

Rendimiento de las variables cardiorrespiratorias durante el *test* de Chester en niños sanos chilenos

Assessment of cardiorespiratory variables during Chester step test in healthy Chilean children

Iván Rodríguez-Núñez,^{I,II,III} Darwin Gatica Solís,^{II,III} Ximena Navarro Tapia^{IV}

^ILaboratorio de Biología del Ejercicio (LBE). Escuela de Kinesiología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Concepción, Chile.

^{II}Escuela de Kinesiología. Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás. Concepción, Chile.

^{III}Grupo de Investigación en Salud Cardiovascular y Respiratoria IDEAS-CVR. Universidad San Sebastián. Concepción, Chile.

^{IV}Programa de Magister en Kinesiología Cardiorrespiratoria. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Concepción, Chile.

RESUMEN

Introducción: la evaluación física es esencial para caracterizar el estatus funcional en niños sanos y en pacientes con entidades nosológicas concomitantes, por lo cual, se necesitan pruebas de ejercicio estandarizadas.

Objetivo: determinar la validez y confiabilidad de los parámetros cardiorrespiratorios durante el *test* de Chester (*TChester*) en niños sanos chilenos.

Métodos: se realizó un estudio de corte transversal para determinar la validez, y en un subgrupo de la muestra. Se empleó un diseño *test retest* para determinar la confiabilidad inter-observador de los parámetros cardiorrespiratorios durante el *TChester*. Se registró frecuencia cardíaca, esfuerzo percibido y carga de trabajo durante la prueba. Se realizó análisis de regresión lineal entre la frecuencia cardíaca y la carga de trabajo, se determinó el coeficiente de correlación intraclase, y se calculó la diferencia media de la frecuencia cardíaca *peak* y VO_2 *peak* entre los *test* mediante el método de Bland-Altman. Se consideró significativo $p < 0,05$.

Resultados: el *TChester* se comportó como un *test* submáximo en la muestra estudiada. Adicionalmente, se observó una fuerte correlación ($r > 0,9$) entre la carga de trabajo y la frecuencia cardiaca durante el *test*. El coeficiente de correlación intraclase global calculado fue $> 0,9$ en ambos sexos. La diferencia media de la frecuencia cardiaca *peak* y el VO_2 estimado entre ambos *test* fue de 1,2 lat/min y de 1 mL/kg/min respectivamente.

Conclusión: los resultados sugieren que el *TChester* presenta una adecuada validez y confiabilidad para ser aplicado en niños sanos chilenos.

Palabras clave: niños; adolescentes; *test* de ejercicio; validez; confiabilidad de las mediciones; función pulmonar.

ABSTRACT

Introduction: physical assessment is essential to characterize the functional states of healthy children and of patients with concomitant nosological conditions, hence standardized exercise tests are needed.

Objective: to determine the validity and reliability of cardiorespiratory indicators in Chester step test applied to healthy Chilean children.

Methods: a cross-sectional study was conducted to determine the validity in a sample subgroup. A test-retest design served to estimate the inter-observer reliability of the cardiorespiratory parameters in Chester step test. Heart rate, perceived efforts and workload were also measured. The linear regression analysis between the heart frequency and the workload was made; the intra-class correlation coefficient was determined and finally the mean difference of peak heart frequency and peak VO_2 between tests were estimated thorough Bland-Altman´s method. The $p < 0.05$ was considered significant value.

Results: Chester step test was equivalent to a submaximal test in the studied sample. Additionally, strong correlation ($r > 0.9$) was found between workload and heart frequency during the test. The estimated overall intra-class correlation coefficient was higher than 0.9 in both sexes. The mean difference of peak heart frequency and the VO_2 measured in both tests was 1.2 beat/min and 1 mL/kg/min, respectively.

Conclusions: the results indicate that Chester step test exhibits adequate validity and reliability for use in healthy Chilean children.

Keywords: children; adolescents; exercise test; validity; reliability of measurement; pulmonary function.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la evaluación de la capacidad física es considerada esencial para caracterizar el estatus funcional, tanto de niños sanos, como en pacientes con entidades nosológicas concomitantes.¹ Es así como diversas guías internacionales de evaluación y rehabilitación de pacientes con enfermedades cardiorrespiratorias crónicas, han incluido al *test* de ejercicio como estrategia de evaluación funcional del deterioro proporcionado por la enfermedad de base.^{2,3}

