



Revista de la Facultad de Medicina  
ISSN: 2357-3848  
revista\_fmbog@unal.edu.co  
Universidad Nacional de Colombia  
Colombia

Serrano-Gómez, María Eugenia; Correa-Bautista, Jorge Enrique  
Propiedades psicométricas del test de competencias motoras Bruininks Oseretsky en  
versión corta para niños entre 4 y 7 años en Chía y Bogotá, D.C., Colombia  
Revista de la Facultad de Medicina, vol. 63, núm. 4, 2015, pp. 633-640  
Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576363526008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

## INVESTIGACIÓN ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v63.n4.49965>

# Propiedades psicométricas del test de competencias motoras Bruininks Oseretsky en versión corta para niños entre 4 y 7 años en Chía y Bogotá, D.C., Colombia

*Psychometric properties of the short form of the Bruininks Oseretsky test of motor proficiency in children between 4 and 7 years in Chía and Bogotá - Colombia*

María Eugenia Serrano-Gómez<sup>1</sup> • Jorge Enrique Correa-Bautista<sup>2</sup>

Recibido: 02/04/2014      Aceptado: 13/05/2015

<sup>1</sup> Universidad de La Sabana - Facultad de Enfermería y Rehabilitación - Chía - Colombia.

<sup>2</sup> Universidad del Rosario - Escuela de Medicina y ciencias de la Salud - Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física CEMA - Bogotá, D.C. - Colombia.

Correspondencia: María Eugenia Serrano-Gómez. Facultad de Enfermería y Rehabilitación, Universidad de La Sabana. Campus del Puente del Común km 7, Autopista Norte de Bogotá. Apartado: 53753. Teléfono: +57 3107584385. Chía. Colombia. Correo electrónico: maria.serrano4@unisabana.edu.co.

## | Resumen |

**Antecedentes.** Existen importantes pruebas de valoración que miden habilidades o competencias motoras en el niño; a pesar de ello y teniendo presente que la intervención debe basarse en la rigurosidad que exigen los procesos de evaluación del movimiento corporal humano, Colombia carece de estudios que demuestren la validez y confiabilidad de un test de medición que permita emitir un juicio valorativo relacionado con las competencias motoras infantiles.

**Objetivo.** El presente estudio se centró en determinar las propiedades psicométricas del test de competencias motoras Bruininks Oseretsky segunda edición (BOT 2).

**Materiales y métodos.** Se realizó una evaluación de pruebas diagnósticas con 24 niños aparentemente sanos, de ambos géneros, entre 4 y 7 años y residentes en las ciudades de Chía y Bogotá, D.C. La evaluación fue realizada por tres evaluadores expertos: el análisis para consistencia interna se realizó utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach; el análisis de reproducibilidad se estableció a través del coeficiente de correlación intraclass (CCI) y para el análisis de la validez concurrente se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, considerando  $\alpha=0.05$ .

**Resultados.** Para la totalidad de las pruebas se encontraron altos índices de confiabilidad y validez.

**Conclusiones.** El BOT 2 es un instrumento válido y confiable que puede ser utilizado para la evaluación e identificación del nivel de desarrollo en que se encuentran las competencias motoras del niño.

**Palabras clave:** Psicometría, Reproducibilidad de resultados; Validez de las pruebas; Destreza motora; Actividad motora (DeCS).

**Serrano-Gómez ME, Correa-Bautista JE.** Propiedades psicométricas del test de competencias motoras Bruininks Oseretsky en versión corta para niños entre 4 y 7 años en Chía y Bogotá, D.C., Colombia. Rev. Fac. Med. 2015;63(4): 633-40. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v63.n4.49965>.

## Summary

**Background.** There are several important tests that measure motor skills in children; however, and taking into account that the intervention should be based on rigorous assessment processes of body movement, in Colombia does not exist any research that shows the validity and reliability of a test that allows assessing children's motor skills.

**Objective.** The objective of this study was to determine the psychometric properties of the short form from the Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT 2) Second Edition.

**Materials and methods.** To get the results an evaluating diagnostic test was performed in 24, apparently healthy, children, both male and female, with ages between 4 and 7 years old, living in the cities of Chía and Bogotá, D.C. The assessment was carried out by three experts, with three different methods; the internal consistency analysis was performed using the Cronbach's Alpha Coefficient; the reproducibility analysis was established by the Intraclass Correlation Coefficient; for analyzing the concurrent validity the Pearson correlation coefficient was used, considering that  $\alpha = 0.05$ .

**Results.** High reliability and validity ranges were obtained for all the tests.

**Conclusions.** The BOT 2 is a valid and reliable test. It can be used in our context to assess and identify children's motor skills development levels.

**Keywords:** Psychometrics; Reproducibility of Results; Validity; Motor Skills; Motor Activity (MeSH).

**Serrano-Gómez ME, Correa-Bautista JE.** [Psychometric properties of the short form of the Bruininks Oseretsky test of motor proficiency in children between 4 and 7 years in Chía and Bogotá-Colombia]. Rev. Fac. Med. 2015;63(4):633-40. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v63.n4.49965>.

