



REVISTA MÉDICA INTERNACIONAL SOBRE EL SÍNDROME DE DOWN

www.elsevier.es/sd



ORIGINAL

Aplicabilidad de 2 pruebas de campo de valoración de la eficiencia cardiorrespiratoria en personas adultas con síndrome de Down

R.I. Martínez-Lemos*, C. Ayán-Pérez y J.M. Cancela-Carral

Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte, Universidad de Vigo, Pontevedra, España

Recibido el 24 de marzo de 2015; aceptado el 15 de mayo de 2015

Disponible en Internet el 20 de julio de 2015

PALABRAS CLAVE

Síndrome de Down;
Prueba de campo;
Eficiencia
cardiorrespiratoria

Resumen

Objetivo: Determinar la aplicabilidad de 2 pruebas de campo de valoración de la eficiencia cardiorrespiratoria en personas adultas con síndrome de Down.

Métodos: Treinta y tres adultos con síndrome de Down (edad media $27,21 \pm 8,76$ años; 60,6% hombres), realizaron las pruebas Mini-Cooper Test (MC) y Carrera de 16 metros de ida y vuelta (16-m PACER). Se monitorizó la frecuencia cardiaca durante la ejecución de las mismas a fin de comprobar el grado de maximalidad demostrado por los participantes. El grado de correlación de ambas pruebas fue analizado mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados: Tanto el MC como la prueba 16-m PACER demostraron ser de fácil aplicación y comprensión por parte de los participantes. Se observaron diferencias significativas en base al sexo a favor de los hombres tanto en los metros recorridos en el MC ($529,23 \pm 127,45$ vs. $690 \pm 126,59$) como en el número de paliers alcanzados en el 16-m PACER ($1,69 \pm 1,07$ vs. $3,15 \pm 1,28$). El análisis de la maximalidad realizado determinó una frecuencia cardiaca final en torno al 90% de la frecuencia cardiaca máxima estimada al finalizar ambas pruebas. El grado de correlación observado entre el MC y el 16-m PACER fue significativo tanto para los hombres ($r = 0,567$; $\text{sig} = 0,043$) como para las mujeres ($r = 0,797$; $\text{sig} = 0,001$).

Conclusiones: Los resultados de este estudio sugieren que las pruebas MC y 16-m PACER pueden ser aplicadas a personas adultas con síndrome de Down de manera segura, al objeto de valorar su eficiencia cardiorrespiratoria.

© 2015 Fundació Catalana Síndrome de Down. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ivanmartinez@uvigo.es (R.I. Martínez-Lemos).

KEYWORDS

Down syndrome;
Field test;
Cardiorespiratory
efficiency

Feasibility of 2 cardiorespiratory function field-based tests on adults with Down syndrome**Abstract**

Aim: To identify the feasibility of 2 cardiorespiratory function field-based tests on adults with Down syndrome

Methods: Thirty-three adults with Down syndrome (mean age 27.21 ± 8.76 years; 60.6% men) carried out the Mini-Cooper Test (MC) and the 16 meters shuttle run test (16-m PACER). During the performance of both tests, heart rate was monitored with the aim of measuring the degree of effort shown by the participants. The Pearson correlation coefficient was used to assess the level of concordance between both tests.

Results: Both the MC and the 16-m PACER were easy to administer, and understandable for all the participants. Significant differences were observed by sex. Men achieved greater distances than women in the MC (529.23 ± 127.45 vs. 690.00 ± 126.59 meters), and reached more stages in the 16-m PACER (1.69 ± 1.07 vs. 3.15 ± 1.28). The analysis of the degree of effort showed that final heart rate obtained at the end of both tests were around 90% of the predicted maximum heart rate. A significant degree of correlation between the MC and the 16-m PACER was observed both in men ($r = 0.567$; $\text{sig} = 0.043$) and in women ($r = 0.797$; $\text{sig} = 0.001$).

Conclusion: The results of this study suggest that the MC and the 16-m PACER test can be safely performed by adults with Down syndrome in order to assess their cardiorespiratory function.

