

Exploración del Rendimiento Cardiorespiratorio mediante el Prueba de Caminata de seis minutos (PC6m) en niños con obesidad infantil de la Escuela Paso Pehuenche comuna de San Clemente.

"Exploration of cardiorespiratory performance through the six -minute walking test (6MWT) in children with childhood obesity of the Paso Pehenche School of the commune of San Clemente, Chile."

Hugo Tapia Gallardo, Paul Medina González.
Departamento de Kinesiología, Universidad Católica del Maule.

Título Abreviado: Rendimiento cardio respiratorio evaluado por PC6m en infantes con malnutrición por exceso
Información del Artículo
Recepción: 5 de Diciembre de 2022
Aceptación: 18 de Marzo de 2023

RESUMEN

Introducción: La alta incidencia de obesidad infantil a nivel mundial la posicionan como una prioridad de salud pública global. En Chile el 70% de los niños va a ser obeso en el corto plazo. Los niños con sobrepeso u obesidad tienen mayores probabilidades de padecer a edades más tempranas patologías crónicas no transmisibles. **Objetivo:** Para conocer el comportamiento de variables como la frecuencia cardíaca, percepción de esfuerzo físico y distancia recorrida en niños en etapa escolar, se evaluará el comportamiento cardiorespiratorio de los participantes mediante la aplicación del PC6m. **Metodología:** Estudio observacional de corte transversal, prospectivo seleccionado por conveniencia, la muestra fue un colegio de la comuna de San Clemente. Se evaluaron 36 alumnos de primer a tercer ciclo de enseñanza escolar básica, los que se agruparon Normopeso y sobrepeso + obesos a quienes se le aplicaron medidas antropométricas, cálculo de Índice de masa corporal (IMC) y PC6m. **Resultados:** No se observaron diferencias significativas en las evaluaciones realizadas entre los grupos comparados. **Conclusión:** No podemos extrapolar las conclusiones a la población de este estudio, los cambios clínicos observados generan más interrogantes y contribuyen al debate en torno a la confiabilidad de las metodologías de medición y a la utilización de valores de normalidad.

SUMMARY

Introduction: The high incidence of childhood obesity worldwide positions it as a global public health priority. In Chile, 70% of children will be obese in the short term. Children who are overweight or obese are more likely to suffer chronic non-communicable diseases at an earlier age. **Objective:** In order to know the behavior of variables such as heart rate, perception of physical exertion and distance traveled in school-age children, the cardiorespiratory behavior of the participants will be evaluated by applying the PC6m. **Methodology:** Observational cross-sectional study, prospective selected for convenience, the sample was a school in the San Clemente commune. 36 students from the first to the third cycle of primary school education were evaluated, who were grouped Normal weight and overweight + obese who were applied anthropometric measurements, calculation of Body Mass Index (BMI) and 6-minute Walk Test. **Results:** No significant differences were observed in the evaluations carried out between the compared groups. **Conclusion:** We cannot extrapolate the conclusions to the study population, the clinical changes observed raise more questions and contribute to the debate around the reliability of the measurement methodologies and the use of normality values.

Introducción

La alta incidencia de obesidad infantil a nivel mundial la posicionan como una prioridad de salud pública global¹. (Kelly T y col. 2008). Actualmente, Chile se encuentra en el 6° lugar mundial y primero en América Latina en prevalencia de obesidad infantil. Según el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), en Chile el 70% de los niños va a ser obeso en el corto plazo². (Vargas N. y col. 2007). Los niños con sobrepeso u obesidad tienen mayores probabilidades de padecer a edades más tempranas patologías crónicas no transmisibles como diabetes tipo 2, síndrome metabólico, hígado graso no alcohólico y enfermedades cardiovasculares, debido a la inflamación crónica de bajo grado presente en estadios tempranos de la enfermedad. La inflamación crónica generada por la obesidad, retiene la restauración de la homeostasis fisiológica del tejido adiposo, involucrando patrones de respuesta inflamatorio agudo, como la formación de citoquinas, activación de leucocitos, receptores de patrones de reconocimiento innato y activación de la respuesta inmune³. (Singer K y col. 2017) La patofisiología de la obesidad es compleja y abarca tanto factores fisiológicos como biológicos combinados con factores sociales como la familia y comunidad⁴. (Menéndez A y col. 2017). Las repercusiones abarcan aspectos físicos y psicológicos como el desempeño escolar, afectando finalmente en la salud y calidad de vida. Sumado al deterioro físico, bajos niveles de actividad física y tolerancia al ejercicio propician estados de hipomovilidad que afectan negativamente el rendimiento aeróbico, fuerza muscular, equilibrio, flexibilidad, entre otros componentes de la función física.