La prueba de ejercicio más ampliamente recomendada corresponde al *test* de ejercicio incremental (TEI), realizado en cicloergómetro o cinta rodante, en el cual se efectúa un análisis de consumo de oxígeno (VO_2) en cada respiración, y se determina el consumo de oxígeno máximo (VO_2 máx.), variable considerada estándar de oro para la determinación de la capacidad física en diversos contextos, tanto deportivos, como clínicos.¹ No obstante, el equipamiento para la ejecución de esta prueba y ulterior determinación del VO_2 máx. es costosa y requiere de la supervisión de un profesional con un alto nivel de capacitación,^{4,5} razón por la cual son escasos los centros de salud que desarrollan este tipo de pruebas de manera sistemática.⁶

Por lo anteriormente planteado, las estimaciones indirectas de la capacidad física y VO_2 máx., a través de pruebas de ejercicio submáximo, han sido utilizadas para la evaluación de la capacidad física. En este contexto, el *test* de marcha de 6 min (TM 6´) y la prueba de lanzadera (*shuttle test*) son dos de los *test* más ampliamente utilizados en el contexto clínico, porque ha sido demostrada su validez, tanto en niños sanos, como en los que presentan enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas.⁷⁻¹¹

Una alternativa a los *test* de campo previamente mencionados es la prueba de escalón, la cual ha demostrado ser una alternativa viable debido a su bajo costo y gran aplicabilidad en el contexto clínico.¹² Una de las más ampliamente utilizadas corresponde al *test* de escalón de *Chester* (*TChester*), desarrollado a mediados de los 90 por *Sykes* y otros.¹³ El *TChester* utiliza un escalón de cuatro alturas posibles (15, 20, 25 o 30 cm), y es dirigido por un metrónomo; posee 5 niveles de intensidad, comenzando a una frecuencia de 15 ciclos por min e incrementos de 5 ciclos cada 2 min.^{12,13} Esta prueba ha sido validada en adultos sanos y con enfermedades respiratorias crónicas (ERC).^{12,14-16}

De acuerdo con nuestro conocimiento, son escasos los estudios dirigidos a evaluar la utilidad de los *test* de escalón en niños;¹⁷⁻¹⁹ además, no existen estudios dirigidos a evaluar el rendimiento específico del *TChester* en este grupo etario. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar la validez de criterio concurrente y confiabilidad de los parámetros cardiorrespiratorios durante el *TChester* en una muestra de niños sanos chilenos.

MÉTODOS

Este estudio posee un diseño de corte transversal, el cual fue utilizado para la determinación de la validez asociada a criterio del *TChester*. Por su parte, en un subgrupo de la muestra fue desarrollado un diseño *test retest*, con el fin de evaluar la confiabilidad interobservador de los parámetros fisiológicos durante esta prueba.

Mediante un muestreo por conveniencia fueron seleccionados niños sanos, sin restricción de sexo, de edades entre 8 y 15 años, de un colegio público de la ciudad de Concepción (Chile). El universo poblacional estuvo integrado por niños y adolescentes de ambos sexos, distribuidos en 8 niveles, desde II año de educación básica hasta I año de educación media. Cada nivel posee entre 70-90 niños. Por otra parte, fueron excluidos los niños con déficit cognitivos, obesidad, enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

El tamaño de muestra fue estimado de acuerdo con la metodología empleada en estudios previos que determinan validez de criterio concurrente.²⁰ Así, considerando un coeficiente de correlación de Pearson entre la frecuencia cardíaca (FC) y la carga de trabajo de 0,50, un riesgo de error tipo I del 5 % y una potencia estadística del 90 %, la muestra mínima requerida es de 32 sujetos. Considerando que al estudio ingresaron 71 sujetos, la potencia estadística estimada es superior al 99,9 %.

Los padres de los niños firmaron consentimiento informado, así como también los niños mayores de 12 años antes de ingresar al estudio. Adicionalmente, este estudio fue aprobado por el comité de ética de la universidad San Sebastián, Chile.

El *TChester* corresponde a una prueba de ejercicio continuo submáximo de intensidad incremental, el cual consiste en subir y bajar un escalón de acuerdo con un ritmo generado por una señal sonora grabada precedentemente. El *test* posee 5 niveles de intensidad de 2 min cada uno, en los cuales incrementa la cantidad de ciclos por min (1 ciclo= un ascenso y un descenso con ambos pies). La cantidad de ciclos desarrollados por min en cada nivel fueron: nivel 1: 15 ciclos; nivel 2: 20 ciclos; nivel 3: 25 ciclos; nivel 4: 30 ciclos; y nivel 5: 35 ciclos. La altura del escalón utilizada en este estudio fue de 20 cm, y la carga de trabajo fue calculada utilizando la fórmula siguiente:

altura del escalón (m) × número de ciclos × peso (kg) × 0,16357.²¹

El *test* puede ser detenido por el sujeto (debido a la presencia de síntomas), o por el evaluador, cuando el sujeto alcanza el 80 % de la FC teórica. No obstante, con el fin de obtener el nivel de FC máx. alcanzada al final del *TChester*, en este estudio el *test* continuó progresivamente hasta que el sujeto pudo completar los 5 niveles de intensidad, a pesar de haber superado el 80 % de la FC máx. Solo fue detenido debido a la intolerancia del sujeto para mantener el ritmo de ascenso y descenso del escalón.

