacenamiento excesivo de tejido adiposo en el organismo. <sup>3</sup> Ésta puede acompañarse de alteraciones metabólicas, las que a su vez pueden predisponer al desarrollo de entidades cardiovasculares y endocrinas.

#### *Epidemiología*

El 23.2% de la población mundial tiene sobrepeso y 8% obesidad, de continuar con esta tendencia, la OMS estima que existirán 2.3 billones de adultos con sobrepeso y más de 700 millones de adultos con obesidad para el año 2015.

La prevalencia de obesidad en los adultos mexicanos ha ido incrementando con el tiempo. En 1993, la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC 1993) mostró que la prevalencia de obesidad en adultos era de 21.5%, mientras que con datos de la Encuesta Nacional de Salud (ENSA 2000) se observó un aumento al 24%, actualmente los resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2006 (ENSANUT 2006), revelaron que el sobrepeso y la obesidad son problemas que afectan cerca del 70% de la población entre los 30 y 60 años (71.9% de mujeres y 66.7% de hombres). Sin embargo, entre las mujeres existe un mayor porcentaje de obesidad –índice de masa corporal igual o mayor a 30– que entre los hombres. Esta misma encuesta estima que alrededor del 30% de la población mayor de 20 años (mujeres, 34.5%, hombres, 24.2%) tiene obesidad. <sup>4</sup>

La prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad en niños de 5 a 11 años, utilizando los criterios de la IOTF es alrededor del 26% para ambos sexos, 26.8% en niñas y 25.9% en niños, representando alrededor de

4, 158, 800 escolares en el ámbito nacional con sobrepeso u obesidad. En EUA, los datos combinados de la NHANES (por sus siglas en Inglés National Health and Nutrition Examination Survey) de los años 2003 al 2006, muestran que 16.3% de los niños y adolescentes entre los 2 y 19 años de edad son obesos, comparado con el 5% reportado en la estadísticas de 1988 a 1994.<sup>5</sup>

La prevalencia en México combinada de sobrepeso y obesidad en 1999, bajo el mismo criterio, fue de 18.6%, 20.2% en niñas y 17% en niños. La prevalencia de sobrepeso aumentó progresivamente entre los 5 y los 11 años de edad, tanto en niños como en niñas (12.9 a 21.2%) como en niñas (12.6 a 21.8%). Esto constituye un gran impacto en la salud ya que se sabe que dos terceras partes de los niños que son obesos a la edad de 10 años o más, pueden convertirse en adultos obesos.<sup>6</sup>

La ENSANUT 2006, muestra que uno de cada tres hombres o mujeres adolescentes tiene sobrepeso u obesidad. Esto representa alrededor de 5, 757, 400 adolescentes en el país. No existen tendencias claras del sobrepeso y la obesidad en relación con la edad, salvo una ligera tendencia de mayor obesidad a mayor edad en el caso de las mujeres.<sup>4</sup>

Utilizando el criterio propuesto por la OMS, la prevalencia de la suma de sobrepeso y obesidad aumentó de 34.5% en 1988 a 61% en 1999 y a 69.3% en el 2006, es decir, hubo una desaceleración de la tasa de aumento de sobrepeso y obesidad de 42% en el periodo 1999-2006 en comparación con 1988-1999.

Aún así, el aumento en la prevalencia de obesidad en los últimos siete años en México es alarmante, ya que ocurre en todos los grupos de edad. Es urgente aplicar estrategias y programas dirigidos a la prevención y tratamiento de la obesidad del niño, el adolescente y el adulto.

## *Fisiopatogenia*

La obesidad se produce al mantener un balance energético positivo de manera crónica, el cual se produce cuando la ingesta energética supera el gasto energético diario.

Este desequilibrio, frecuentemente es consecuencia de la ingesta de dietas con alta densidad energética, bajas en fibra y altas en bebidas azucaradas, en combinación con una escasa actividad física. Esta última, se ha asociado a la urbanización (uso de los vehículos motorizados como medio de transporte), al crecimiento económico y a los cambios en la tecnología para la producción de bienes y servicios, así como a los estilos de vida y de recreación.

El sobrepeso y la obesidad pueden impactar en la salud física y psicológica a corto y largo plazo. La obesidad en la niñez es un factor de riesgo independiente de obesidad en la etapa de adulto y además incrementa 1.8 veces el riesgo de mortalidad por todas las causas y 2.3 veces la mortalidad por enfermedad coronaria.<sup>7,8</sup> La obesidad predispone a los pacientes al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, de hipertensión arterial sistémica, de dislipidemia y de síndrome metabólico, esto a través de la producción aumentada de ácido grasos libres y de adipocinas (por el aumento de tejido adiposo). Al aumentar la lipólisis aumenta la producción de ácidos grasos libres, lo cual interfiere con la señalización en el receptor de insulina y esto conlleva a una disminución en el transporte de glucosa (referido como lipotoxicidad). El aumento en la producción de ácidos grasos activa a la proteína C cinasa y a su vez ésta fosforila al receptor de insulina, interfiriendo con la transducción en la señalización de la insulina. Los ácidos grasos también alteran la activación de la fosfoinositol cinasa en respuesta a la insulina, lo que conlleva a una regulación a la baja en la actividad del GLUT-4 (transportador de glucosa en el músculo y la grasa).

En estado de obesidad, algunas citocinas como el FNT- $\alpha$  ó la IL-6 están incrementadas y la adiponectina (adipocina sensibilizadora de insulina) se encuentra disminuida. Las adipocinas inhiben la acción de la insulina y contribuyen a efectos pro-inflamatorios, resistencia a la insulina y disfunción endotelial.<sup>9</sup>

El tratamiento de los niños con sobrepeso y obesidad requiere de un programa multidisciplinario que involucre al personal de salud de primer contacto, a los pediatras, al personal de enfermería, a las nutriólogas (os), a las psicólogas (os) y al personal de trabajo social.

### *Criterios Diagnósticos*

La IOTF publicó un patrón de referencia internacional con datos de seis países (Estados Unidos de Norteamérica, Brasil, Gran Bretaña, Holanda, Hong Kong y Singapur) en el que se trazaron dos curvas percentilares ligadas a los puntos de corte aceptados para sobrepeso (IMC 25) y obesidad (IMC 30) en adultos, creando valores concordantes o equivalentes para sobrepeso y obesidad en niños de los 2 a los 18 años por edad y género. Este es el patrón de referencia recomendado para realizar comparaciones internacionales.<sup>10</sup>

La CDC (por sus siglas en Inglés Centers for Disease Control and Prevention) sugiere al percentil 85 a  $\leq 95$  para niños y adolescentes de 2 a 19 años con riesgo de sobrepeso y  $\geq$  percentil 95 para diagnóstico de sobrepeso u obesidad, esto en base a patrones de referencia del NCHS (por sus siglas en Inglés National Center for Health Statistics) el cual contiene los valores antropométricos de las encuestas de salud de los Estados Unidos de Norteamérica (NHANES II y III). Además de contener valores de IMC en forma numérica y en curvas percentilares (lo que permite su seguimiento en el tiempo a manera de gráfico).<sup>11</sup>

La OMS define obesidad en menores de 10 años cuando los índices peso/edad o peso/talla se encuentran por arriba de + de 2 desviaciones estándar de la mediana del patrón de referencia OMS/NCHS y en mayores de

10 años utiliza el IMC > percentil 85 además de la medición de los pliegues subescapular y tricípital > percentil 90 del patrón de referencia OMS/NCHS.