En nuestro sistema escolar la prevalencia en obesidad infantil aumentó de 23,5% a 24,5 % de 2019 a 2020 según Mapa nutricional de Junaeb 2020⁵. Destacando el incremento en obesidad severa, prekínder, kínder y primero básico son los cursos más afectados.

Ante la prioridad de esta problemática y para conocer el comportamiento de variables como la frecuencia cardíaca, percepción de esfuerzo físico y distancia recorrida en niños en etapa escolar, es que el presente estudio busca indagar en el comportamiento cardiorespiratorio de los participantes mediante la aplicación de la PC6m, la que por sus características de tiempo e intensidad se considera una prueba submáxima que utiliza vías metabólicas principalmente aeróbicas, por tanto, un buen indicador de la toleran-

cia al ejercicio, esto implica que efectivamente este test provoca un estrés fisiológico básicamente en los sistemas cardiorespiratorio y muscular en condiciones de demanda aeróbica.

Materiales y métodos

- **Materiales:** Oxímetro de pulso, Telémetro Marca Polar MR., báscula digital marca SECA, Cronómetro, Silbato, Huincha de medir, Tallímetro portátil, Computador portátil marca Dell, Conos de demarcación, Ficha Registro.
- **Horario de Ejecución:** lunes a viernes 13:30-17:30 horas (posterior a la salida de clases de los niños).
- **Requerimiento director de establecimiento:** Permiso para desarrollar el proyecto en el establecimiento educacional. Motivación y compromiso de la comunidad educativa para desarrollar el proyecto.
- **Materiales deportivos:** Instalaciones (cancha deportiva techada).

Metodología

- **Diseño:** Estudio observacional de corte transversal, prospectivo seleccionado por conveniencia, donde la muestra fue un colegio de la comuna de San Clemente, el establecimiento educacional seleccionado para dicho estudio fue la Escuela Paso Pehuenche, previa autorización de la Autoridad comunal y director del establecimiento.

La muestra evaluada fue de 36 alumnos de primer a tercer ciclo de enseñanza escolar básica de entre 6 y 9 años de edad, los que se agruparon en 2 grupos: Normopeso n=13 (NP) y sobrepeso (SB) + obesos (OB) n=23, a quienes se le aplicaron medidas antropométricas, cálculo de Índice de masa corporal (IMC) y PC6m. Los autores realizaron un periodo de instrucción práctica del PC6m previo a la prueba y luego se procedió a la examinación por grupo curso del establecimiento de la siguiente forma:

- **Evaluador 1:** control de variables Frecuencia Cardíaca (FC) y Sensación Subjetiva de Fatiga (SSF).
- **Evaluador 2:** Registro del tiempo y distancia. Todas las evaluaciones fueron realizadas en horario escolar.

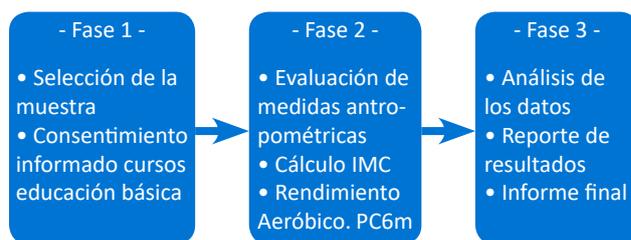
• Mediciones:

- Distancia Recorrida (DR): Todos los niños recibieron la instrucción de Evaluador 1 “Tienen que caminar lo más rápido posible”. La pista fue ovalada para facilitar el giro del sujeto evaluado con una distancia mínima de 30 mts⁶.