La estimación del VO₂ máx. fue realizada en el normograma *ad-hoc* de acuerdo con lo publicado precedentemente,²² mediante el trazado de una recta que une los puntos de la FC media en cada nivel del *test*, la cual, se proyecta hacia la FC máx. teórica desde donde se predice el VO₂ máx. (mL/kg/min).

Una semana antes del inicio del estudio fue realizada una evaluación previa en la que fueron registrados la edad, el sexo y las variables antropométricas. El peso y la talla fueron determinadas mediante una balanza análoga (kg) y cinta métrica (cm). En esa misma sesión los participantes del estudio se familiarizaron con el *test* de ejercicio, y también fueron instruidos en relación con la escala de medición de esfuerzo percibido (EP) infantil EPInfant, de acuerdo con las instrucciones publicadas por *Rodríguez* y otros.²⁰

Antes de comenzar el *TChester* los sujetos permanecieron en reposo por 10 min, durante los cuales fueron registrados la FC (Polar ®) y EP (escala EPInfant). Por otra parte, considerando la edad de los participantes de este estudio, la FC máx. teórica fue calculada mediante la fórmula siguiente: 208-(0,7 x edad), la cual, ha mostrado tener un mejor rendimiento predictivo en este grupo etario.²³

Durante el desarrollo del *TChester* fueron registradas la FC y EP por dos evaluadores de manera independiente, durante los últimos 20 s en cada nivel de intensidad del *test*.

Una semana más tarde un subgrupo de la muestra realizó un segundo *TChester* bajo el mismo protocolo experimental, no obstante, tanto la FC como el EP fueron medidos por evaluadores diferentes a quienes midieron las variables en la primera sesión.

Utilizando el paquete estadístico *MedCalc* versión 15.8 (*MedCalc software* bvba, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org> ; 2015), fue realizado análisis exploratorio de los datos con evaluación de normalidad mediante el *test* de Kormologov-Smirnov. Una vez verificada la distribución normal de los datos, se aplicó estadística descriptiva con cálculo de promedio y error estándar de la media (EEM). Para evaluar las diferencias en la FC, carga de trabajo y EP entre los diferentes niveles de intensidad, fue utilizado el *test* ANOVA para medidas repetidas con ajuste de Bonferroni. Adicionalmente, fue utilizada la prueba *t-student* para muestras independientes, con el fin de evaluar las diferencias de las variables cuantitativas entre sexos. Por otra parte, para la determinación de la validez asociada a criterio del *TChester*, fue realizado análisis de regresión lineal entre la FC (lat/min) y la carga de trabajo (watts) durante el *test*.

La confiabilidad de los parámetros cardiorrespiratorios fue determinada mediante dos accesos estadísticos: 1) cálculo del coeficiente de correlación intraclase (CCI) de cada parámetro cardiorrespiratorio en cada nivel del *TChester* entre la prueba 1 y prueba 2, el cual, fue categorizado según sexo; y 2) mediante el método de Bland-Altman, fue calculada la discordancia media entre ambas pruebas respecto a la FC *peak* (último nivel del *TChester*) y el VO₂ estimado. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Al estudio ingresaron 71 niños sanos (37 varones), con edad promedio $12,1 \pm 0,3$ años. El peso y la talla de la muestra fueron adecuados para la edad. Todos los varones completaron la prueba de ejercicio; sin embargo, 3 mujeres solo completaron 4 de los 5 niveles del *TChester*. En la muestra total, la FC y EP alcanzado al final del *TChester* fue $161,1 \pm 2,0$ y $4,8 \pm 0,3$ respectivamente. Por otra parte, en la segunda evaluación fueron considerados 31 sujetos (17 varones) de edad $9,4 \pm 0,1$, los cuales alcanzaron una FC y EP al final del *TChester* de $164,3 \pm 2,6$ y $5,7 \pm 0,3$ respectivamente ([tabla 1](#)).