### *Evaluación*

Todo niño debe evaluarse de una manera integral, obteniendo datos generales de antropometría como peso, talla, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera y circunferencia de brazo, así como la medición del grado de adiposidad con la toma de pliegue cutáneo tricípital y/o métodos más precisos pero menos accesibles como la interactancia infrarroja, la absorciometría dual de rayos X (DEXA), la tomografía axial computada, la resonancia magnética nuclear y la impedancia bioeléctrica.

El IMC es una medida subrogada de la adiposidad corporal que se correlaciona bien con las mediciones directas de la adiposidad, de hecho se recomienda por la Academia Americana de Pediatría calcular y graficar periódicamente el IMC.<sup>12</sup>

Se debe realizar una historia clínica detallada que incluya antecedente de peso alto al nacer, la asociación o no con diabetes gestacional, ganancia de peso de la madre durante el embarazo y el bajo peso al nacer.

Deben buscarse factores de riesgo como el antecedente familiar de obesidad, el antecedente familiar de diabetes, la presencia de hipercolesterolemia, así como de TA > P90 para edad y sexo. Se deben conocer variables socioeconómicas y demográficas, la educación de los padres y la dinámica familiar.

Es importante conocer los antecedentes de alimentación, saber si se incluyó la lactancia materna y por cuánto tiempo, así mismo realizar un recordatorio alimenticio de 24hrs o de 3 días y evaluar la frecuencia de ingesta de todos los grupos de alimentos. Se deben interrogar datos con respecto a la actividad física semanal en horas, número de horas al día en que ve el televisor y/o se somete a videojuegos.

A través de la exploración física deben identificarse co morbilidades o causas de obesidad endógena como retraso en el crecimiento, hirsutismo, acantosis nigricans, bocio, testículos no descendidos, alteraciones en el ciclo menstrual, dolores articulares y dificultad respiratoria.

Además debe realizarse una evaluación bioquímica completa que incluya la determinación de BUN, creatinina, glucosa en ayuno, colesterol, triglicéridos, albúmina, fosfatasa alcalina, AST y ALT, de acuerdo a los resultados debe evaluarse la necesidad de complementar el estudio mediante la realización de curva de tolerancia a la glucosa, insulina en ayuno, así como determinación de lipoproteínas.

Es necesario realizar una evaluación psicológica, ya que se sabe del impacto negativo que puede llegar a tener el sobrepeso y la obesidad sobre la imagen corporal y la autoestima del niño.

### *Tratamiento*

Sin duda, el éxito en el tratamiento, requiere de la cooperación familiar, deben modificarse los estilos de vida donde se fomente una dieta equilibrada y balanceada, promover la realización de actividad física cotidiana y disminuir el número de horas que se pasan frente al televisor. Es de importancia brindar apoyo con terapia psicológica para que se pueda comprender, acepta y, mejorar el problema, así como no plantear metas irrealistas que puedan favorecer la frustración y el abandono al tratamiento.

## LA PRUEBA DE LA CAMINATA DE LOS 6 MINUTOS

En 1960, Balke desarrolló una prueba simple para evaluar la capacidad funcional al medir la distancia caminada en un periodo de tiempo definido, posteriormente surgió la prueba de los 12 minutos para evaluar el nivel de condición física en individuos adultos sanos. La prueba de la caminata también fue adaptada para evaluar el grado de incapacidad en pacientes con bronquitis crónica. En un intento por lograr que los pacientes afectados por enfermedades pulmonares pudieran llevar a cabo la prueba, se desarrollo entonces la prueba de los 6 minutos, la que resultó bien realizada y tolerada por lo individuos.<sup>13, 14,15</sup>

El caminar es una actividad realizada diariamente por todas las personas, excepto por los gravemente enfermos, la PC6min es la distancia que una persona puede caminar en un paso constante, no interrumpido, no apresurado en 6 minutos y evalúa las respuestas globales e integradas de todos los sistemas involucrados en la realización del ejercicio incluyendo al sistema pulmonar, al cardiovascular, a la circulación sistémica, la circulación periférica, la unidad neuromuscular y el metabolismo muscular. Esta prueba no provee información específica sobre la función de cada uno de los diferentes órganos y sistemas involucrados en el ejercicio o el mecanismo de limitación para el ejercicio, lo cual se mide a través de pruebas máximas de ejercicio cardiopulmonar.

Si se requiere evaluar la capacidad funcional del paciente es sencillo realizar un cuestionario de auto-reporte sin embargo este tipo de método puede sobrestimar o subestimar su verdadera capacidad funcional, por lo que PC6min ofrece una opción sencilla, segura, de bajo costo, bien tolerada y fácil de aplicar, al contrario de las pruebas para evaluar el ejercicio cardiovascular en que se requiere equipo costoso, experiencia técnica y entrenamiento especial.<sup>16</sup>

Existen diversas indicaciones para la aplicación de la PC6min, como lo son indicaciones pre tratamiento y post tratamiento, evaluación del estado

funcional basal, como predictor de morbi-mortalidad y con fines epidemiológicos. En las indicaciones pre y post tratamiento se encuentran: el trasplante pulmonar o resección pulmonar, la reducción quirúrgica de volumen pulmonar, la rehabilitación pulmonar, el tratamiento farmacológico para Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), la hipertensión pulmonar y la falla cardíaca. Se emplea para evaluar el estado funcional basal en pacientes con EPOC, fibrosis quística, insuficiencia cardíaca, enfermedad vascular periférica, fibromialgia y en pacientes ancianos. La PC6min predice de manera adecuada la morbi-mortalidad por enfermedad cardíaca o pulmonar en adultos.<sup>17,18</sup>

Ya que la mayoría de las actividades cotidianas se efectúan con un esfuerzo sub-máximo, esta prueba puede reflejar de manera más adecuada el nivel de ejercicio funcional para realizar actividades cotidianas. En el momento actual, es una prueba de modalidad de ejercicio aprobada por la FDA (por sus siglas en Inglés Food and Drug Administration) como punto final en ensayos clínicos prospectivos en pacientes con hipertensión pulmonar.

La PC6min no determina el consumo pico de oxígeno, no diagnostica causas de disnea con el ejercicio, ni evalúa los mecanismos de limitación para realizar ejercicio, sin embargo se ha reportado una correlación significativa entre esta prueba y el consumo pico de oxígeno en pacientes adultos con enfermedad pulmonar en etapa final y en niños adolescentes sanos.<sup>19</sup>

Dentro de las contraindicaciones absolutas para realizar la prueba se incluyen: la angina inestable el mes previo a realizar la prueba, así como el infarto agudo de miocardio y en las contraindicaciones relativas se incluyen para los adultos una FC >120 latidos por minuto en reposo, TAS >180mmHg y TAD >100mmHg.

Las indicaciones para detener la prueba de manera inmediata son la presencia de dolor torácico, disnea intolerable, calambres en piernas, diaforesis, jadeo y la aparición de palidez.

Algunos factores alteran el resultado de la prueba afectándola como: la estatura corta, la edad mayor, el sobrepeso, el género femenino, las enfermedades cardiovasculares y la artritis y favoreciéndola como: la mayor estatura mayor, el género masculino, la gran motivación, que el paciente hubiese realizado antes la prueba y la suplementación de O<sub>2</sub>.