## Antecedentes

El desarrollo del ser humano progresá como un todo integral: se compone de áreas dependientes entre sí y, dentro de ellas, la motricidad gruesa juega un papel importante, y es tal su influencia que las limitaciones en la capacidad del niño para moverse activamente repercuten de manera negativa sobre su desarrollo perceptual y cognitivo (1).

En este contexto, se ha demostrado que durante el periodo comprendido entre 4-7 años de edad se adquiere la maduración de patrones posturales y locomotores básicos y se desarrollan planes de ejecución motora que favorecen el perfeccionamiento del movimiento (2-3).

De acuerdo con Hands (4), la calidad en la ejecución de los patrones fundamentales de movimiento —caminar, correr, patear y saltar— y en las cualidades físicas motoras —flexibilidad, resistencia cardiovascular, fuerza y resistencia muscular— determina el desarrollo de competencias motoras inherentes a la recreación y al deporte, ejerciendo un importante papel sobre las rutinas instauradas a lo largo de la infancia.

Por otra parte, los estilos de vida que involucran comportamientos sedentarios en el niño afectan tanto el desarrollo de sus competencias motoras como los niveles de actividad física y las oportunidades de participación lúdica y deportiva (5). De igual forma, competencias motoras poco desarrolladas disminuyen la disposición de los niños para realizar actividades motrices que les demanden esfuerzo físico, por esta razón suelen desistir rápida y fácilmente de hacer actividad física o practicar algún deporte (6,7).

Los estudios de Cairney *et al.* (8) y Schott *et al.* (9) sugieren que existe una relación directa entre las competencias motoras y los componentes de la aptitud física; de igual forma, han encontrado una asociación entre un bajo nivel de competencias motoras y bajos niveles de participación en actividad física. Lo anterior se refuerza con los reportes de la revisión sistemática desarrollada por Hallal *et al.* (10) y con los estudios de Strong *et al.* (11) y Ortega *et al.* (12), quienes han demostrado cómo la aptitud y la actividad física son importantes marcadores de la salud en niños y adolescentes. Adicionalmente, estudios como los realizados por Sibley & Etnier (13) han encontrado una asociación positiva entre la práctica de actividad física y la función cognitiva, específicamente las habilidades perceptuales, el coeficiente intelectual, los logros académicos y las pruebas orales y de matemáticas en niños entre 4 y 18 años.

De acuerdo con las investigaciones de Castelli & Valley (7), un bajo nivel de competencias motoras y de actividad física durante la infancia condiciona la calidad de vida, la aparición de factores de riesgo cardio-metabólicos y la salud cognitiva de los niños; además, se cuenta con el hecho que existe asociación entre las competencias motoras, el sobrepeso y la obesidad infantil. Al respecto, Cairney *et al.* (6) encontraron que los niños que tienen niveles bajos de competencias motoras tienen, en promedio, un índice de masa corporal mayor que los niños activos.

Tomando como base los anteriores referentes, es claro comprender el papel que juega el proceso de evaluación de las competencias motoras en edades tempranas. De acuerdo con el estudio realizado por Haga (14), el hecho de no identificar alteraciones relacionadas con las competencias motoras en edades tempranas puede generar problemas del desarrollo motor, y por ende limitar la realización de actividades físicas; lo anterior no solo afecta la salud física de la persona, sino otros componentes del desarrollo como la autoperción y la autoestima.

De acuerdo con el estudio realizado por Cools *et al.* (15), entre los instrumentos más importantes con que se cuenta para valorar las competencias motoras en los niños se destacan: *Motoriktest für Vier- bis Sechzährige Kinder (MOT 4-6)*, *Movement Assessment Battery for Children*

(Movement-ABC), Peabody Development Scales (PDMS), Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), Test of Gross Motor Development (TGMD), The Maastrichtse Motoriek Test (MMT) y The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Second Edition (BOT 2).

Aunque se cuenta con una serie de importantes baterías de medición internacionales, existe un vacío metodológico en la métrica para evaluar competencias motoras en los niños colombianos durante la primera infancia; hasta el momento se desconocen estudios en los que se relacionen propiedades psicométricas de instrumentos para evaluar competencias motoras y los procesos de traducción y adaptación transcultural de los mismos. En este sentido, en Colombia no se cuenta con un instrumento válido y confiable que permita emitir un juicio de valor relacionado con las competencias motoras propias del niño, teniendo presente que dicho juicio debe basarse en la rigurosidad que exigen los procesos de valoración y evaluación del movimiento corporal.

El BOT 2 es una batería que evalúa en detalle los niveles de competencia motora y la calidad de los patrones de movimiento, las subdimensiones que lo componen pueden valorarse de manera aislada y adicionalmente contempla una forma corta que simplifica el examen y conserva una buena evidencia relacionada con sus propiedades psicométricas.