En ambos sexos la carga de trabajo (watts) incrementó significativamente en cada nivel del *TChester*. A su vez, los hombres desarrollaron una mayor carga de trabajo que las mujeres. Por otra parte, tanto la FC, como el EP incrementaron de manera significativa en cada nivel del *TChester*. En las mujeres la FC fue significativamente mayor que en los hombres en todos los niveles; por el contrario, no existieron diferencias significativas en el nivel de EP según sexo. Adicionalmente, la FC máxima alcanzada al final del *TChester* (FC *peak*) fue significativamente inferior a la FC máx. teórica. En la [tabla 2](#) se muestran los datos descriptivos de la respuesta fisiológica durante el *TChester*.

Tabla 1. Características generales de la muestra de estudio

Variables	Muestra total (n= 71)	Retest (n= 31)
Sexo (masculino/femenino)	37/32	17/14
Edad (en años)	12,1 ± 0,3	9,4 ± 0,1
Peso (en kg)	50,5 ± 1,7	37,3 ± 1,7
Estatura (en cm)	153,3 ± 1,8	140,0 ± 1,9
FC máxima teórica (lat/min)	199,5 ± 0,2	201,0 ± 0,1
FC <i>peak</i> (lat/min)	161,1 ± 2,0	164,3 ± 2,6
EP máximo	4,8 ± 0,3	5,7 ± 0,3
VO ₂ máximo (mL/kg/min)	60,5 ± 2,0	59,4 ± 1,9

FC: frecuencia cardíaca, EP: esfuerzo percibido (EPInfant), *peak*: nivel máximo de consumo de oxígeno.

Los resultados se muestran en promedio ± error estándar.

Tabla 2. Respuesta fisiológica durante el *test* de Chester (*TChester*)

Niveles de intensidad (<i>TChester</i>)	Variables	Masculino (n= 37)	Femenino (n= 34)	Valor P
Nivel 1	Trabajo (watts)	25,9 ± 1,1	22,4 ± 1,2	0,035
	FC (lat/min)	111,8 ± 2,5	118,3 ± 2,2	0,034
	EP (EPInfant)	1,0 ± 0,2	0,7 ± 0,1	0,410
Nivel 2	Trabajo (watts)	34,6 ± 1,4	29,9 ± 1,6	0,034
	FC (lat/min)	119,0 ± 2,6	127,2 ± 2,4	0,027
	EP (EPInfant)	1,9 ± 0,2	1,6 ± 0,3	0,520
Nivel 3	Trabajo (watts)	43,3 ± 1,8	37,5 ± 2,0	0,038
	FC (lat/min)	128,6 ± 2,8	139,9 ± 2,8	0,006
	EP (EPInfant)	2,8 ± 0,3	2,5 ± 0,3	0,590
Nivel 4	Trabajo (watts)	51,9 ± 2,1	44,8 ± 2,4	0,032
	FC (lat/min)	139,7 ± 2,9	151,9 ± 3,6	0,011
	EP (EPInfant)	3,5 ± 0,3	3,7 ± 0,4	0,682
Nivel 5	Trabajo (watts)	60,6 ± 2,5	49,9 ± 2,5	0,004
	FC (lat/min)	155,0 ± 2,8	168,0 ± 2,3	0,0008
	EP (EPInfant)	4,5 ± 0,4	5,2 ± 0,4	0,284

FC: Frecuencia cardíaca, EP: esfuerzo percibido (EPInfant).

Los resultados se muestran en promedio ± error estándar.

Validez asociada a criterio del *TChester*: se observó una fuerte correlación entre la carga de trabajo y la FC en ambos géneros ($r = 0,98$ y $r = 0,97$ en hombres y mujeres respectivamente; $p < 0,0001$); sin embargo, en las mujeres se observó una mayor pendiente de ascenso de la FC durante el *test* (pendiente 1,2 y 1,8 en hombres y mujeres respectivamente; $p < 0,002$) ([figura 1](#)).