### *Aspectos técnicos*

La PC6min debe realizarse en un espacio cerrado, sobre una superficie larga, plana, recta y poco transitada, si existe el clima apropiado puede llevarse a cabo al aire libre. El corredor debe tener 30m de longitud, debe ser marcado cada 3m, cada esquina debe ser marcada por un cono naranja (como la señal de tráfico), debe colocarse una línea de comienzo.

El paciente debe acudir en ropa comfortable, con zapatos apropiados para realizar ejercicio, se acepta una comida ligera, los pacientes no deben haberse ejercitado de manera vigorosa dentro de las 2hrs previas antes de realizar la prueba.

### *Mediciones*

Las pruebas deben realizarse alrededor de la misma hora para minimizar la variabilidad entre los días, no puede haber tiempo de calentamiento, al descansar en la silla previo al comienzo de la prueba deben evaluarse contraindicaciones y medir la FC, FR, TA y oximetría de pulso (opcional), al levantarse el paciente debe medir su estado basal de disnea y fatiga mediante la escala visual de Borg (ver escala en los anexos), ajustar el cronómetro para 6 minutos e instruir al paciente con los siguientes datos:

- El objetivo de esta prueba es caminar tanto como sea posible en un periodo de 6 minutos.
- Deberás ir y venir sobre este corredor y dar vuelta alrededor del cono.
- Puedes presentar disnea y fatiga, si esto ocurre puedes desacelerar el paso, pararte e incluso descansar.

- Si es necesario que descanses, debes volver a la caminata lo más rápido que puedas.
- Recuerda que el objetivo es caminar tanto como puedas hacerlo pero no debes correr ni trotar.

Se posiciona al paciente en la línea de comienzo, en cuanto el paciente comience a caminar echar a andar el cronómetro. Al comenzar la prueba pueden usarse frases como: “vas bien, solo faltan 5min”, “lo estás haciendo bien, sigues haciendo un buen trabajo, solo faltan 4min”, “lo haces bien ya has hecho la mitad del tiempo”, “sigue así ya solo quedan 2 minutos”, “vas bien solo te falta un minuto”, al faltar 15 segundos debe comunicársele “en un momento te voy a pedir que te detengas, cuando lo haga solo párate justo donde estás y yo iré hacia ti”. Al detenerse el paciente, deberá dibujarse una marca en el sitio donde se detuvo.

Al terminar la prueba debe realizarse una segunda medición de la escala de Borg para fatiga y disnea, deberá evaluarse la FC, FR, TA y oximetría de pulso, deben contarse el número de vueltas realizadas y la distancia extra recorrida, felicitar al paciente por su buen esfuerzo y ofrecerle agua.

### *Pruebas de práctica*

No se requieren pruebas de práctica, pero se ha visto que una segunda prueba realizada con un día de diferencia es solo ligeramente mejor que la previa, los rangos reportados de aumento oscilan entre 0 y 17%.

El desempeño sin una intervención usualmente alcanza una meseta después de 2 pruebas realizadas con una semana de diferencia. El efecto del entrenamiento puede deberse a que se mejora la coordinación, a que se encuentra una óptima zancada y a que se sobrepasa la ansiedad. La posibilidad del efecto del entrenamiento o de la práctica entre pruebas repetidas con intervalo mayor a un mes no ha sido estudiada ni reportada, pero es posible que el efecto del entrenamiento no persista por más allá de algunas semanas.<sup>20</sup>

### *Interpretación*

La mayoría de las PC6min se harán antes y después de una intervención y la pregunta principal será contestar si el paciente ha experimentado una mejoría clínica significativa. No está claro si para propósitos clínicos es mejor expresar el cambio en la prueba como un valor absoluto (metros), como un porcentaje de cambio o como un porcentaje sobre el porcentaje del valor predictivo. La recomendación de la ATS es evaluar el cambio como un valor absoluto.

Predecir el grado de mejora en el resultado de la prueba posterior a realizar una intervención es variable, algunos estudios han mostrado que una mejora de más de 70m caminados fue clínicamente importante para los pacientes sin embargo, mejoras de entre 70 y 170m caminados (12-40%) se han publicado.<sup>14,15</sup>

### *PC6min aplicada a niños*

Existen diversos estudios aplicando la prueba en la población infantil, de hecho se han publicado valores para niños sanos de los 4-11 años en población del Reino Unido evidenciando que la distancia media caminada en 6 minutos es de  $470 \pm 59$  m. La distancia caminada se correlaciona con la edad, el peso y la estatura de manera significativa, no existen diferencias significativas entre los niños y las niñas, por otro lado, existe aumento significativo en la distancia caminada de un año al otro de los 4 a los 7 años, observando incrementos moderados posterior a esta edad.<sup>21</sup>

La PC6min es una prueba aplicable y válida para evaluar la tolerancia al ejercicio y la resistencia, ya que se ha visto una buena correlación entre la distancia caminada y el consumo máximo de oxígeno determinado por la prueba de capacidad funcional máxima sobre la caminadora.<sup>19</sup> Existe un estudio de Li y colaboradores publicando valores de referencia en niños sanos de los 7-16 años en la población china mostrando la media de pasos en 664m

siendo mayor en los hombres por 38.2m que en las mujeres, así mismo éstos investigadores establecieron que la edad, el volumen espiratorio forzado en un minuto (VEF1) y la estatura (sobre todo esta última), se encuentran altamente correlacionados con la distancia recorrida en los 6 minutos.<sup>22</sup> Este mismo hallazgo se encontró en otro estudio en el cual después de ajustar para la edad, la estatura se encontró independientemente correlacionada con la distancia caminada en la prueba, en este estudio de niños caucásicos de entre los 3-11 años se muestra que los niños acumularon entre 667.3-727.6 m y las niñas entre 655.8-660.9 m.<sup>23</sup>

### *PC6min aplicada a niños con sobrepeso u obesidad*

Un estudio Europeo de niños y adolescentes entre los 10 y los 18 años de edad tratados por obesidad, mostró que el tratamiento multidisciplinario (restricción dietética, actividad física regular, supervisión médica y terapia psicológica individual o grupal) tiene una influencia positiva en las variables antropométricas, en la capacidad de resistencia, en la capacidad vital y en el volumen residual de manera significativa, así mismo la distancia recorrida durante la PC6min se asoció de manera inversa al peso, al IMC z-score, a la circunferencia de cintura, a la masa grasa, a la masa libre de grasa y al porcentaje de grasa ( $p < 0.001$ ) al inicio y después de 3 meses de intervención. El IMC z-score fue un predictor importante en el resultado de la prueba basal y de la prueba a los 3 meses post tratamiento.<sup>24</sup>

Existe un reciente estudio publicado sobre la reproducibilidad y la validez de la PC6min en niños y adolescentes obesos en Suecia, el estudio muestra que la distancia caminada por los niños obesos fue de una media de 571 m vs. 663 m en los niños con peso normal ( $p < 0.001$ ), es decir aproximadamente 86% de la distancia recorrida por los niños de peso normal. La correlación entre la PC6min y el VO<sub>2</sub> max fue baja ( $r = 0.34$ ). Este estudio muestra que la PC6min tiene una buena reproducibilidad y validez además de que puede ser recomendada para su uso en la práctica clínica en la población estudiada. Si se requiere evaluar resultados individuales post-intervención la PC6min debe cambiar  $> 68$ m para ser estadísticamente significativa.<sup>25</sup>

## ACTIVIDAD FÍSICA

La definición de actividad física implica cualquier movimiento del cuerpo producido por el sistema músculo-esquelético que requiere energía. El ejercicio constituye una actividad física planeada o estructurada que involucra movimientos repetidos del cuerpo para mejorar uno o varios de los componentes del acondicionamiento físico (capacidad cardiorrespiratoria, fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal).