Deitz *et al.* (16) demostraron una buena reproducibilidad inter evaluadores con CCI 0.86 para el subtest de precisión motora fina y CCI>0.90 para los demás subtest; buena reproducibilidad test-retest con CCI>0.80.

Cools *et al.* (15) reportaron CCI entre 0.92-0.99 para la reproducibilidad inter-evaluadores y CCI>0.80 para la forma corta y el puntaje total; adicionalmente se ha encontrado entre moderada y fuerte la correlación del BOT 2 con reconocidas baterías como la escala del desarrollo motor de Peabody segunda edición y el test de destrezas visomotoras (TVMS-R) (15-17).

El estudio realizado por Lucas *et al.* (18) reporta CCI entre 0.62-0.73 para la reproducibilidad test-retest realizado con hijos de madres alcohólicas. Adicionalmente, se ha estudiado la reproducibilidad y la consistencia interna del BOT 2 con resultados que arrojan coeficientes superiores a 0.80 y demuestran una excelente confiabilidad. La validez concurrente del instrumento ha sido medida y demostrada a través del coeficiente de Spearman: 0.92 frente al *Movement Assessment Battery for Children Second Edition* (MABC 2) y 0.88 frente al *Peabody Developmental Motor Scale-Second Edition* (PDMS 2); de igual forma, la validez predictiva ha demostrado buenos resultados (16-19).

El BOT 2 es un test de administración individual diseñado por Bruininks & Bruininks que valora una amplia gama de competencias motoras en niños y jóvenes entre 4 y 21 años de edad y que puede ser aplicado por terapeutas ocupacionales, fisioterapeutas, educadores físicos e investigadores con formación en pediatría. La primera edición fue utilizada como Gold Standard con el fin de identificar deficiencias del control del movimiento en niños (20).

Adicional a determinar sus propiedades psicométricas, el BOT 2 ha sido utilizado como herramienta de valoración en diversos estudios transversales y experimentales. Ejemplo de ello son investigaciones como las realizadas por Mombarg *et al.* (21), en donde se midió el efecto de un programa de intervención basado en videojuegos sobre el balance en niños con bajas competencias motoras; por Lin *et al.* (22), cuyo objetivo se centró en determinar los efectos generados por un programa de entrenamiento de fuerza y agilidad sobre las competencias motoras en niños con síndrome de Down; por Gentier *et al.* (23), en la que se pretendió identificar la asociación existente entre obesidad y destrezas motoras finas y gruesas; por Abasrashid *et al.* (24), cuyo propósito se centró en determinar la relación existente entre el nivel de competencias motoras y la participación en actividad física en adolescentes; por Nunez-Gaunaurd *et al.* (25), que pretendía demostrar los efectos generados por la obesidad infantil sobre la fuerza y la resistencia muscular; por Menz *et al.* (26), en la que se buscó determinar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza muscular sobre competencias motoras en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación, y por último el estudio de Cairney *et al.* (27), cuyo objetivo fue identificar los niveles de participación en actividad física de niños con trastorno del desarrollo de la coordinación.

Teniendo en cuenta tanto la importancia de valorar las competencias motoras en edades tempranas, como las fortalezas anteriormente mencionadas, el objetivo de este proyecto se centró en determinar las propiedades psicométricas del BOT 2, en su forma corta, en niños entre 4 y 7 años de edad en las ciudades de Chía y Bogotá, D.C.

## Materiales y métodos

La muestra del estudio estuvo conformada por 24 niños de ambos sexos, escolarizados, entre 4 y 7 años —edad promedio 5.7 años—, con desarrollo típico y procedentes de dos instituciones educativas de las ciudades de Chía y Bogotá D.C., Colombia. Fueron escogidos a través de muestreo aleatorio sistemático y teniendo en cuenta las recomendaciones de Saito *et al.* (28) al respecto del tamaño de la muestra.

Se incluyeron niños prematuros y a término, nacidos por parto vaginal o por cesárea sin trauma perinatal, excluyendo aquellos con diagnóstico clínico confirmado de cualquier alteración en el desarrollo psicomotor o con alteración en alguno de sus órganos de los sentidos; esta información fue extraída de los registros médicos manejados por las instituciones educativas. A continuación se presenta una tabla de caracterización general de los sujetos; en su mayoría, los valores medidos inicialmente se encuentran dentro de los parámetros considerados saludables y acorde con su etapa de crecimiento y desarrollo, Tabla 1.

**Tabla 1.** Caracterización de los sujetos participantes (n=24).

Características demográficas	f	h
<b>Sexo</b>		
Masculino	12	0.50
Femenino	12	0.50
<b>Edad</b>		
4 años	5	0.21
5 años	6	0.25
6 años	5	0.21
7 años	8	0.33
<b>Nivel educativo</b>		
Prekinder	4	0.17
Kinder	7	0.29
Primero	6	0.25
Segundo	7	0.29
<b>Edad gestacional</b>		
Prematura	3	0.125
A término	21	0.875
<b>IMC</b>		
Bajo peso	2	0.08
Normopeso	21	0.88
Sobrepeso	1	0.04
Obesidad	0	0.00

f: frecuencia; h: proporción; IMC: Índice de Masa Corporal. Fuente: Elaboración propia.