- Frecuencia Cardíaca (FC) y Sensación subjetiva de Fatiga (SSF). Valores fueron obtenidos con un telémetro marca Polar MR ubicado en el tórax del niño según manual de instrucciones del fabricante. Se procedió a las mediciones de reposo de FC y SSF (0 en reposo), se instruyó al niño para indicar SSF y FC en cada minuto de la prueba, mediante el reloj de pulsera ubicado en su muñeca. Una vez finalizada la prueba se mantuvo el registro durante 3 minutos de recuperación. Luego se calculó el porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva (FCR) utilizando la fórmula de Karvonen (%FCR = FC actividad - FC reposo / FC máxima teórica - FC reposo).

El estudio se dividió en 3 fases descritas en la figura 1.

Figura 1.



Resultados

• Análisis Estadístico: Se realizó un análisis inferencial y descriptivo mediante media, desviación estándar e intervalo de confianza del 95%.

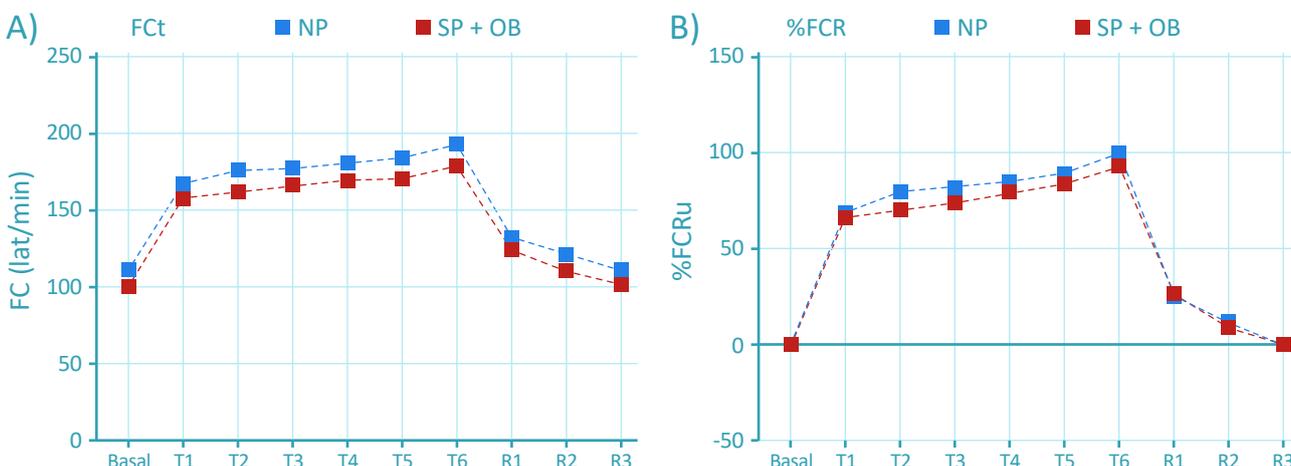
La normalización de datos fue mediante *Shapiro Wilks*, la comparación de DR, FC, %FCR mediante *T-Student* para muestras independientes, analizado todo por el *software Graphpad Prism v5.0*, con un nivel crítico de error $p < 0,05$.

Tabla 1. Respuesta Fisiológica para la prueba de caminata en seis minutos según estado nutricional.

Grupos de Escolares	Distancia recorrida (m)	Variables fisiológicas	Respuesta durante el trabajo (min)						Respuesta durante la recuperación (min)		
			1	2	3	4	5	6	1	2	3
Normopesos (n=13)	721,7 ± 65,7	FC	168 ± 14	177 ± 11	179 ± 15	182 ± 12	186 ± 11	194 ± 10	133 ± 16	122 ± 12	112 ± 10
		%FCRu	69 ± 12	79 ± 9	81 ± 14	85 ± 9	89 ± 7	100 ± 2	25 ± 16	11 ± 15	-1 ± 13
		SSF	0,4 ± 1,4	2,3 ± 2,6	3,5 ± 3,2	4,2 ± 2,8	5,4 ± 2,5	6,9 ± 2,5	3,8 ± 2,2	2,7 ± 2,6	0,4 ± 1,4
Obesos y sobrepesos (n=23)	699 ± 95,8	FC	159 ± 13	163 ± 14	166 ± 12	170 ± 11	171 ± 14	179 ± 12	125 ± 19	111 ± 11	102 ± 10
		%FCRu	66 ± 30	70 ± 31	75 ± 33	80 ± 33	84 ± 26	93 ± 32	27 ± 25	9 ± 17	-1 ± 15
		SSF	1,1 ± 2,1	2,2 ± 2,5	3,5 ± 2,8	4,8 ± 1,8	5,2 ± 1,8	5,9 ± 1,9	3,5 ± 2,4	1,7 ± 2,4	0 ± 0