El ejercicio regular promueve un aumento de la masa muscular, aumenta la tasa metabólica total y el efecto del ejercicio al reducir la masa de tejido adiposo visceral puede de manera independiente reducir el riesgo de hiperlipidemias y de diabetes mellitus. Las conductas sedentarias (ver televisión más de 2hrs al día, leer, trabajar con la computadora, conducir un vehículo) pueden afectar directamente la salud. La mayor parte de la asociación positiva de ver televisión y la adiposidad se debe más o menos a 60% de la publicidad dedicada a la propaganda de los alimentos. Los médicos deben alentar a los niños a participar en deportes organizados y aconsejar programas de actividad basados en la comunidad y en la escuela. La Academia Americana de Pediatría recomienda promover, priorizar y proteger la actividad física regular dentro de las familias, escuelas y comunidades.<sup>26</sup>

En los niños, los beneficios del ejercicio físico incluyen el control ponderal, la disminución de la presión sanguínea, el aumento del colesterol HDL, el mejoramiento del acondicionamiento físico y el bienestar psicológico. La Asociación Americana del Corazón recomienda que:

- Los niños de 2 años o mayores deben participar por al menos 30 minutos en una actividad física disfrutable, de moderada intensidad, apropiada para su desarrollo y que sea variada.
- La actividad física puede completarse en al menos 2 sesiones de 15 minutos o 3 sesiones de 10 minutos cada una, en las que se

puedan realizar actividades físicas vigorosas de acuerdo a su género, edad y estado de desarrollo físico y mental.

Sin embargo, la National Association for Sport and Physical Education of the United States (Asociación Nacional para el Deporte y la Educación Física de los Estados Unidos) ha emitido guías para el desarrollo de la actividad física en niños de los 5-12 años, éstas guías recomiendan que los niños deben acumular al menos 60 minutos de actividad física y que además ésta sea de moderada a intensa (vigorosa) la mayor parte de los días de la semana (5 días o más) realizando:

- Ejercicio aeróbico, donde 60 minutos o más deben corresponder a actividad física de moderada a intensa y debe incluirse actividad física intensa al menos 3 veces por semana.
- Estiramiento muscular como parte de los 60 minutos o más de actividad física diaria, debe incluirse el estiramiento muscular al menos 3 días de la semana.
- Estiramiento esquelético como parte de los 60 minutos o más del día y debe incluirse al menos 3 días de la semana.

Algunos ejemplos de actividad física moderada son la caminata vigorosa, el excursionismo, el trabajo de jardinería, el baile, la bicicleta (menos de 16 Km./hr) y el entrenamiento con pesas (ligero); las actividades intensas o vigorosas incluyen el correr o trotar, la bicicleta (más de 16 Km./hr), la natación, los aeróbicos, la caminata rápida (7.2 km/hr), el trabajo pesado de jardinería (cortar leña), el entrenamiento con pesas (intenso) y el básquetbol competitivo.

## EL USO DE LOS PODÓMETROS

Los podómetros son pequeños instrumentos ligeros, discretos y prácticos ampliamente aceptados por los investigadores como instrumento de evaluación de la actividad física, particularmente sensibles a actividades ambulatorias.<sup>27</sup>

Los podómetros han emergido como un instrumento de auto-monitoreo para promover la actividad física en una gran variedad de poblaciones. Proveen una retroalimentación sobre los pasos caminados, la distancia recorrida, el tiempo empleado en la actividad física y/o un estimado de la energía empleada (dependiendo del podómetro empleado). La premisa básica sobre el uso de los podómetros para incrementar la actividad física es la retroalimentación visual inmediata sobre los pasos caminados en un individuo.

Existen dos recientes metanálisis que han examinado el impacto de los podómetros sobre la actividad física y la salud en los adultos. Los podómetros se asociaron a un aumento en la actividad física en aproximadamente 2000 pasos al día y a la disminución en el IMC y de la presión arterial.<sup>28</sup>

Así, mientras que los podómetros parecer tener un importante papel en la promoción de actividad física en los adultos, poco se sabe sobre su impacto en la conducta en los niños y los adolescentes.

En la reciente revisión sobre estudios que incluían el uso de podómetros para promover la actividad física en la juventud, se encontraron interesantes hallazgos en relación al incremento en actividad física a partir del uso de estos instrumentos; se mostró un aumento significativo en la actividad física en 12 de los 14 estudios analizados; en el estudio de Rodearmel et al (2007)<sup>29</sup> denominado America on the Move (América en Movimiento) se incluyeron 298 niños con sobrepeso o riesgo del mismo entre los 7-14 años, las familias se aleatorizaron al grupo intervención y al grupo control, en el grupo intervención hubo participación familiar en sesiones enfocadas a cómo incrementar la actividad física en una periodo de 6 meses, se les instruyó a incrementar su

actividad diaria en 2000 pasos/día sobre su valor basal, en el grupo control se les otorgó el podómetro y alentó a monitorizar sus cambios de actividad física en el tiempo del estudio, solo los niños en el grupo intervención aumentaron sus pasos de 9265 basal a 10,500 a través de los 6 meses del periodo de estudio.

En el estudio de Berry et al (2007) <sup>30</sup> se evaluó la intervención sobre padres obesos de distintos orígenes étnicos y sus 80 hijos con sobrepeso. Los padres se aleatorizaron al Nutrition and Exercise Education Program (Programa sobre la Educación Nutricional y el Ejercicio) o a un grupo control. A ambos grupos se les proporcionaron podómetros y una libreta de registro de auto monitoreo y se les alentó al registro de su actividad física y ambos grupos de niños participaron en 12 semanas sobre educación nutricional y 12 semanas sobre ejercicio. Los niños de ambos grupos aumentaron el número de pasos en aproximadamente 3000/pasos al día sobre su valor basal sin existir diferencia entre los grupos a 6 meses de intervención.

De acuerdo a los resultados de diversos estudios, no queda claro si incluir o no a las familias en programas para promover estilos saludables de vida constituya una diferencia en el momento de incrementar la actividad física en los niños, de hecho puede concluirse que el establecer una meta personal de pasos y el auto-monitoreo en los niños son necesarios para incrementar la actividad física, lo que se confirma de los metanálisis de Bravata et al <sup>28</sup> quienes concluyen que éstos dos puntos son factores clave motivacionales para incrementar la actividad física en los adultos.

¿Cuántos pasos son suficientes?