© 2015 Fundació Catalana Síndrome de Down. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La eficiencia cardiorrespiratoria (EC) es considerada un marcador de salud de gran relevancia por lo que debe ser evaluada adecuadamente incluso ya desde edades tempranas¹. Esto es especialmente cierto para las personas con síndrome de Down (SD), quienes por lo general presentan un elevado nivel de inactividad física², así como anomalías a nivel cardiovascular, metabólico, y en la regulación y control de su sistema nervioso autónomo que inciden negativamente en su EC³, y por lo tanto en su nivel de salud. Por ello, la valoración de la EC en personas con SD debiera ser realizada con cierta periodicidad y de manera adecuada, mediante pruebas específicas y de aplicabilidad previamente demostradas en esta población. A este respecto, se considera que el patrón oro son las pruebas de esfuerzo en laboratorio, pues permiten identificar la EC en condiciones controladas y de manera válida y fiable⁴. Sin embargo, la realización de este tipo de pruebas está sujeta a la disponibilidad de recursos materiales, por lo general de elevado coste, y a la presencia de personal especializado que se responsabilice de la administración de las mismas y controle su adecuada ejecución, que por otra parte debe ser individualizada. Por este motivo, las pruebas de campo son un recurso muy empleado para valorar la EC, debido a su sencillez de aplicación, al bajo coste económico que supone su administración y a que permiten la valoración simultánea de varias personas en un corto intervalo de tiempo. A pesar de ello, y en contra de lo esperado, las pruebas de campo empleadas para valorar la EC en personas con SD no son muy abundantes y la gran mayoría de las mismas han sido desarrolladas únicamente con población joven y por lo general extranjera^{5,6}. De este modo, parece necesario analizar la utilidad de este tipo de pruebas cuando son aplicadas en población adulta con SD española. Esto permite no solo

aportar información sobre qué pruebas de campo pueden ser más aconsejables a la hora de valorar la EC en personas adultas con SD, sino también presentar valores medios orientativos que faciliten la identificación del nivel de EC una vez realizadas las mismas por población similar a la de referencia. Bajo estas circunstancias, el propósito de este estudio es analizar la utilidad de 2 pruebas de campo de valoración de la EC cuando son aplicadas a un grupo de personas españolas adultas con SD.

Material y métodos**Participantes**

Los participantes de este estudio fueron reclutados a través de una invitación cursada a dos asociaciones de SD del sur de Galicia. Los criterios de inclusión fueron: (a) presencia de trisomía 21, (b) ser mayor de edad y (c) ser capaz de entender y seguir instrucciones sencillas. Todas las personas que presentaron algún tipo de contraindicación médica parcial o total documentada para realizar ejercicio físico intenso fueron excluidas del mismo. El estudio fue aprobado por el comité de ética de investigación de la Universidad de Vigo. Todos los padres o tutores legales de los participantes fueron informados previamente sobre los objetivos y la metodología de las pruebas a realizar y firmaron su consentimiento, aportando información sobre la edad cronológica y género de los participantes.

Pruebas de campo

Se eligieron 2 pruebas factibles de ser realizadas en una instalación deportiva cubierta con pavimento uniforme y en condiciones confortables de temperatura y humedad:

Mini-Cooper Test

Esta prueba es una versión abreviada del denominado «Cooper Test» que ha sido considerada como válida para valorar la EC en población sana⁷. Consiste en recorrer la mayor distancia posible corriendo, caminando o alternando ambas, durante 6 min. Una vez finalizada la prueba, se registra la distancia en metros cubierta.

Carrera de 16 metros de ida y vuelta

Aunque el propósito inicial de esta investigación fue analizar la aplicabilidad de la carrera de 20 m de ida y vuelta validada para evaluar la EC en población sana, tras la realización de un pequeño estudio piloto con parte de la muestra reclutada se observó una gran dificultad para recorrer la distancia establecida de acuerdo con el ritmo de ejecución determinado por el protocolo. Por ello, se decidió administrar la Carrera de 16 metros de ida y vuelta (16-m PACER), prueba de menor distancia que ha sido adaptada y validada en adolescentes con discapacidad intelectual⁸. Esta prueba consiste en completar a la carrera una distancia delimitada previamente en trayectos de ida y vuelta. El ritmo de carrera viene determinado por una señal acústica que marca al participante el intervalo de tiempo que este tiene para cubrir una distancia y, por lo tanto, determina su velocidad. Se trata de una prueba incremental en la que la velocidad va aumentando en intervalos de 1 min, denominados paliers, hasta el agotamiento. La prueba finaliza cuando el participante, en 2 veces consecutivas, no es capaz de completar el trayecto de 16 m antes de que suene la señal. Se registra entonces el último palier completo.