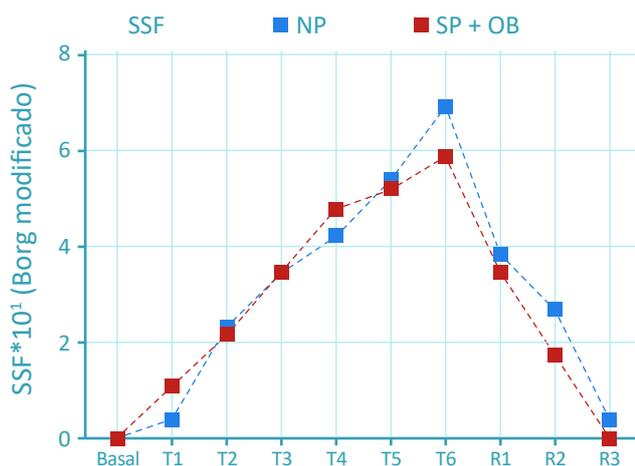
Los valores representan promedio ± 1 desviación estándar. FC: frecuencia cardíaca (latidos por min); %FCRu: porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva utilizada; SSF: sensación subjetiva de fatiga (puntaje según escala de Borg modificada).

Figura 2. A: Frecuencia cardíaca; B: Frecuencia cardíaca de reserva utilizada.



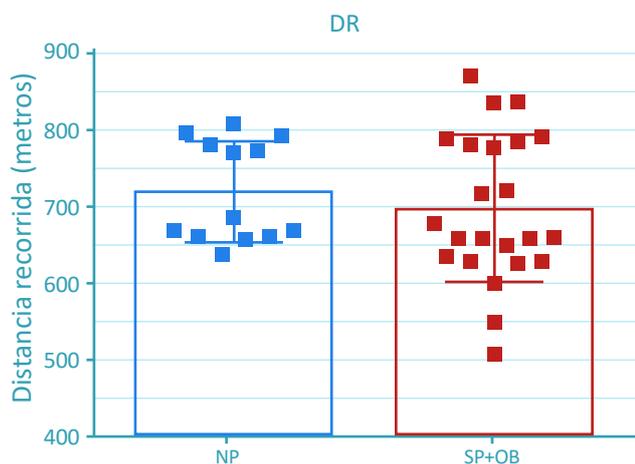
En la Fig. 2 A y B No se observan diferencias estadísticamente significativas al comparar minuto a minuto FC y %FCRu utilizada durante la ejecución del PC6m. T y t= Trabajo; R= recuperación.

Figura 3. Sensación subjetiva de fatiga (SSF).



En la Fig.3 No se observan diferencias estadísticamente significativas en relación a la Sensación subjetiva de Fatiga (SSF) entre los grupos de estudio, según modificado de Borg. T=Trabajo; R=recuperación.

Figura 4. Distancia recorrida en metros.



En la Fig.4 No se observan en promedio diferencias significativas en la distancia recorrida en los grupos de estudio. 530 mts DR en NP y 550 mts DR en SP+OB respectivamente. Paradójicamente existe una leve tendencia a caminar más metros el grupo SP+OB.

Discusión

Todos los participantes del estudio terminaron la ejecución del PC6m sin inconvenientes, no existió detecciones en el desarrollo de la prueba. Al comparar NP versus SP+OB, en el grupo SP+OB la FC como el % FCR sufren un marcado incremento (60 %FCR) desde el minuto 2 la FC de la prueba, que se mantiene hasta el minuto 6, alcanzando su nivel basal al minuto 3 de recuperación no existiendo diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento cardio respiratorio durante la ejecución del PC6m. Coincidimos con Es-

cobar y col.⁷ En que la PC6m es una herramienta que efectivamente logra descompensar los requerimientos cardiorespiratorios en los niños evidenciados por el incremento exponencial de la FC en los primeros minutos y mantener descompensado al sistema durante la prueba, para lograr en todos los casos valores basales al minuto 3 de recuperación.