En general, los valores menores a 5000 pasos/día es un índice apropiado de actividad física sedentaria en los adultos, asociado a su vez con una alta prevalencia de obesidad. En el 2004, Tudor-Locke y Bassett revisaron la literatura publicada y propusieron puntos de corte preliminares en adultos sanos: 1) < de 5000 pasos/día (sedentarios) 2) 5000-7499 pasos/día (actividad

baja) 3) 7500-9999 pasos/día (algo activos) 4) >10,000-12,499 pasos/día (activos) y 5) >12,500 pasos/día (altamente activos).<sup>27,31</sup>

En los niños, el reporte de Vincent y Pangrazi fue uno de los primeros estudios conducidos al examinar una gran muestra de estudiantes entre los 6 y los 12 años de edad, que incluyó a 711 participantes. El análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre las edades en el número de pasos al día, sin embargo si existió diferencia significativa entre los géneros, a partir de este estudio se sugirió que una actividad física diaria razonable implica 11,000 pasos/día para las niñas y 13,000 pasos/día para los niños.<sup>32</sup>

Debido a la recomendación actual sobre realizar actividad física de moderada a intensa equivalente a 3 MET's (equivalentes metabólicos) algunos autores sugieren de acuerdo a un estudio llevado a cabo en niños exploradores realizar 4000 pasos en 30min o al menos 8000 pasos/día para cumplir éstas recomendaciones de actividad física.<sup>33</sup>

En el estudio de Tudor-Locke basado en referencias estándar de pasos/día utilizando el IMC en niños de los 6-12 años, se incluyeron 1954 jóvenes de ambos sexos provenientes de 3 países (EUA, Australia y Suecia). Este estudio utiliza para identificar el número de pasos/día específicos para edad y género puntos corte en el IMC para niños de peso normal y para niños con sobrepeso u obesidad. El punto de corte óptimo que separaba estas dos categorías fue de 12,000 pasos/día para las niñas y 15,000 pasos/día para los niños. Es decir, los jóvenes que acumulaban menos pasos que este punto de corte eran más propensos a ser catalogados con sobrepeso u obesidad, este punto de corte es más alto que los sugeridos previamente.<sup>34</sup> El estudio de Eisenmann et al apoya las conclusiones del estudio mencionado, evidenciando que los sujetos que no cumplen las recomendaciones actuales de actividad física basada en pasos/día tienen un riesgo dos veces mayor de ser clasificados con sobrepeso u obesidad, además de que parece existir una relación inversa entre el número de pasos/día y las medidas de adiposidad.<sup>35</sup>

La desventaja del uso de los podómetros para prescribir actividad física es que no proveen información sobre la intensidad de la actividad física, éstos son insensibles a actividades no-ambulatorias como bicicleta y no deben usarse en actividades acuáticas.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Dada la alta prevalencia de obesidad en el momento actual es primordial crear programas multidisciplinarios para su tratamiento, donde la modificación de los estilos de vida, la dieta y el ejercicio constituyan el eje principal.

La PC6min ha sido validada y es aplicable a la población pediátrica con sobrepeso, obesidad y útil en los programas de intervención. El uso del podómetro como instrumento para monitorizar la actividad física ha sido validado, se sabe que el auto monitoreo y el establecimiento de metas individuales promueven el incremento en la actividad física.

Por lo anterior, se ha planteado la siguiente pregunta de investigación:

¿Será la prueba de la caminata de los seis minutos modificable en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad antes y después de 1 mes de tratamiento multidisciplinario?

## **OBJETIVOS**

### OBJETIVO GENERAL

Describir la prueba de la caminata de los seis minutos en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad antes y después de ser incluidos en un programa multidisciplinario de tratamiento.

### OBJETIVO ESPECÍFICO

Medir las variables antropométricas y la modificación en la actividad física cuantificado en horas/semana y en pasos/día realizados en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad a los 0 y 1 mes de ser incluidos en un programa multidisciplinario de tratamiento.

## **HIPÓTESIS**

La prueba de la caminata de los seis minutos mejorará en 68m en pacientes escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad posterior al ser incluidos en un programa multidisciplinario de tratamiento.

## **JUSTIFICACIÓN**

En el Hospital Infantil de México Federico Gómez, se ha creado un programa multidisciplinario para la atención de pacientes con sobrepeso y obesidad.

Hasta el momento, no existe en el Hospital un método rutinario y uniforme para evaluar la capacidad funcional para realizar actividad física en los niños, por lo que es indispensable investigar este aspecto, así como evaluar de manera objetiva los cambios en los grupos de acuerdo a la intervención realizada.

## **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Se trata de un ensayo clínico de corte transversal en un grupo de pacientes escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.

### *Universo*

Pacientes pediátricos escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad incluidos en el protocolo 5 pasos por tu salud del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

### *Muestra*

Pacientes escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad a quienes se les realice la prueba de la caminata de los seis minutos antes y después de ser incluidos en un programa multidisciplinario de tratamiento de obesidad.

### *Criterios de selección*

#### Criterios de inclusión

1. Pacientes escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad de acuerdo a la definición de la ITOF que deseen participar en el estudio.

#### Criterios de exclusión

1. Enfermedad cardíaca o pulmonar aguda.
2. Enfermedades osteoarticulares que impidan la realización de la prueba.
3. No acepten participar en el estudio.

### *Variables*

Demográficas: edad y sexo (Cualitativa nominal)

Antropométricas: (cuantitativas continuas)

- **Peso:** definido como la medida de la fuerza que ejerce la gravedad sobre la masa de un cuerpo, siendo la masa la cantidad de materia y su unidad en el sistema internacional el kilogramo (Kg.). Se obtuvo el peso por la misma persona en báscula manual de la marca SECA®, con el paciente de pie, con la mínima cantidad de ropa posible, sin zapatos, sin adornos personales y con los brazos colgando libremente a ambos lados del cuerpo.
- **Talla:** definida como la distancia que existe entre el vértex y el plano de sustentación, se cuantificó en centímetros, por la misma persona, con el paciente de pie, con los talones juntos, sin zapatos, en estadímetro de la marca SECA®. Se definió como dentro de percentilas cuando se encontró entre el percentil 3 y el percentil 97 para edad y sexo de acuerdo a los gráficos del CDC.
- **IMC:** medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo, obtenido del cociente de dividir el peso entre la talla al cuadrado en metros (Kg./talla<sup>2</sup>)
- **Circunferencia de cintura:** cuantificada en cm con cinta métrica y tomada en el punto medio entre las costillas laterales inferiores y la cresta iliaca.

Físicas (cuantitativas discretas)

- **Frecuencia cardiaca:** definida como el número de latidos del corazón en un minuto. Se determinó de manera clínica y digital por oximetría de pulso.
- **Frecuencia respiratoria:** definida como el número de respiraciones en un minuto. Se determinó de manera clínica.
- **Tensión Arterial:** cuantificada de manera digital por aparato marca OMRON® Japón con un brazalete que abarcara la circunferencia total del brazo y al menos 2/3 de su longitud. Se definió como hipertensión cuando la TA se encontrara por arriba del percentil 95 para su talla.

- Oximetría de pulso: definida como un valor estimado de la saturación de la oxihemoglobina arterial utilizando luz de longitudes de onda seleccionadas para determinar de manera no invasiva la saturación de oxihemoglobina. Se determinó con aparato digital de la marca NONIN® *Onyx* en el dedo índice.

#### Variables Dependientes (cuantitativas continuas):

- PC6min: definida como la distancia que el paciente alcanzó en el tiempo establecido de 6 minutos, cuantificada en metros.
- Pasos/día: definida como el número de pasos registrados en el podómetro a lo largo del día y recolectado por el padre o tutor en la hoja de automonitoreo.

#### Variables Independientes

- Peso, IMC y circunferencia de cintura.
- Horas de actividad física/semana: cuantificado al ingreso por interrogatorio directo y al mes de la intervención por hoja de registro de automonitoreo indicando el tiempo de actividad física en minutos u horas a lo largo de un día (ver anexo 2), luego realizando el promedio de las horas por semana.

Para evaluar el grado de disnea y de fatiga se utilizó una escala de medición ordinal denominada Escala Visual de Borg la cual es una escala unidimensional visual-analógica directa. En ella se pide al paciente que marque la intensidad de su disnea sobre una línea acotada en algunos puntos por frases descriptivas. Se valora de 0 a 10 y se utiliza habitualmente para valorar el ejercicio y en aquellas circunstancias en las que, de forma experimental, se pretende provocar la sensación de disnea (ver anexo 3).