Al respecto del BOT 2, fueron evaluadas las propiedades psicométricas de consistencia interna, reproducibilidad intra-evaluador e interevaluador y validez concurrente para los atributos de coordinación y fuerza, frente al cuestionario del trastorno del desarrollo de la coordinación (CTDC'07) y a registros por dinamometría respectivamente. Las propiedades psicométricas del CTDC'07 han sido estudiadas en Colombia y demuestran que esta es una herramienta válida y confiable —consistencia interna de 0.92 medida con el coeficiente Alfa de Cronbach, confiabilidad intra-evaluador de 0.82 medida con el índice de Kappa y validez concurrente de 0.6 con un  $p < 0.01$  medida con el coeficiente de correlación de Spearman— (29).

## Procedimiento

La realización de este trabajo siguió, por un lado, las recomendaciones internacionales establecidas en la Declaración de Helsinki (30) que establecen los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y, por el otro, la reglamentación vigente a nivel nacional establecida por la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia (31). El estudio fue aprobado por parte del Comité de Ética en Investigación de la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad del Rosario y los padres de los menores firmaron el consentimiento informado previa valoración de los niños.

Para esta investigación se contó con tres fisioterapeutas como evaluadoras, una de ellas con dos años de experiencia profesional y las otras dos con más de 10 años; cada una recibió 12 horas de entrenamiento orientado por medio de un tutorial audiovisual incluido dentro de los materiales con que cuenta la batería BOT 2 para tal fin. Como parte de dicho entrenamiento, y con la intención de aclarar dudas y ajustar los criterios de estandarización y calificación, fueron realizadas 8 valoraciones de niños que cumplían con los criterios de inclusión.

En primera instancia, y previa aplicación del instrumento, la hoja de registro del BOT 2 en su forma corta fue traducida al español siguiendo las recomendaciones sugeridas por Sánchez & Echeverry (32): inicialmente se organizó un comité de revisión conformado por las tres fisioterapeutas evaluadoras, quienes manejan el idioma inglés, y un nativo norteamericano bilingüe con experiencia en el área de la salud; de forma independiente, dos de las fisioterapeutas —traductoras A y B— realizaron la traducción directa del test y en conjunto llegaron a un consenso sobre los puntos discordantes; una semana después se entregó la versión de la traductora A a la traductora B y viceversa, con el fin de llevar a cabo el proceso de traducción inversa; finalmente, el comité de revisión procedió a evaluar la coherencia entre el significado de los ítems retraducidos con los de la escala original, consolidando así los resultados para proceder a su utilización en el estudio.

Posteriormente se evaluaron los 14 ítems que hacen parte de la forma corta del BOT 2 y corresponden a las variables precisión motora fina, integración motora fina, destreza manual, coordinación de miembros superiores, coordinación bilateral, balance, velocidad y agilidad y fuerza.

Con el fin de obtener los registros necesarios para esta investigación, los 24 niños fueron valorados, por una de las fisioterapeutas investigadoras, en una sala de valoración que se adecuó considerando la comodidad del niño y las condiciones requeridas para la estandarización de la prueba y en donde se

obtuvo un registro filmico. Cada niño tuvo un período inicial de 15 minutos para familiarizarse con el medio ambiente; posteriormente, se dispuso de un tiempo promedio de 45 minutos para completar la fase de valoración. Dicho período incluyó un tiempo aproximado de 30 minutos para ejecutar las pruebas físicas que hacen parte de la forma corta del BOT 2, un tiempo de descanso de 10 minutos y 5 minutos para realizar la prueba de dinamometría para evaluar fuerza prensil; con esto último se buscaba obtener los datos requeridos para determinar la validez concurrente de la subdimensión fuerza del instrumento objeto del presente estudio.

Haciendo parte de los requerimientos del presente proyecto, se contó con la presencia de los padres en la sesión de valoración del niño, ellos diligenciaron el CTDC'07 con el fin de obtener los insumos correspondientes para determinar la validez concurrente de la subdimensión coordinación del BOT 2.

Para la evaluación de la reproducibilidad entre-evaluadores, las fisioterapeutas aplicaron el instrumento en forma simultánea e independiente, observando cada video previamente filmado en la valoración; mientras que, para establecer la reproducibilidad intra-evaluador, la fisioterapeuta investigadora observó el mismo video en dos momentos diferentes con un intervalo de tiempo no inferior a ocho días, esto con el fin de evitar el sesgo de memoria por parte del evaluador. La utilización del video como estrategia de valoración tuvo como finalidad garantizar la estabilidad de la condición medida, teniendo en cuenta que la reproducibilidad intra-observador tiene por objetivo evaluar el grado de consistencia del instrumento al efectuar una medición por parte de un observador consigo mismo (33).