Procedimientos

Este estudio transversal tuvo una duración de 6 semanas. Durante las 2 primeras se realizó un estudio piloto para explicar y ensayar los protocolos de administración del Mini-Cooper (MC) y del 16-m PACER, y se llevó a cabo una valoración antropométrica de la muestra objeto de estudio. La talla fue valorada utilizando un estadiómetro (SECA®, Mod. 217), el peso fue valorado mediante una balanza electrónica (SECA®, Mod. 899) y el perímetro de cintura con una cinta inextensible (SECA®, Mod. 203) siguiendo un protocolo estándar. Se calculó el índice de masa corporal como peso (kg)/talla (m²). Finalmente, se empleó un pulsímetro (Polar RS400, Kempele, Finlandia), para obtener la frecuencia cardiaca (FC) basal de los participantes.

Durante la tercera y quinta semana no se llevó a cabo intervención alguna, mientras que a lo largo de la cuarta y de la sexta semana se realizaron el MC y el 16-m PACER respectivamente. Para la administración del MC se delimitó con 8 conos un cuadrado de 16 × 16 m para facilitar que los participantes pudiesen correr a través de su perímetro, a modo de «cuerda». Para la carrera de ida y vuelta, se delimitó con conos una distancia de 16 m, dejando espacio de 2 m para girar. La prueba comienza con una señal acústica que marca una velocidad de inicio de carrera de 8,5 km/h y se va incrementando a razón de 0,5 km/h/min (palier), de manera que va cada minuto que pasa, el intervalo de tiempo entre las 2 señales se va reduciendo.

Ambas pruebas fueron realizadas en grupos reducidos tras un calentamiento previo dirigido, permitiéndose la

colaboración de auxiliares para dar una referencia verbal del ritmo de carrera al objeto de motivar y animar a los participantes a realizar la prueba al máximo de su capacidad. En ambas pruebas, el protocolo incluyó un único ensayo.

Con el fin de identificar la maximalidad de cada una de las pruebas de campo, se estimó la FC máxima de los participantes a través de una ecuación propuesta y validada para adultos con SD⁹ y se monitorizó su FC durante el transcurso de las mismas. La maximalidad se definió como el porcentaje de la FC máxima alcanzado por cada participante calculado a partir de la FC registrada en el momento de finalización de cada prueba. Todas las evaluaciones fueron realizadas por personal cualificado con experiencia previa en la prescripción de ejercicio físico en personas con SD.

Análisis estadístico

El análisis descriptivo de los datos se presenta de forma global y estratificado por el género, a través de la media y desviación estándar. Se ha comprobado la normalidad de la muestra a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,005$) y se comprobó la existencia de diferencias significativas entre el género a través de la prueba t de Student para datos independientes. Para analizar la relación entre los parámetros, edad (años), índice de masa corporal (kg/m²), MC (m) y 16-m PACER (n.º paliers), se llevó a cabo un análisis de correlación, a través del coeficiente de correlación de Pearson. El software estadístico utilizado para llevar a cabo el análisis estadístico ha sido el SPSS Statistics 21 (SPSS Inc. Chicago, IL, EE. UU.), siendo el nivel de significación estadística para todos los análisis de 0,05.