Los valores de distancia recorrida DR posterior a la aplicación del PC6m obtenidos en este estudio están por debajo de promedios nacionales publicados. El primer dato de referencia publicado establece la distancia recorrida para este grupo etario (niños entre 6 - 11 años de edad) corresponde a 652.8 + - 62.1 m. propuesta por Escobar *et al.* 2001⁷, después de evaluar 294 niños chilenos sanos pertenecientes a colegios de la región metropolitana con rangos de edad entre los 6 y 14 años. En este estudio además se señala que el porcentaje de uso de la frecuencia cardiaca de reserva (FCR) fue incrementado desde el minuto uno hasta el final de la prueba similar a nuestro estudio (Fig 2) pero alcanzando valores de 86.3% y 83.9% para mujeres y hombres, respectivamente. Específicamente en niños entre 6 – 10 años con obesidad los resultados de DR obtenidos en este estudio se encuentran por sobre lo propuesto por López y col. 2009⁸ quienes establecen que la distancia promedio para niños con obesidad infantil es de 560 +- 26.8 metros luego de evaluar a 98 escolares de Región Metropolitana de Chile, mediante la ejecución del PC6m. Concluyeron que el rendimiento cardiorespiratorio fue estadísticamente menor en el grupo con obesidad infantil lo cual puede restringir la capacidad funcional y calidad de vida de esta población. Contrario a lo reportado por López y col.⁸ en relación a la distancia recorrida durante PC6m, los resultados de nuestro estudio no siendo estadísticamente significativos muestran que la DR de los niños del grupo con SP+OB (699 ± 95,8m) en promedio es muy parecida al grupo NP (721,7 ± 65,7 m), asemejándose más a lo expuesto por Escobar y col. 2001⁷, resultados que pudieran explicarse en parte posiblemente debido a lo desafiante que representa el ejercicio y por otra parte a la exposición del participante y su rendimiento en el PC6m frente a sus pares, punto muy importante a considerar en futuros estudios relacionados al ambiente escolar. Recientemente Haqq AM y col. 2021⁹, denominan a este efecto el “estigma del peso”. Por lo cual, estos autores recomiendan considerar por su importante efecto sobre la ganancia de peso, la salud y los resultados en salud de los individuos con sobrepeso y obesidad infantil.

Por otra parte D. Zenteno y col. 2007¹⁰ sugieren utilizar valores estandarizados internacionales como norma para establecer distancia caminada esperada. Geiger R y col. 2007¹¹ evaluaron 456 niños sanos caucásicos según edad (3 y 18 años) y sexo. Su valor para niños entre 6 y 8 años es de (577.8±56.1 m) para hombres y (573.2±69.2 m) para mujeres. Valores determinados en población sana, que siguen estando bajo el promedio de distancia recorrida observado en nuestros resultados en niños con sobrepeso u obesidad infantil.

En relación a la SSF, en promedio la SSF (5) se mantuvo constante durante la ejecución del PC6m en ambos grupos observados, en parte creemos que el resultado expresado por la mayoría de los niños se obtuvo ya que no se comprendió eficientemente la explicación entregada por el evaluador al inicio de la prueba o el niño subestimó la real fatiga provocada durante la prueba. Destacar que al análisis descriptivo de esta variable en la Fig. 3 la sensación subjetiva de fatiga es más alta en el minuto 1 en el grupo SP+OB, manteniendo este comportamiento hasta el minuto 4, donde comienza a disminuir la SSF hasta el minuto 3 de recuperación comparada con el grupo NP, claro indicio del aumento en el costo fisiológico también expresado en el incremento de la FC. No se registró la SSF basal. Al respecto, como en ambos grupos de análisis el primer minuto es 0, se consideró ese valor como la mediana representativa.

Si bien aspectos como la monitorización secuencial regulada de variables fisiológicas y perceptivas durante el PC6m se instalan como un valor agregado por sobre el registro antes y después. Las condiciones que incorporan mayor validez a la prueba tales como el estímulo sostenido y la forma elíptica de la pista, son factores que aún están en el debate, a cambio de reducir la complejidad y condicionar la defensa del producto DR como único propósito del test.