## PROCEDIMIENTO

Se realizó la inclusión de pacientes al protocolo 5 pasos por tu salud en el Hospital Infantil de México Federico Gómez. En la primera cita se realizó interrogatorio sobre horas de actividad física por semana, se midieron y cuantificaron el peso, la talla, la circunferencia de cintura, IMC y se aplicó la prueba de la caminata de los seis minutos en el periodo comprendido de julio a agosto del 2009.

La PC6min se aplicó de acuerdo a las guías de la ATS 2002 en un corredor de 30m; previo a la prueba se realizó una exploración física completa y se determinó la FC, la FR, la TA y la oximetría de pulso basales. Al concluir la prueba, se repitieron las constantes antes mencionadas al minuto 1 y al minuto 3 de concluir la prueba. .

Al término de la prueba basal, los pacientes atendieron diversas pláticas sobre modificación de estilos de vida donde se incluyó una plática sobre actividad física, al término del día se les proporcionó un podómetro y una hoja de registro de auto-monitoreo por tiempo de 30 días, se establecieron metas planteadas en 11,000-13,000 pasos para las niñas y en 13,000-15,000 pasos para los niños.

Al final del periodo de un mes, los pacientes acudieron a una segunda visita en la cual se recolectó la hoja de automonitoreo, se hizo la valoración antropométrica, se cálculo el IMC y se aplicó la prueba de la caminata de los 6 minutos bajo el mismo protocolo descrito.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizaron pruebas de correlación de pearson, pruebas t de Student pareadas y la prueba Alpha de Cronbach para catalogar la confiabilidad de la prueba. Los valores continuos están representados en medias  $\pm$  desviación estándar (DE).

## RESULTADOS

Se realizaron 31 pruebas basales (28 en escolares y 3 en adolescentes), y luego de 1 mes de la intervención, se realizaron 6 pruebas (5 en escolares y 1 prueba en un adolescente).

### *Edad*

La edad mínima de los pacientes estudiados fue de 6 años, con una edad máxima de 13 años 10 meses, la mediana de edad fue de 9 años 9 meses.

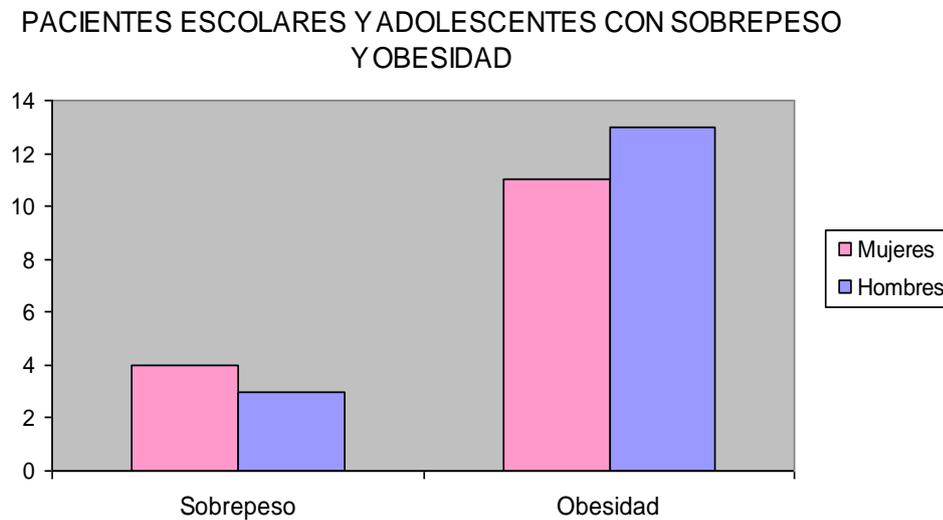
### *Género*

En el grupo, 48% de los pacientes fueron mujeres y 52% fueron hombres.

### *Estado Nutricional*

De acuerdo a la definición de la IOTF, el 77% de la muestra se encontró con obesidad y solo el 23% con sobrepeso, mostrándose en el gráfico 1 su distribución por sexo.

Gráfico 1. Distribución por sexo y número de pacientes con sobrepeso y obesidad.



La talla se encontró dentro de percentilas para edad y sexo en todos los pacientes.

#### *PC6min*

Se aplicó la PC6min basal a 31 pacientes y posterior a 1 mes se aplicó una segunda prueba (post-intervención) bajo las mismas condiciones a 6 pacientes. Todos los pacientes completaron la prueba. Un paciente masculino de 8<sup>a</sup> 5m quien no se conocía con antecedentes de atopía, desarrolló tos durante el ejercicio, no requirió descansos, no discontinuó la prueba pero al concluir la misma se documentó la presencia de broncoespasmo leve, su FC y oximetría de pulso se mantuvieron en rangos de normalidad inmediatamente posterior, a los 1 y 3 minutos, y mostró una TA fuera del límite de normalidad para su percentil de talla al minuto 1 y 3.

No hubo disminuciones significativas en la saturación de oxígeno antes, 1 o 3 minutos posteriores a concluir la prueba, la FC incrementó del valor basal de  $81 \pm 12$  latidos por minuto a  $87 \pm 15$  al minuto 1 posterior al concluir la prueba (fase de recuperación), seis pacientes se encontraron hipertensos al

inicio de la prueba y 7 al final de la misma (de los cuales solo 1 paciente se encontró hipertenso al inicio y al final de la prueba)

Tabla 1. Características demográficas, parámetros de función cardiovascular y resultados de la PC6min de los pacientes (media y DE).

<b>Variable</b>	<b>Masculino (n=16)</b>	<b>Femenino (n=15)</b>	<b>Todos los pacientes</b>
Edad (años)	9.8 ± 1.36	9.8 ± 2.3	9.8 ± 1.9
Peso (Kg.)	48.3 ± 9.2	52.3 ± 18.1	50.2 ± 14.1
Estatura (cm)	137.9 ± 8.4	139.5 ± 14.2	138.7 ± 11.4
IMC	25.2 ± 2.4	25.9 ± 5.2	25.6 ± 3.9
PC6min (m)	508.9 ± 46.1	458.1 ± 66.7	484.3 ± 61.7
FC reposo (latidos/min.)	84 ± 13	78 ± 12	81 ± 12.9
FC 1 min. post prueba (latidos/min.)	83 ± 6	91 ± 20	87 ± 15.3
SaO2 (%) reposo	95 ± 1.5	96 ± 1.5	95.6 ± 1.62
SaO2 (%) 1 min. post prueba	94 ± 1.9	95 ± 1.8	95.2 ± 1.89

IMC: índice de masa corporal, PC6min: prueba de la caminata de los 6 minutos,  
FC: frecuencia cardiaca, SaO2: saturación de oxígeno.

La distancia caminada mostró una correlación positiva con la edad ( $r=0.12$ ), el peso ( $r=0.1$ ), la talla ( $r=0.15$ ) y el IMC ( $r=0.08$ ), aunque en ninguna de estas variables esta correlación fue estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ).