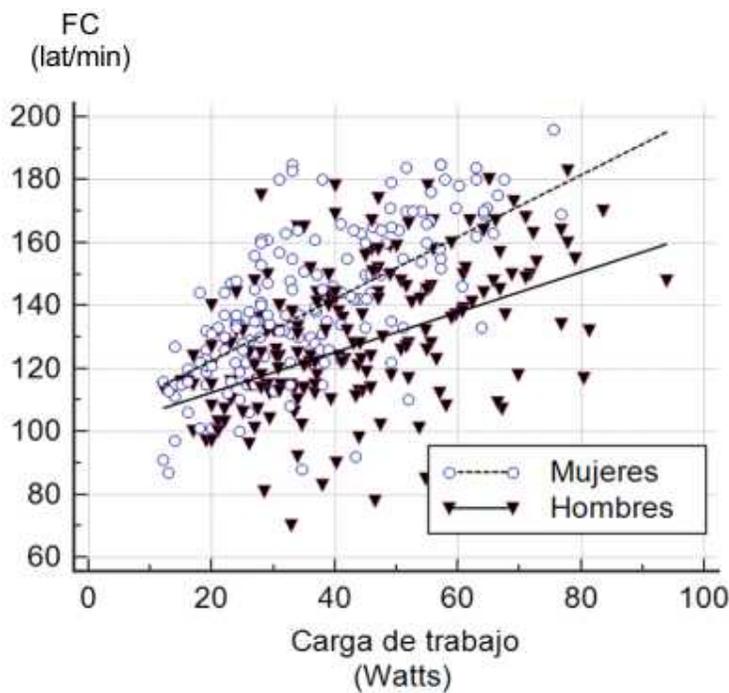


Fig. 1. Regresión lineal entre la carga de trabajo y la frecuencia cardiaca (FC) durante el *test* de Chester (*TChester*).

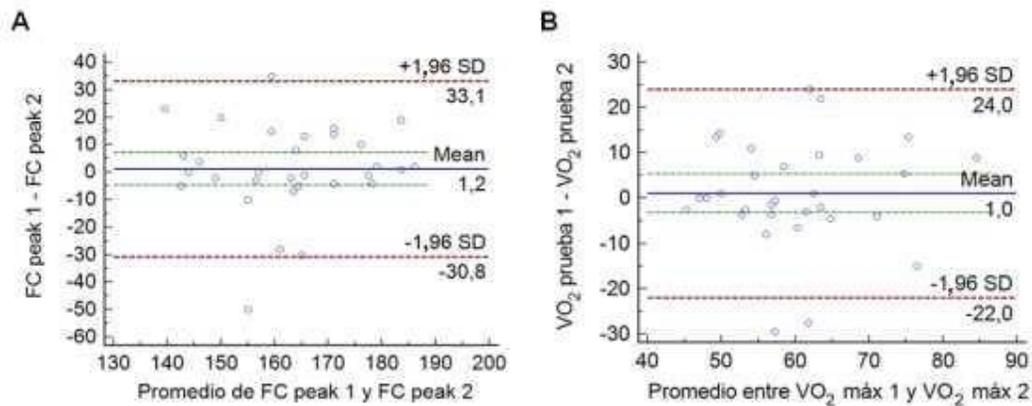
Confiabilidad del *TChester*: el CCI global de la FC fue de 0,95 (95 %; IC 0,92-0,96) en hombres y 0,90 (95 %; IC 0,85-0,94) en mujeres. En el análisis de confiabilidad específico para cada nivel del *TChester*, en los hombres se observó un CCI moderado a fuerte, los cuales fueron significativos en todos los niveles de carga. Por su parte, solo se observó un CCI moderado en las mujeres, y fue estadísticamente significativo solo en el nivel 5 del *TChester*. Por otra parte, el CCI global del EP fue de 0,88 (95 %; IC 0,82-0,92) y 0,94 (95 %; IC 0,91-0,96) en hombres y mujeres respectivamente. En el análisis específico se observó en ambos sexos un CCI moderado a fuerte, los cuales, fueron estadísticamente significativos, excepto en el primer nivel del *TChester* ([tabla 3](#)).

Tabla 3. Confiabilidad de los parámetros fisiológicos durante cada nivel del test de Chester (*T*Chester)

Nivel del <i>T</i> Chester	Sexo	CCI-FC	CCI-EP
Nivel 1	Masculino	0,91*	0,58
	Femenino	0,62	0,69
Nivel 2	Masculino	0,92*	0,67*
	Femenino	0,60	0,76*
Nivel 3	Masculino	0,95*	0,77*
	Femenino	0,55	0,92*
Nivel 4	Masculino	0,90*	0,84*
	Femenino	0,68	0,89*
Nivel 5	Masculino	0,70*	0,73*
	Femenino	0,78*	0,84*

FC: frecuencia cardíaca, EP: esfuerzo percibido (EPInfant),
CCI: coeficiente de correlación intraclass.
*p < 0,05.

En el análisis de Bland-Altman fue posible observar que la diferencia media de la FC *peak* entre ambos *test* fue de 1,2 lat/min (95 %; IC 30,8-33,1). Por su parte, en la diferencia media del VO₂ estimado entre ambos *test* fue de 1 mL/kg/min (95 %; IC 22-24). En la [figura 2 A y B](#) se observa el gráfico de Bland-Altman para la FC *peak* y el VO₂ estimado respectivamente.