### Plan de análisis

La evaluación de la reproducibilidad intra y entre-evaluadores se realizó aplicando el coeficiente de correlación intraclass que cuantifica la concordancia entre las mediciones de variables en escala ordinal o de razón. La reproducibilidad es casi perfecta cuando el valor se acerca a 1.0, por lo tanto, coeficientes superiores a 0.75 indican una buena reproducibilidad entre las mediciones. La base matemática para calcular el CCI es el análisis de varianza de mediciones repetidas (ANOVA), la cual incluye como fuentes de variación la variabilidad entre sujetos, entre evaluadores o jueces y el error aleatorio inherente a cualquier proceso de medición. Varias fórmulas se han aplicado según el diseño; sin embargo, si los participantes son seleccionados en forma aleatoria y a su vez son evaluados por un grupo de evaluadores, se recomienda la fórmula que se utilizó en este estudio, puesto que representa lo que podría ocurrir en la práctica cotidiana (34):

$$CCI: CMES-CMR / CMES+(k-1)CMR+[k(CMEJ-CMR)]/n$$

Donde CMES corresponde al cuadrado medio entre sujetos, CMR al cuadrado medio residual, CMEJ al cuadrado medio entre jueces, k es el número de jueces y n es el número de sujetos o participantes.

La consistencia interna se calculó con el coeficiente Alfa de Cronbach por ser el BOT 2 una escala politómica; su medición se refiere al grado de correlación existente entre los ítems que hacen parte del test y la capacidad en que miden el mismo constructo. Teóricamente los valores para la consistencia interna pueden oscilar entre -1 y 1: cuanto más cercanos a 1 indican mayor correlación, valores de 0 indican correlación inexistente y coeficientes de -1 indican correlación negativa entre los ítems. Se considera una pobre correlación cuando se obtienen coeficientes inferiores a 0.7 (35).

La evaluación de la validez concurrente se realizó aplicando el coeficiente de correlación de Pearson, cuyo rango de valores oscila entre -1 y 1. Cuanto más se acerque el resultado a la cota superior o inferior, mayor será el grado de validez (34).

Todo el análisis se aplicó para cada subdimensión y para el puntaje total, considerando  $\alpha=0.05$ . La base de datos fue digitada en Excel y posteriormente se realizó su validación y análisis definitivo en SPSS versión 21.

### Resultados

**Reproducibilidad entre-evaluadores:** los resultados de los CCI muestran excelentes correlaciones para la totalidad de subdimensiones y el puntaje total. El valor más bajo lo obtuvo la subdimensión balance con CCI de 0.844, que de igual manera refleja una buena reproducibilidad entre las mediciones. Tabla 2.

**Tabla 2.** Reproducibilidad entre-evaluadores (n=24).

Subdimensiones	CCI <sup>a</sup>	IC95% <sup>b</sup>	p
Precisión motora fina	0.974	0.950-0.988	0.000
Integración motora fina	0.971	0.945-0.987	0.000
Destreza manual	0.983	0.967-0.992	0.000
Coordinación de MMSS	0.969	0.941-0.986	0.000
Coordinación bilateral	0.946	0.898-0.975	0.000
Balance	0.844	0.721-0.923	0.000
Velocidad y agilidad	0.963	0.929-0.983	0.000
Fuerza	0.965	0.933-0.984	0.000
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	<b>0.994</b>	<b>0.987-0.997</b>	<b>0.000</b>

<sup>a</sup> Coeficiente de correlación intraclass; <sup>b</sup> Intervalo de confianza 95%.  
Fuente: Elaboración propia.

*Reproducibilidad intra-evaluadores:* similar al análisis de reproducibilidad entre-evaluadores, se encontraron excelentes correlaciones. El valor más bajo correspondió a la subdimensión balance con CCI de 0.917; a pesar de ser un valor inferior, representa excelente reproducibilidad entre las mediciones. Tabla 3.

**Tabla 3.** Reproducibilidad intra-evaluadores (n=24).

Subdimensiones	CCI <sup>a</sup>	IC95% <sup>b</sup>	p
Precisión motora fina	0.988	0.972-0.995	0.000
Integración motora fina	0.964	0.920-0.984	0.000
Destreza manual	1	1-1	0
Coordinación de MMSS	1	1-1	0
Coordinación bilateral	0.953	0.894-0.979	0.000
Balance	0.917	0.818-0.963	0.000
Velocidad y agilidad	0.963	0.916-0.984	0.000
Fuerza	0.973	0.939-0.988	0.000
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	<b>0.993</b>	<b>0.984-0.997</b>	<b>0.000</b>

<sup>a</sup> Coeficiente de correlación intraclass; <sup>b</sup> Intervalo de confianza 95%.

Fuente: Elaboración propia.