Resultados

Un total de 33 personas adultas con SD (edad media $27,21 \pm 8,76$ años; 60,6% hombres) se presentaron voluntarios y finalizaron el estudio. Las características de las mismas se presentan en la [tabla 1](#). No se observaron mayores dificultades durante la administración tanto del MC como de la 16-m PACER ni eventos adversos destacables, presentándose ambas pruebas como de fácil aplicación y comprensión por parte de los participantes. Tras la finalización de las mismas se encontraron diferencias significativas en base al sexo en la EC a favor de los hombres tanto en los metros recorridos en el MC ($529,23 \pm 127,45$ vs. $690 \pm 126,59$) como en el número de paliers alcanzados en la prueba 16-m PACER ($1,69 \pm 1,07$ vs. $3,15 \pm 1,28$). El análisis de la maximalidad realizado determinó que en ambas pruebas se alcanzó una FC final en torno al 90% de la FC máxima estimada ([tabla 1](#)). El grado de correlación observado entre el MC y la prueba 16-m PACER fue significativo tanto para los hombres ($r = 0,567$; $\text{sig} = 0,043$) como para las mujeres ($r = 0,797$; $\text{sig} = 0,001$). En la [figura 1](#) se refleja la concordancia de ambas pruebas tomando como referencia toda la población objeto de estudio.

Discusión

La EC contribuye de manera positiva a la autonomía de las personas adultas con SD, dado que guarda una estrecha relación con su capacidad funcional¹⁰. Por lo tanto, parece

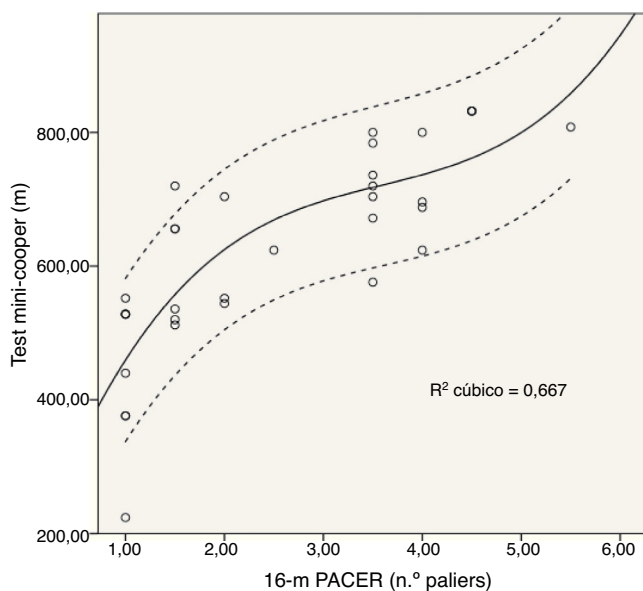
Tabla 1 Características de los participantes y valores medios alcanzados

Variable	Todos (n = 33) Media ± DE	Mujeres (n = 13) Media ± DE	Hombres (n = 20) Media ± DE
Edad (años)	27,21 ± 8,76	30,38 ± 10,14	25,15 ± 7,29
Altura (m)	1,50 ± 0,07	1,46 ± 0,06	1,52 ± 0,06*
Peso (kg)	64,25 ± 11,30	62,38 ± 14,78	65,46 ± 8,54
Índice de masa corporal (kg/m ²)	28,73 ± 5,35	29,60 ± 7,71	28,16 ± 3,14
Perímetro de cintura (cm)	89,09 ± 12,02	87,54 ± 15,05	90,10 ± 9,88
FC basal (lat/min)	77,97 ± 12,66	76,38 ± 10,11	79 ± 14,22
FC máxima (lat/min)	163,76 ± 4,91	161,98 ± 5,68	164,92 ± 4,08
Test Mini-Cooper			
Distancia (m)	626,67 ± 148,23	529,23 ± 127,45	690 ± 126,59**
FC final (lat/min)	155,79 ± 18,80	153,54 ± 16,88	157,25 ± 20,24
Intensidad (% FC)	90,61 ± 21,45	90,39 ± 18,17	90,75 ± 23,80
16-m PACER test			
Distancia (n.º paliers)	2,58 ± 1,39	1,69 ± 1,07	3,15 ± 1,28**
FC final (lat/min)	157,09 ± 24,96	149,08 ± 28,20	162,30 ± 21,78
Intensidad (% FC)	92,59 ± 28,36	86,10 ± 33	96,80 ± 24,88

DE: desviación estándar; FC: frecuencia cardiaca.