SD: desviación estándar, mean: media.

Fig. 2. Análisis de Bland-Altman. Se observa la concordancia interobservador de las variables fisiológicas durante el test de Chester (*T*Chester). A: la frecuencia cardíaca (FC) *peak* (lat/min). B: el VO₂ máximo estimado (mL/kg/min). Los resultados se muestran en valor absoluto e intervalo de confianza (95 %).

DISCUSIÓN

De acuerdo con nuestro conocimiento, este estudio es el primero dirigido a determinar el rendimiento del *TChester* en niños y adolescentes sanos. Nuestros resultados concuerdan con los estudios de validez de esta prueba realizados en población adulta, los cuales, muestran una fuerte asociación entre la respuesta cardiovascular y la carga de trabajo, así como también, una fuerte confiabilidad *test retest*.²² Adicionalmente, nuestros resultados revelaron que el *TChester* se comporta como *test* incremental submáximo, debido a que no alcanza el nivel máximo de estrés fisiológico, confirmando lo publicado previamente en población adulta.^{13,22}

En el análisis específico de la respuesta fisiológica durante el *test* fue observada una mayor FC en las mujeres durante toda la prueba. En este sentido, es probable que las diferencias observadas en cuanto a la estatura entre géneros y la utilización de una altura única del escalón, haya contribuido a este fenómeno. En nuestro estudio las mujeres presentaron una menor estatura que los hombres ($148,7 \pm 2,3$ m y $157,9 \pm 2,5$ respectivamente; $p = 0,0063$); por lo tanto, es posible que esto haya producido un mayor estrés fisiológico, al ser requerido un mayor desplazamiento de los miembros para subir y bajar el escalón. Por el contrario, no fueron observadas diferencias en el EP entre los géneros durante el *test*, probablemente debido a la naturaleza del constructo medido a través de la escala EPInfant, ya que mediante ella se obtiene el EP general y no el EP específico para algún segmento en particular (miembros inferiores).²⁰ En este sentido, no existe evidencia contundente respecto al impacto que tendría la altura del escalón, o algún factor externo sobre la respuesta fisiológica durante este *test* en niños. *Elliott* y otros observaron en individuos adultos sanos que el movimiento activo del miembro superior tendría un impacto marginal sobre la respuesta cardiorrespiratoria y capacidad predictiva del VO_2 durante el *TChester*, sugiriendo que la existencia de posibles factores externos intervinientes no afectaría en la respuesta cardiopulmonar durante el *test*.²⁴ No obstante, si la altura del escalón afecta la respuesta cardiopulmonar durante el *test*, debe ser determinado directamente en estudios ulteriores.

Por otra parte, fue observada una aceptable confiabilidad interobservador, tanto en la medición de los parámetros cardiorrespiratorios durante el ejercicio, como en la estimación del VO_2 máximo. *Sykes* y otros observaron, en adultos sanos, una fuerte confiabilidad en el cálculo del VO_2 , al estimar una diferencia media entre el *test* y *retest* de $-0,7$ mL/kg/min.²² En el análisis de confiabilidad realizado en nuestro estudio se reveló la existencia un alto CCI global, tanto para la FC como para el EP; lo cual, sugiere que ambas variables son reproducibles en *test* consecutivos. Esto favorecería directamente la estimación del VO_2 máx., debido a que este es calculado en función de la pendiente de ascenso de la FC durante el *TChester*,^{13,22} lo cual fue confirmado en nuestros resultados, al determinarse un bajo nivel de discordancia media en la estimación del VO_2 máx. entre el *test* y *retest* (1 mL/kg/min). Respecto al análisis de confiabilidad específico en cada nivel de *test* se observaron CCI moderados a fuertes para ambas variables (FC y EP). Vale la pena destacar que las diferencias observadas en los niveles de confiabilidad de la FC entre géneros, pueden estar asociadas a las diferencias observadas en la estatura, y producir distintos niveles de estrés fisiológico entre ambos géneros, e impactar, ineludiblemente, la confiabilidad de la medición.