*Validez concurrente:* se obtuvieron excelentes resultados para las subdimensiones coordinación y fuerza con respecto a las pruebas de coordinación del CTDC'07 y dinamometría para fuerza prensil con coeficiente de correlación de Pearson superiores a 0.8. Tablas 4 y 5.

**Tabla 4.** Validez concurrente subdimensión coordinación.

Validez concurrente coordinación	CTDC'07
BOT 2 Coordinación bilateral	r=0.961 p=0,000
BOT 2 Coordinación de MMSS	r=0.844 p=0.001

r=Coeficiente de correlación de Pearson. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** Validez concurrente subdimensión fuerza.

Validez concurrente coordinación	CTDC'07
BOT 2 Fuerza miembros superiores	r=0.875 p=0.004

r=Coeficiente de correlación de Pearson. Fuente: Elaboración propia.

*Consistencia interna:* los resultados demuestran alta correlación entre los ítems, es decir que todos ellos hacen parte de un mismo constructo. Coeficientes superiores a 0.9 podrían suponer redundancia o duplicación de los ítems (35), aunque para el presente proyecto debe considerarse que el BOT 2 maneja un alto número de opciones de respuesta para cada ítem, condición que puede sobreestimar el resultado final. Tabla 6.

**Tabla 6.** Consistencia interna.

Ítems	$\alpha$
Dibuja líneas por caminos cruzados	0.959
Pliega papel	0.959
Dibuja un cuadrado	0.958
Dibuja una estrella	0.959
Transfiere monedas	0.957
Salto alterno	0.962
Coordina mano y pie homolateral	0.959
Camina sobre línea	0.965
Mantiene apoyo unipodal	0.962
Realiza salto unipodal	0.959
Suelta y ataja pelota	0.962
Dribla pelota alternando	0.958
Realiza flexiones de brazo	0.958
Realiza abdominales	0.957
$\alpha$ =Alfa de Cronbach	

Fuente: Elaboración propia.

## Discusión

El objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades psicométricas del BOT 2. Los resultados demuestran altos niveles de reproducibilidad entre-evaluadores del instrumento aplicado en infantes sanos, cuyo rango de edad osciló entre los 4 y 7 años de edad; similares hallazgos han reportado los estudios realizados por Deitz *et al.* (16), Wuang *et al.* (17,19) y Lucas *et al.* (18), que reportan CCI superiores a 0.84 e indican una buena reproducibilidad entre las mediciones realizadas por diferentes evaluadores.

Al respecto de la reproducibilidad intra-evaluador, el estudio arrojó excelentes resultados que podrían derivarse de la utilización del video como estrategia para garantizar la estabilidad de la condición medida, puesto que el desarrollo motor de los niños es susceptible a cambios en cortos períodos de tiempo. Lo anterior contrasta con los resultados obtenidos por Lucas *et al.* (18) para reproducibilidad test-retest—CCI entre pobres y considerables—del BOT 2 aplicado en aborígenes australianos; el autor discute sus resultados considerando que el tiempo promedio —45.5 días— transcurrido entre la primera y la segunda medición fue un factor que afectó la estabilidad de la condición medida y, por tanto, el resultado de la concordancia entre las mediciones (18).

En relación con la validez concurrente de las subdimensiones coordinación y fuerza del BOT 2, los coeficientes de correlación de Pearson se encuentran muy cercanos a 1.0, condición que indica un alto grado de validez frente al

CTDC'07 y a pruebas por dinamometría respectivamente; estos resultados son similares a los reportados por el estudio que realizaron Wuang *et al.* (17), y en el que se encontraron valores superiores a 0.84 para la validez concurrente del instrumento frente al MABC 2 y al PDMS 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos para validez concurrente, el BOT 2 es un instrumento de medición que se correlaciona en alto grado con el CTDC'07 y la dinamometría para los componentes coordinación y fuerza respectivamente, lo que asegura la validez de los resultados al respecto de la medición de estos constructos.

En contraste con lo anterior, los resultados reportados por Spironello *et al.* (35) indican una pobre validez concurrente del BOT 2 en relación con el MABC 2, siendo posible que el resultado responda a la diferencia entre las dimensiones contempladas por cada uno de los instrumentos.

La consistencia interna entre los ítems y entre estos y la escala total muestra un alto grado de correlación. Los puntajes para el coeficiente Alfa de Cronbach son superiores a 0.9, pudiendo esto responder al número de opciones de respuesta posibles para cada ítem y al grado de variabilidad en las puntuaciones.

Los resultados obtenidos sugieren que el BOT 2 es un instrumento de fácil aplicación que puede ser utilizado en nuestro medio para la evaluación de niños clínicamente sanos, con el fin de medir sus competencias motoras. Es una herramienta recomendable y útil para orientar el diagnóstico en relación con el desarrollo motor en niños y adolescentes.