Tabla 2. Distribución por grupos de edades y sexo y resultado de la PC6min  
(media y DE)

<b>Sexo</b>	<b>Grupo de edad</b>	<b>N</b>	<b>Media <math>\pm</math> DE PC6min</b>
Masculino	6-8	1	537
	8-10	7	501.6 $\pm$ 53.4
	10-12	7	515.6 $\pm$ 46.1
	>12	1	485
Femenino	6-8	3	422 $\pm$ 40.4
	8-10	5	449.3 $\pm$ 66.8
	10-12	5	498.4 $\pm$ 49.1
	>12	2	433.6 $\pm$ 133.8

*Seis pacientes pre y pos-intervención*

Acudieron al control de 1 mes post-intervención en un primer tiempo 6/7 pacientes. Los resultados en horas/semana de actividad física realizada y pasos/día realizados se muestran en las tablas 3 y 4. Los resultados de las variables antropométricas y de la PC6min se muestran en la tabla 5.

Tabla 3. Tiempo en horas/semana de ejercicio realizado basal y 1 mes posterior a la intervención.

Edad (años)	Sexo	Horas/semana actividad física Basal	Horas/semana actividad física 1 mes posterior
6	Femenino	0.3	2.2
7.8	Masculino	2	3.5
8.2	Femenino	1.5	1.8
9.2	Femenino	1	6
9.4	Masculino	2	3.5
13.4	Femenino	0.3	5
9 ± 2.4		1.18 ± 0.78	3.67 ± 1.61*

\* prueba *t* pareada basal vs. 1 mes posterior  $p < 0.01$

Tabla 4. Pasos/día realizados en el día 1 y al día 29 de la intervención.

Edad (años)	Sexo	Pasos/día Basal	Pasos/día 1 mes posterior
6	Femenino	11,140	17,859
7.8	Masculino	13,737	17,203
8.2	Femenino	12,918	12,408
9.2	Femenino	4,677	13,932
9.4	Masculino	9,120	15,000
13.4	Femenino	7,011	15,000
9 ± 2.4		9,767 ± 3507	15,234 ± 2027*

\* prueba *t* pareada basal vs. 1 mes posterior  $p < 0.01$

Tabla 5. Evolución de la PC6min y datos antropométricos al inicio del estudio y después de un mes.

Variable	Basal	1 mes después
Peso (Kg)	40.1 ± 8.5	40.3 ± 8.0
IMC (Kg/talla <sup>2</sup> )	22.9 ± 2.8	22.8 ± 2.4
CC	74.6 ± 6.9	73.6 ± 5.5
PC6m	481.5 ± 82.2	509.1 ± 31.2

El IMC y la CC mejoraron ligeramente de 22.9 kg/m<sup>2</sup> y 74.6cm respectivamente, a 22.8 kg/m<sup>2</sup> y 73.6cm, sin embargo esta mejoría no tuvo significancia estadística ( $p>0.05$ ). La PC6min mejoró en 27.5m aunque esta diferencia tampoco alcanzó significancia estadística ( $p>0.05$ ).

La prueba de sensibilidad entre pre-prueba y post-prueba analizando cada uno de los ítems (elementos) medidos durante la PC6min mostró un alto índice de confiabilidad con una Alpha de Cronbach de 0.521.

Los puntajes de escala de Borg de disnea y fatiga en todos los pacientes se reportaron de entre 0 y 2 al inicio de la prueba y de entre 0 y 3 al término de la misma.

## DISCUSIÓN

El presente estudio es el primero en su clase aplicado a la población infantil mexicana del que se tiene conocimiento. La PC6min fue bien tolerada por los participantes y bien aceptada por los padres y los niños. La PC6min tiene una alta validez interna.

La distancia global caminada de  $484.3\text{m} \pm 61.7$  no es diferente a lo reportado en la literatura de  $470\text{m} \pm 59$  (población de los 4-11 años en el Reino Unido) sin embargo, si lo es al compararlo con los resultados de la población de obesos suecos escolares y adolescentes ( $571\text{m} \pm 65.5$ ) por una diferencia aproximada de 86m. Al tomar en cuenta exclusivamente a los adolescentes, la distancia caminada de  $470.7\text{m} \pm 99.1$  es considerablemente menor a lo reportado en la población caucásica y china del mismo grupo de edad ( $663\text{m} \pm 50.8$  y  $659.8\text{m} \pm 58.1$  respectivamente) de hasta 192m.

Contrario a lo reportado en la literatura, donde las variables más correlacionadas a la distancia caminada de manera significativa son la talla, la edad y el peso, en este grupo ninguna de las variables se correlacionó de manera significativa, lo que hace pensar en los factores que pueden limitar el resultado de la prueba en la población infantil mexicana con sobrepeso y/o obesidad, como la condición física, la coordinación de los movimientos o una combinación de factores. Los niños caminaron en promedio 50m más que las niñas, concordando con otros estudios, esto atribuido a que los niños tienen mayor masa magra que las niñas.

En la evaluación a un mes post-intervención, en los seis pacientes se observó un aumento con significancia estadística en el número de horas/semana de actividad física y de pasos/día realizados, apoyando la idea de que en los programas de intervención el automonitoreo favorece el cambio y lo mantiene. En estos seis pacientes, existió un ligero cambio en el IMC y en la CC, es probable que de continuar con esta tendencia solo se requiera de un mayor tiempo para evaluar cambios antropométricos con significancia estadística.

En la PC6min a 1 mes de la intervención, en general hubo un incremento en la distancia recorrida, sin embargo no se alcanzó la meta propuesta de 68m para considerarla significativa, quizás se requiera también de un mayor tiempo de intervención para observar resultados positivos.

Según lo descrito en el protocolo, se aplicó a los pacientes la escala visual de disnea de Borg, que en general fue bien entendida y con la cual los pacientes refirieron una fatiga de leve a moderada mostrándola útil en la evaluación clínica antes y después de realizar la prueba.

Se sigue llevando a cabo la PC6min a 1 mes post-intervención en el resto de los pacientes.

Este trabajo de tesis cuenta con diversas limitaciones como el tamaño pequeño de la muestra, el hecho de que no fue posible evaluar pruebas pulmonares, ni de esfuerzo máximo durante el ejercicio para correlacionar con la PC6min, sin embargo este no fue objetivo del estudio.

## CONCLUSIONES

- En este grupo, la distancia caminada aumentó a un mes de la intervención en los 6 pacientes referidos.
- El registro de la actividad física en horas/semana y el automonitoreo de pasos/día favorece el aumento de la actividad física y quizás pueda mejorar los parámetros antropométricos en intervenciones más prolongadas.
- Es conveniente estimular la actividad física a través del uso del podómetro.
- Los tratamientos multidisciplinarios del sobrepeso y obesidad infantil a nivel nacional son urgentes.
- La PC6min es fácil de aplicar, reproducible y de bajo costo.
- La PC6min evalúa de manera confiable la capacidad para realizar actividad física como caminar, por lo tanto una vez aplicada ésta, es seguro enviar a los pacientes a realizar caminata y/o recomendarles metas de pasos/día.
- En general, los niños caminan una distancia mayor que las niñas.
- Los resultados de la PC6min en los niños mexicanos con obesidad y/o sobrepeso son menores a lo reportado en el mismo tipo de población, sin embargo se requiere una muestra mayor de pacientes para establecer conclusiones definitivas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Obesity and Diabetes in the Developing World A Growing Challenge. *N Engl J Med* 2007; 356(3): 213-5.
2. Pedometer-Determined Physical Activity and Body Composition in New Zealand Children. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38(8):1402-9
3. Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998 para el manejo integral de la obesidad.
4. Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Avila M, Sepúlveda-Amor J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006.
5. Wang Y and Beydoun MA. The obesity epidemic in the United States--gender, age, socioeconomic, racial/ethnic, and geographic characteristics: a systematic review and meta-regression análisis. *Epidemol Rev* 2007;29:6-28.
6. Magarey AM, Daniels LA, Boulton TJ, et al. Predicting obesity in early adulthood from childhood and parental obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27(4):505-13.
7. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997; 337 (13): 869-73.
8. Must A, Jacques PF, Dallal GE, Bajema CJ, Dietz WH. Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *N Engl J Med* 1992: 327 (19): 1379-80.
9. McCall A, Raj R. Exercise for Prevention of Obesity and Diabetes in Children and Adolescents. *Clin Sports Med* 2009; 28:393-421.
10. Cole TJ, Bellizi MC, Flegal M, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ* 2000; 320 (7244):1240-3.
11. CDC Growth charts: United States. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2000.