Consideramos que la utilidad de este *test* de ejercicio se encuentra supeditada a la capacidad predictiva para determinar certeramente el nivel de VO_2 máx. en niños sanos, así como también, a la validez que presente para determinar la repercusión funcional asociada al daño pulmonar en sujetos con ERC. En población adulta VO_2 máx. predicho a través del *TChester* ha mostrado una fuerte asociación con el VO_2 máx. medido directamente mediante ergoespirometría. *Sykes* y otros observaron en

individuos sanos un coeficiente de correlación de 0,92 en adultos (0,87 en hombres y 0,95 en mujeres), con un bajo nivel de error estándar en la predicción (3,9 mL/kg/min).²² Por su parte, en individuos adultos con ERC, la respuesta fisiológica durante este *test* ha mostrado una adecuada confiabilidad *test retest* y correlación significativa con función pulmonar.^{15,25} Adicionalmente, diversos reportes han revelado que el *TChester* es capaz de inducir intensidades máximas de ejercicio en sujetos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, así como también, producir un mayor nivel de VO₂ estimado respecto a mediciones directas.^{15,26}

En población infantil escasos estudios han determinado la utilidad de las pruebas de escalón en niños con ERC, los cuales, han mostrado resultados discrepantes. *Narang* y otros evaluaron en niños con fibrosis quística leve la utilidad de una prueba de escalón de 3 min. Sus resultados revelaron que el *test* de escalón utilizado no fue capaz de mostrar la repercusión funcional causada por el daño pulmonar.²⁷ Por el contrario, *Arlaud* y otros, en niños con bronquiolitis obliterante asociada a trasplante medular, determinaron que un *test* de escalón de 3 min sería una herramienta útil y aplicable para la caracterización funcional de estos pacientes.¹⁹ Es interesante la evaluación de la utilidad de un *test* de escalón para identificar asma inducida por ejercicio (AIE) en 548 niños que hicieron *Feinstein* y otros, pues demostraron que la prueba de escalón podría reproducir certeramente el estrés fisiológico para inducir el AIE, y confirmar su diagnóstico en este grupo etario.²⁸

Los resultados presentados en este estudio instan a seguir estudiando las propiedades de esta prueba de ejercicio en población infantil. En este sentido, estudios ulteriores deben ser destinados a determinar la correlación entre el VO₂ estimado y el VO₂ medido directamente mediante métodos directos, lo cual, establecería contundentemente su validez de criterio predictivo en niños. Adicionalmente, si el *TChester* es una prueba que podría reproducir el estrés fisiológico inducido por un *test* estandarizado para el diagnóstico de AIE en niños con sospecha de asma, es una hipótesis interesante que debe ser confirmada en estudios ulteriores.

Finalmente, es posible concluir que el *TChester* presenta una validez de criterio concurrente y confiabilidad aceptables para ser aplicado en niños sanos. Futuros estudios deben ser realizados para determinar su validez de criterio predictivo y utilidad en niños con ERC.

Los autores declaran no poseer conflicto de intereses.

Agradecimientos

A cada uno de los colegios que aceptaron participar de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J*. 2007; 29(1): 185-209.

2. Vardar-Yagli N, Inal-Ince D, Saglam M, Arikan H, Savci S, Calik-Kutukcu E, et al. Pulmonary and extrapulmonary features in bronchopulmonary dysplasia: a comparison with healthy children. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6):1761-5.
3. Takken T, Giardini A, Reybrouck T, Gewillig M, Hovels-Gurich HH, Longmuir PE, et al. Recommendations for physical activity, recreation sport, and exercise training in paediatric patients with congenital heart disease: a report from the Exercise, Basic & Translational Research Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the European Congenital Heart and Lung Exercise Group, and the Association for European Paediatric Cardiology. *Eur J Prev Cardiol*. 2012;19(5):1034-65.
4. Bell SC, Morris NR. Exercise testing in patients with cystic fibrosis: why and which? *J Cyst Fibros*. 2010;9(5):299-301.
5. Vanhelst J, Beghin L. Assessment of cardiorespiratory functional fitness in children: walking tests and running tests. *Rev Med Brux*. 2013;34(3):170-8.
6. Anchique Santos CV, Lopez-Jimenez F, Benaim B, Burdiat G, Fernandez Coronado R, Gonzalez G, et al. Cardiac rehabilitation in Latin America. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014;57(3):268-75.
7. Parreira VF, Janaudis-Ferreira T, Evans RA, Mathur S, Goldstein RS, Brooks D. Measurement properties of the incremental shuttle walk test a systematic review. *Chest*. 2014;145(6):1357-69.
8. Rodríguez I, Heríquez S, Vásquez P, Zenteno D. *Test de caminata de seis minutos y función pulmonar en pacientes con bronquiolitis obliterante post infecciosa*. *Rev Chil Enferm Respir*. 2014;30(2):68-74.
9. Gatica D, Puppo H, Villarroel G, San Martin I, Lagos R, Montecino JJ, et al. Reference values for the 6-minutes walking test in healthy Chilean children. *Rev Med Chil*. 2012;140(8):1014-21.
10. Moalla W, Gauthier R, Maingourd Y, Ahmaidi S. Six-minute walking test to assess exercise tolerance and cardiorespiratory responses during training program in children with congenital heart disease. *Int J Sports Med*. 2005;26(9):756-62.
11. Rodríguez I, Fuentes C, Rivas C, Molina F, Sepúlveda C, Zenteno D. Rehabilitación respiratoria en el paciente neuromuscular: efectos sobre la tolerancia al ejercicio y musculatura respiratoria. Resultado de una serie de casos. *Rev Chil Enferm Respir*. 2013;29(4):196-203.
12. Andrade CH, Cianci RG, Malaguti C, Corso SD. The use of step tests for the assessment of exercise capacity in healthy subjects and in patients with chronic lung disease. *J Bras Pneumol*. 2012;38(1):116-24.
13. Sykes K. Capacity assessment in the workplace: a new step test. *Occup Health (Lond)*. 1995;47(1):20-2.