* p < 0,005.

** p < 0,001.

**Figura 1** Grado de correlación entre el Mini-Cooper Test y la prueba 16-m PACER.

necesario identificar qué pruebas de campo pueden ser de utilidad a la hora de valorar la misma en esta población. Los resultados de esta investigación contribuyen a este propósito, al estudiar la aplicabilidad de las pruebas MC y 16-m PACER cuando son administradas a personas adultas con SD. La prueba MC se administra por lo general a niños/as en edad escolar, no teniendo conocimiento los autores del presente trabajo de la existencia de investigación alguna en la que se haya administrado a poblaciones con SD. Por lo tanto, no es factible la comparación de los valores medios obtenidos en esta prueba por los participantes del presente estudio. De todos modos, su administración no provocó en los participantes excesivas dificultades a la hora de mantener la

cadencia y el ritmo de carrera y de soportar la fatiga, problemas que sí se han apreciado durante la realización del «Cooper Test» por personas con discapacidad intelectual¹¹, lo que habla en favor de su utilidad en población adulta con SD.

La aplicabilidad de la prueba de carrera de ida y vuelta, tanto de 16 como de 20m en poblaciones con discapacidad intelectual ha sido objeto de estudio de distintas investigaciones^{9,12,13}, pero tanto en las mismas como en los contados casos en los que se ha administrado a muestras compuestas específicamente por personas con SD¹⁴⁻¹⁸, no consta la inclusión de adultos como parte de la población a evaluar, con una única excepción¹⁹. En la misma se observaron valores medios similares para los hombres, pero un tanto distintos para las mujeres en comparación a los encontrados en la presente investigación. Estas diferencias pudieran ser debidas al diferente origen étnico de ambas poblaciones, lo que indica la necesidad de desarrollar más investigaciones de este tipo con muestras autóctonas.

La ausencia de dificultades observables en el desarrollo de ambas pruebas y la existencia de un elevado grado de correlación entre las mismas son 2 aspectos que deben ser ratificados a la hora de confirmar la aplicabilidad de dichas pruebas²⁰. En este estudio no solo se cumplen ambos criterios, sino que, además, los resultados obtenidos indican que tanto el MC como la prueba 16-m PACER pueden ser considerados como pruebas de esfuerzo máximo cuando son realizadas por personas adultas con SD, a juzgar por el porcentaje de FC máxima alcanzado al finalizar las mismas. Estos hallazgos sugieren que el MC y el 16-m PACER son pruebas de campo que pueden ser empleadas para valorar la EC en esta población. Sin embargo, conviene reseñar que no es posible realizar una estimación del consumo máximo de oxígeno a partir de las mismas. En el caso del MC porque desde el conocimiento de los autores no se ha administrado en el SD y por lo tanto no se ha desarrollado método alguno, y en el caso del 16-m PACER porque se ha observado que

la ecuación empleada para poblaciones con discapacidad intelectual no es válida para personas con SD^{14,17}. De todos modos, ambas pruebas sí pueden ser empleadas a la hora de determinar la capacidad para economizar el esfuerzo, y para valorar el efecto de distintas intervenciones encaminadas a la mejora de la EC en personas adultas con SD, tal y como se ha observado para otras poblaciones en las que no existe de momento posibilidad de estimar el consumo máximo de oxígeno a partir del resultado obtenido en este tipo de pruebas de campo²¹.

A pesar de la originalidad de esta investigación, deben ser reconocidas ciertas debilidades metodológicas inherentes al diseño de la misma y que limitan la transferencia de los resultados presentados, como son principalmente el reducido tamaño muestral y la ausencia de información relativa al coeficiente intelectual de la misma, factor que ejerce una importante influencia sobre el modo en que las pruebas de EC son realizadas en personas adultas con SD²².