Proyecciones: La escasa investigación en el área de la obesidad infantil, sumado a la ausencia de consensos por parte de investigadores nacionales en torno a los valores de normalidad utilizados como referencia. Abren un territorio fértil para futuras investigaciones en esta área en nuestro país, enfocados en lugares de permanencia diaria de los niños como lo es el ambiente escolar, creando para el investigador laboratorios de evaluación situados en el problema a resolver. El presente trabajo podría ser utilizado de guía para mantener y/o mejorar la metodología, confiabilidad y validez de las mediciones.

Limitaciones: El presente estudio necesariamente carece de un número significativo de participantes. Además de consignar que se tuvo que eliminar 4 sujetos por falta de información (2 NP y 2 SB-OB). Se debe incorporar los resultados obtenidos por género, establecer correlaciones entre FC, DR, por género y por edad no realizados en este reporte.

Conclusiones

Basados en resultados obtenidos no podemos extrapolar las conclusiones a la población de este estudio, sin embargo, los cambios clínicos observados en FC, DR, SSF y %FCR, generan más interrogantes y contribuyen al debate en torno a la confiabilidad de las metodologías de medición y a la utilización de valores de normalidad en DR para esta población en particular que representa un problema de prioridad mundial, que demanda estrategias de salud enfocadas en la mejora de la funcionalidad y calidad de vida de la población con obesidad infantil.

Referencias

- 1.- Kelly T, Yang W, Chen CS, Reynolds K, He J. (2008) Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes (Lond)*. Sep;32(9):1431-7. doi: 10.1038/ijo.2008.102. *Epub* Jul 8. PMID: 18607383.
- 2.- Vargas N, Quezada A. (2007) Epidemiología, nueva morbilidad pediátrica y rol del pediatra, *Rev. chil. pediatr.* Vol.78 supl. 1, Santiago oct, versión impresa ISSN 0370-4106, doi: 10.4067/S0370-41062007000600009
- 3.- Singer K, Lumeng CN. (2017) The initiation of metabolic inflammation in childhood obesity. *J Clin Invest*. Jan 3;127(1):65-73. doi: 10.1172/JCI88882. *Epub* Jan 3. PMID: 28045405; PMCID: PMC5199687.
- 4.- Menendez A, Wanczyk H, Walker J, Zhou B, Santos M, Finck C. (2022) Obesity and Adipose Tissue Dysfunction: From Pediatrics to Adults. *Genes (Basel)*. Oct 15;13(10):1866. doi: 10.3390/genes13101866. PMID: 36292751; PMCID: PMC9601855.
- 5.- Junaeb (2021). Informe Mapa Nutricional 2020. Chile: Lira, Mariana.
- 6.- Muñoz, R., Medina, P., Escobar, M. (2015). Prueba

de caminata en seis minutos: ¿es relevante explorar la longitud de la pista? *Revista de Estudiosos en Movimiento*, 2(1), 25-31

7.- Escobar M, López A, Veliz C, Cristomo S, Pinochet R. (2001) Test de Marcha en 6 minutos en niños chilenos. *Kinesiología*; 62: 16-20.

8.- López S Antonio, Sotomayor S Lorena, Alvarez G María Paz, Céspedes A Paula, Poblete A Carolina, Vásquez M Paula *et al.* (2009) Rendimiento Aeróbico en Niños Obesos de 6 a 10 Años. *Rev. chil. pediatr.* [Internet]. Oct [citado 2023 Feb 23]; 80(5): 444-450. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062009000500006&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062009000500006>

9.- Haqq AM, Kebbe M, Tan Q, Manco M, Salas XR. (2021) Complexity and Stigma of Pediatric Obesity. *Child Obes.* Jun;17(4):229-240. doi: 10.1089/chi.2021.0003. Epub 2021 Mar 29. PMID: 33780639; PMCID: PMC8147499.

10.- Zenteno, Daniel & Puppo, Homero & González, Ramiro & Kogan, Ricardo. (2007). Test de marcha de 6 minutos en pediatría. *Neumol Pediatr.* 2.

11.- Geiger R, Strasak A, Treml B, Gasser K, Kleinsasser A, Fischer V, Geiger H, Loeckinger A, Stein JI. (2007) Six-minute walk test in children and adolescents. *J Pediatr.* Apr;150(4):395-9, 399.e1-2. doi: 10.1016/j.jpeds.2006.12.052. PMID: 17382117.

Correspondencia

Hugo Tapia Gallardo
htapia@ucm.cl
+56986421863