Teniendo en cuenta la importancia del proceso de entrenamiento previo de los evaluadores, se puede afirmar que las recomendaciones contenidas, tanto en el manual como en el tutorial audiovisual desarrollado por los autores del BOT 2, proveen información valiosa para aplicar la escala y realizar mediciones reproducibles. De igual manera, los resultados obtenidos en el presente estudio reflejan la pertinencia del protocolo diseñado para la toma y obtención de datos en niños entre 4 y 7 años de edad.

A pesar de haber encontrado dificultad para el aprendizaje motor del ítem “flexión de brazos” de la dimensión fuerza en los niños menores, se contó con un elevado nivel de concordancia entre las mediciones. En otro sentido, el menor de los índices de reproducibilidad fue para la dimensión balance, pudiendo responder a problemas de iluminación con los registros filmicos.

De otro lado, vale la pena señalar la importancia de aplicar un instrumento de diagnóstico como este para la valoración infantil, puesto que en la medida en que se detecten alteraciones en las competencias motoras en edades tempranas,

pueden establecerse adecuadas estrategias de intervención, las cuales se verán reflejadas en la optimización del desarrollo motriz; lo anterior incide directamente sobre los niveles de participación del niño en la actividad física, que contribuyen al mejoramiento de diversos componentes de su integralidad como son principalmente la autopercepción, la autoestima, la salud física y las habilidades cognitivas.

El pequeño tamaño de la muestra puede considerarse una limitación del presente estudio, puesto que un mayor número de niños implicaría mayor variabilidad en el repertorio motor por rango de edad. Otra limitante fue la no disponibilidad del tutorial audiovisual de entrenamiento para evaluadores en idioma español. De igual forma, el hecho de tomar la información relacionada con el estado de salud de los niños de los archivos de la institución educativa puede considerarse como limitante.

Apesar de importantes avances en la investigación relacionada con la actividad física en edades tempranas, es importante continuar fortaleciendo el estudio riguroso de las competencias motoras infantiles y su relación con el desarrollo integral del ser humano.

## Conflictos de intereses

Ninguno declarado por los autores.

## Financiación

Además de los recursos propios, el presente proyecto contó con el apoyo de recursos institucionales provenientes del Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), del Programa de Maestría en Actividad Física y Salud y del Programa de Terapia Ocupacional de la Escuela de Medicina y Ciencias de Salud de la Universidad del Rosario, Colombia.

## Agradecimientos

A la comunidad académica del Gimnasio Iragüa y a los padres de los niños valorados por permitir la toma de datos para el desarrollo del estudio. Igualmente, a la Universidad de la Sabana y a la Universidad del Rosario por el apoyo permanente en el desarrollo del proyecto.

## Referencias

1. **Lambourne K, Donnelly J.** The role of physical activity in pediatric obesity. *Pediatr. Clin. Nortj Am.* 2011;58(6):1481-91. <http://doi.org/d2cgmd>.
2. **Martin ST, Kessler M.** Neurological interventions for physical therapy. 2nd ed. St. Louis: Elsevier; 2007.
3. **Mc Clenagan BA, Gallahue DL.** Movimientos fundamentales: su desarrollo y rehabilitación. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2000.