En definitiva, los resultados de este estudio muestran que las pruebas MC y 16-m PACER pueden ser aplicadas a personas adultas con SD de manera segura, al objeto de valorar su EC. Futuras investigaciones deberían analizar la fiabilidad y validez de las mismas al ser administradas en esta población.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Anderssen SA, Cooper AR, Riddoch C, Sardinha LB, Harro M, Brage S, et al. Low cardiorespiratory fitness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children independent of country, age and sex. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2007;14:526–31.
- Nordstrøm M, Hansen BH, Paus B, Kolset SO. Accelerometer-determined physical activity and walking capacity in persons with Down syndrome. *Williams syndrome and Prader-Willi syndrome. Res Dev Disabil.* 2013;34:4395–403.
- Pitetti K, Baynard T, Agiovlasitis S. Children and adolescents with Down syndrome, physical fitness and physical activity. *JSHS.* 2013;2:47–57.
- Fernhall B, Pitetti KH, Rimmer JH, McCubbin JA, Rintala P, Millar AL, et al. Cardiorespiratory capacity of individuals with mental retardation including Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:366–71.
- Oppewal A, Hilgenkamp TIM, van Wijck R, Evenhuis HM. Cardiorespiratory fitness in individuals with intellectual disabilities-A review. *Res Dev Disabil.* 2013;34:3301–16.
- Seron BB, Greguol M. Assessment protocols of maximum oxygen consumption in young people with Down syndrome - A review. *Res Dev Disabil.* 2014;35:676–85.
- Bolonchuk W. *The accuracy of the Six Minute Run Test to measure cardiorespiratory fitness.* Grand Forks: University of North Dakota; 1975.
- Winnick JP, Short FX. *The Brockport physical fitness test manual.* Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1999.
- Fernhall BO, McCubbin JA, Pitetti KH, Rintala P, Rimmer JH, Millar AL, et al. Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001;33(10):1655–60.
- González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Matute-Llorente A, Gómez-Bruton A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Efectos del entrenamiento pliométrico sobre la resistencia cardiorrespiratoria de niños y adolescentes con síndrome de Down. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down.* 2014; 18:35–42.
- Cressler M, Lavay B, Giese M. The reliability of four measures of cardiovascular fitness with mentally retarded adults. *Adapt Phys Activ.* 1988;5:285–92.
- Fernhall B, Millar AL, Pitetti KH, Hensen T, Vukovich MD. Cross validation of the 20-m shuttle run test for children and adolescents with mental retardation. *Adapt Phys Activ Q.* 2000;17:402–12.
- Skowroński W, Horvat M, Nocera J, Roswal G, Croce R. Eurofit Special: European fitness battery score variation among individuals with intellectual disabilities. *Adapt Phys Activ Q.* 2009;26:54–67.
- Guerra M, Pitetti KH, Fernhall B. Cross validation of the 20-meter shuttle run test for adolescents with Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q.* 2003;20:70–9.
- Pitetti KH, Fernhall B. Comparing run performance of adolescents with mental retardation, with and without Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q.* 2004;21:219–28.
- Savucu Y. Influence of 12-week training on aerobic capacity and respiratory functions of adolescents with Down syndrome. *World Appl Sci J.* 2010;11:1292–6.
- Agiovlasitis S, Pitetti KH, Guerra M, Fernhall B. Prediction of VO2peak from the 20-m shuttle-run test in youth with Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q.* 2011;28:146–56.
- Tejero-Gonzalez CM, Martinez-Gomez D, Bayon-Serna J, Izquierdo-Gomez R, Castro-Piñero J, Veiga OL. Reliability of the ALPHA health-related fitness test battery in adolescents with Down syndrome. *J Strength Cond Res [Internet].* 2013;27:3221–4.
- Terblanche E, Boer PH. The functional fitness capacity of adults with Down syndrome in South Africa. *J Intellect Disabil Res.* 2013;57:826–36.
- Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1986;55:503–6.
- Ayán C, Cancela J, Romero S, Alonso S. Reliability of two field-based tests for measuring cardiorespiratory fitness in preschool children. *J Strength Cond Res.* En prensa 2015, <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000000934>.
- Vis JC, Thoonsen H, Duffels MG, de Bruin-Bon RA, Huisman SA, van Dijk AP, et al. Six-minute walk test in patients with Down syndrome: Validity and reproducibility. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90:1423–7.