12. American Academy of Pediatrics. Prevention of pediatric overweight and obesity. *Pediatrics* 2003;112:424-430.
13. Butland RJA, Pang J, Gros ER, et al. Two, six- and 12-minute walking tests in respiratory disease. *BMJ* 1982; 284(6329):1607-1608.
14. Redelmeier DA, Bayoumi AM, Goldsein RS, et al. Interpreting small differences in functional status.: The Six Minute Walk test in chronic lung disease patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155(4):1278-1282
15. Enright PL. The Six-Minute Walk Test. *Respiratory Care* 2003; 48(8):783-785.
16. Paridon SM, Alpert BS, Boas SR. Clinical Stress Testing in the Pediatric Age Group. A Statement From the American Heart Association Council on Cardiovascular Disease in the Young, Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth. *Circulation* 2006;113:1905-1920.
17. Bittner V, Vwiner DH, Yusuf S, et al. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. *JAMA* 1993; 270:1702-7.
18. Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, et al. Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:487-92.
19. Li AM, Yin J, Yu CCW, Tsang T et al. The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J* 2005(6):1057-1060
20. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care med* 2002; 166:111-117.
21. Lammers AE, Hislop AA, Flynn Y and Haworth SG. The 6-minute walk test: normal values for children of 4-11 years of age. *Arch Dis Child* 2008; 93(6):464-468.
22. Li AM, Yin J, Au JT, et al. Standard Reference for the Six-Minute-Walk Test in Healthy Children Aged 7 to 16 Years. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176(2):174-80.
23. Geiger R, Strasak A, Tremel B et al. Six-Minute Walk Test in Children and Adolescents. *J Pediatr* 2007; 150(4):395-9.

24. Calders P, Deforche B, Verschelde S, et al. Predictors of 6-minute walk test and 12-minute walk/run test in obese children and adolescents. *Eur J Pediatr* 2008; 167(5):563-8.
25. Morinder G, Mattsson E, Sollander C, et al. Six-minute walk test in obese children and adolescents: reproducibility and validity. *Physiother Res Int* 2009; 14(2):91-104.
26. Kleinman RE. *Pediatric Nutrition Handbook*. 6a ed. Illinois: American Academy of Pediatrics, 2009:733-782.
27. Tudor-Locke C, Bassett DR Jr. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sport Med* 2004; 34(1):1-8.
28. Bravata, DM, Smith-Sprangler, C, Sundaram V, et al. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA* 2007; 298(19): 2296-2304.
29. Rodearmel SJ, Wyatt HR, Stroebele N, et al. Small changes in dietary sugar and physical activity as an approach to preventing excessive weight gain: the America on the move family study. *Pediatrics* 2007; 120(4): e869-79.
30. Berry D, Savoye M, Melkus G, Grey M. An intervention for multiehnic obese parents and overweight children. *Appl Nurs Res* 2007; 20(2):63-71.
31. Tudor-Locke C, Hatano Y, Pangrazi RP and Kang M. Revisiting "How Many Steps Are Enough?". *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40(7 Suppl):S537-43.
32. Vincent SD, Pangrazi RP. An examination of the activity patterns of elementary school children. *Pediatr Exercise Sci* 2002;14(4):432-41.
33. Jago R, Watson K, Baranowski T, et al. Pedometer reliability, validity and daily activity targets among 10 to 15 year-old boys. *J Sports Sci* 2006; 24(3):241-51.
34. Tudor-Locke C, Pangrazi RP, Corbin CB, et al. BMI-referenced standards for recommended pedometer-determined stops/day in children. *Prev Med* 2004; 38(6):857-64.

35. Eisenmann JC, Laurson KR, Wickel EE et al. Utility of pedometer step recommendations for predicting overweight in children. *Int J Obes (Lond)* 2007; 31(7):1179-82.

## **ABREVIATURAS**

**IOTF** International Obesity Task Force (Fuerza Táctica Internacional en Obesidad)

**PC6min** Prueba de la Caminata de los 6 minutos

**OMS** Organización Mundial de la Salud

**ENEC** Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas 1993

**ENSA** Encuesta Nacional de Salud 2000

**ENSANUT** Encuesta Nacional de Salud 2006

**NHANES** National Health and Nutrition Examination Survey (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición)

**FNT $\alpha$**  □ Factor de Necrosis Tumoral alfa

**IL-6** Interleucina-6

**IMC** índice de masa corporal

**CDC** Centers for Disease Control and Prevention (Centros para la Prevención y Control de Enfermedades)

**NCHS** National Center for Health Statistics (Centro Nacional para las Estadísticas en Salud)

**BUN** por sus siglas en Inglés Blood Ureic Nitrogen (nitrógeno ureico en sangre)

**AST** aspartato aminotransferasa

**ALT** alanino aminotransferasa

**ATS** American Thoracic Society (Sociedad Americana de Tórax)

**EPOC** Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

**FDA** Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Fármacos)

**VEF1** volumen espiratorio forzado en 1 minuto

**VO2max** Volumen máximo de oxígeno en mililitros

**HDL** High Density Lipoproteins (Lipoproteínas de alta densidad)

**FC** frecuencia cardiaca

**FR** frecuencia respiratoria

**TA** tensión arterial

**SaO2** Saturación de oxígeno

**m** metros

**CC** circunferencia de cintura

**ANEXO 1**

**HOJA DE CAPTURA DE DATOS**

Nombre:

Sexo:

Fecha de nacimiento:

Fecha de la prueba # 1:

Peso

Talla

IMC

CC

CONSTANTE	ANTES	1 MIN POSTERIOR	3 MIN POSTERIORES
FC			
FR			
TA			
Oximetría de pulso			
Escala visual de Borg de fatiga			

Requirió descanso \_\_\_\_ SI \_\_\_\_ NO.

Motivo del descanso:

Número de descansos:

# vueltas\_\_\_\_\_ (x30metros) + vuelta parcial final recorrida\_\_\_\_\_ =

Distancia total recorrida en 6min\_\_\_\_\_

Descontinuó la prueba: Si No

Motivo:

**EXPLORACIÓN FÍSICA**

Normal

PARÁMETR	Si	No	Sitio
O			
Hidratación			
Soplos			
Ventilación			
Visceromegalias			
Acantosis			
Rodillas			
Pie plano			
Columna			



### **ANEXO 3**

#### ESCALA VISUAL DE BORG PARA EVALUAR DISNEA Y FATIGA

0 = ninguna

0.5 = muy muy leve

1 = muy leve

2 = leve

3 = moderada

4 = algo importante

5 = importante

6

7 = muy importante

8

9= muy muy importante (casi máxima)

10 = máxima disnea