4. **Hands B.** Changes in motor skill and fitness measures among children with high and low motor competence: A five-year longitudinal study. *J. Sci. Med. Sport.* 2008;11(2):155-62. <http://doi.org/ccx26q>.
5. **Piek JP.** Infant Motor Development. Champaing: Human Kinetics; 2006.
6. **Cairney J, Hay J, Veldhuizen S, Missiuna C, Mahlberg N, Faught BE.** Trajectories of relative weight and waist circumference among children with and without developmental coordination disorder. *CMAJ.* 2010;182(11):1167-72. <http://doi.org/fs4q4t>.
7. **Castelli DM, Valley JA.** The relationship of physical fitness and motor competence to physical activity. *J. Teach. Phys. Educ.* 2007;26(4):358-74.
8. **Cairney J, Hay JA, Faught BE, Flouris A, Klentrou P.** Developmental coordination disorder and cardiorespiratory fitness in children. *Pediatr. Exerc. Sci.* 2007;19(1):20-8.
9. **Schott N, Alof V, Hultsch D, Meermann, D.** Physical fitness in children with developmental coordination disorder. *Res. Q. Exerc. Sport.* 2007;78(5):438-50. <http://doi.org/7tw>.
10. **Hallal PC, Victoria CG, Azevedo MR, Wells JC.** Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sports Med.* 2006;36(12):1019-30. <http://doi.org/fjsk43>.
11. **Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al.** Evidence based physical activity for school-age youth. *J. Pediatr.* 2005;146(6):732-7. <http://doi.org/bjsvwr>.
12. **Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M.** Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int. J. Obes.* 2008;32(1):1-11. <http://doi.org/br396k>.
13. **Sibley BA, Etnier JL.** The Relationship Between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatr. Exerc. Sci.* 2003;15(3):243-56.
14. **Haga M.** Physical fitness in children with high motor competence is different from that in children with low motor competence. *Phys. Ther.* 2009;89(10):1089-97. <http://doi.org/dpmz3f>.
15. **Cools W, Martelaer KD, Samaey C, Andries C.** Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *J. Sports Sci. Med.* 2009;8(2):154-68.
16. **Deitz JC, Kartin D, Kopp K.** Review of the Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2). *Phys. Occup. Ther. Pediatr.* 2007;27(4):87-102. <http://doi.org/ftvw8t>.
17. **Wuang YP, Su CY, Huang MH.** Psychometric comparisons of three measures for assessing motor functions in preschoolers with intellectual disabilities. *J. Intellect. Disabil. Res.* 2012;56(6):567-78. <http://doi.org/dxw9d4>.
18. **Lucas BR, Latimer J, Doney R, Ferreira ML, Adams R, Hawkes G et al.** The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-Short Form is reliable in children living in remote Australian Aboriginal communities. *BMC Pediatr.* 2013;13:135. <http://doi.org/7tx>.
19. **Wuang YP, Su CY.** Reliability and responsiveness of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-Second Edition in children with intellectual disability. *Res. Dev. Disabil.* 2009;30(5):847-55. <http://doi.org/cwkgss>.
20. **Bruininks R, Bruininks B.** Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency. 2nd ed. Minneapolis: Pearson; 2006.
21. **Mombarg R, Jelsma D, Hartman E.** Effect of Wii-intervention on balance of children with poor motor performance. *Res. Dev. Disabil.* 2013;34(9):2996-3003. <http://doi.org/7vh>.
22. **Lin HC, Wuang YP.** Strength and agility training in adolescents with Down Syndrome: a randomized controlled trial. *Res. Dev. Disabil.* 2012;33(6):2236-44. <http://doi.org/7vj>.
23. **Gentier I, D'Hondt E, Shultz S, Deforche B, Augustijn M, Hoorn S, et al.** Fine and gross motor skills differ between healthy-weight and obese children. *Res. Dev. Disabil.* 2013;34(11):4043-51. <http://doi.org/7vk>.
24. **Abasrashid N, Mashhoodi S, Hadavi SF.** The Relationship between motor proficiency and level of contribution in physical activity in 13 and 14 year old females students in Tehran. *Res. J. Sport. Sci.* 2014;2(1):1-7.
25. **Nunez-Gauna A, Moore JG, Roach KE, Miller TL, Kirk-Sanchez NJ.** Motor proficiency, strength, endurance and physical activity among middle school children who are healthy, overweight and obese. *Pediatr. Phys. Ther.* 2013;25(2):130-8. <http://doi.org/7vm>.
26. **Menz SM, Hatten K, Grant-Beutler M.** Strength training for a child with suspected developmental coordination disorder. *Pediatr. Phys. Ther.* 2013;25(2):214-23. <http://doi.org/7vn>.
27. **Cairney J, Hay JA, Wade TJ, Faught BE, Flouris A.** Developmental coordination disorder and aerobic fitness: is it all in their heads or is measurement still the problem? *Am. J. Hum. Biol.* 2006;18(1):66-70. <http://doi.org/fcbq67>.
28. **Saito Y, Sozu T, Hamada Ch, Yoshimura I.** Effective number of subjects and number of raters for inter-rater reliability studies. *Stat. Med.* 2006;25(9):1547-60. <http://doi.org/b67dtw>.
29. **Salamanca L, Naranjo MM, González A.** Validez y confiabilidad del cuestionario del trastorno del desarrollo de la coordinación versión en español. *Rev. Cienc. Salud.* 2013;11(3):263-73.
30. Asociación Médica Mundial. Declaracion de Helsinki de la Asociacion Medica Mundial. Helsinki: AMM; 1964 [updated 2008; cited 2014]. Available from: <http://goo.gl/0Bo4Pj>.
31. República de Colombia. Ministerio de salud. Resolución 8430 de 1993 (Octubre 4): Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá, D.C. Diario oficial; Octubre 4 de 1993.
32. **Sánchez R, Echeverry J.** Validación de escales de medición en salud. *Rev. Salud Pública.* 2004;6(3):302-18. <http://doi.org/c6kjh7>.
33. **Fernández P, Díaz P.** La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas. La Coruña: Fisterra.com; 2004 [updated 2004 Jan 12; cited 2014]. Available from: <https://goo.gl/PmKZwD>.
34. **Orozco-Vargas LC.** Medición en salud. Diagnóstico y evaluación de resultados: un manual crítico más allá de lo básico. Bucaramanga: División Editorial y de Publicaciones UIS; 2010.
35. **Campo-Arias A, Oviedo H.** Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna. *Rev. Salud Pública.* 2008;10(5):831-9. <http://doi.org/bz8q2z>.
36. **Spironello C, Hay J, Missiuna C, Faught BE, Cairney J.** Concurrent and construct validation of the short form of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency and the Movement-ABC when administered under field conditions: implications for screening. *Child Care Health Dev.* 2010;36(4):499-507. <http://doi.org/fd53tz>.