14. Buckley JP, Sim J, Eston RG, Hession R, Fox R. Reliability and validity of measures taken during the Chester step test to predict aerobic power and to prescribe aerobic exercise. *Br J Sports Med.* 2004; 38(2): 197-205.
15. De Camargo AA, Justino T, De Andrade CH, Malaguti C, Dal Corso S. Chester step test in patients with COPD: reliability and correlation with pulmonary function test results. *Respir Care.* 2011; 56(7): 995-1001.
16. De Andrade CH, De Camargo AA, De Castro BP, Malaguti C, Dal Corso S. Comparison of cardiopulmonary responses during 2 incremental step tests in subjects with COPD. *Respir Care.* 2012; 57(11): 1920-6.
17. Robertson RJ, Goss FL, Andreacci JL, Dube JJ, Rutkowski JJ, Snee BM, et al. Validation of the children's OMNI RPE scale for stepping exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37(2): 290-8.
18. Jankowski M, Niedzielska A, Brzezinski M, Drabik J. Cardiorespiratory fitness in children: a simple screening test for population studies. *Pediatr Cardiol.* 2015; 36(1): 27-32.
19. Arlaud K, Stremmer-Le Bel N, Michel G, Dubus JC. 3-min step test: feasibility study for children with bone marrow transplantation. *Rev Mal Respir.* 2008; 25(1): 27-32.
20. Rodríguez-Núñez I, Manterola C. Validación inicial de la escala de medición de esfuerzo percibido infantil (EPIInfant) en niños chilenos. *Biomédica.* 2016; 36(1): 29-38.
21. De Andrade CHS, De Camargo AA, De Castro BP, Malaguti C, Dal Corso S. Comparison of Cardiopulmonary Responses During 2 Incremental Step Tests in Subjects With COPD. *Respiratory Care.* 2012; 57(11): 1920-26.
22. Sykes K, Roberts A. The Chester step test-a simple yet effective tool for the prediction of aerobic capacity. *Physiotherapy.* 2004; 90: 183-8.
23. Andrade FaMF, Denadai BS. Validade das equações preditivas da frequência cardíaca máxima para crianças e adolescentes. *Arq Bras Cardiol.* 2011; 97: 136-40.
24. Elliott D, Abt G, Barry T. The effect of an active arm action on heart rate and predicted VO_2 (max) during the Chester step test. *J Sci Med Sport.* 2008; 11(2): 112-5.
25. Camargo AA, Lanza FC, Tupinamba T, Corso SD. Reproducibility of step tests in patients with bronchiectasis. *Braz J Phys Ther.* 2013; 17(3): 255-62.
26. Dal Corso S, De Camargo AA, Izbicki M, Malaguti C, Nery LE. A symptom-limited incremental step test determines maximum physiological responses in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med.* 2013; 107(12): 1993-9.
27. Narang I, Pike S, Rosenthal M, Balfour-Lynn IM, Bush A. Three-minute step test to assess exercise capacity in children with cystic fibrosis with mild lung disease. *Pediatr Pulmonol.* 2003; 35(2): 108-13.

28. Feinstein RA, Hains CS, Hemstreet MP, Turner-Henson A, Redden DT, Martin B, et al. A simple "step-test" protocol for identifying suspected unrecognized exercise-induced asthma (EIA) in children. *Allergy Asthma Proc.* 1999;20(3):181-8.

Recibido: 28 de enero de 2016.
Aprobado: 8 de marzo de 2016.

Iván Rodríguez-Núñez. Laboratorio de Biología del Ejercicio (LBE). Universidad San Sebastián. Edificio los Maitenes, 4° piso. Lientur 1 457. Concepción, Chile. Correo electrónico: ivan.rodriguez@uss.cl