

Reproductibilidad de pruebas de competencia motriz y percentiles para niños y adolescentes que viven a altitud moderada del Perú

Reproducibility of motor competence tests and percentiles for children and adolescents living at moderate altitude in Peru

Dr. Marco Cossio-Bolaños^a, Mg. Rubén Vidal-Espinoza^b,
Dr. Felipe Castelli Correia de Campos^c, Dr. José Sulla-Torres^d,
Dr. Wilbert Cossio-Bolaños^e, Mg. Camilo Urra-Albornoz^f y Dra. Rossana Gómez-Campos^a

RESUMEN

Objetivo. Evaluar la reproductibilidad de las pruebas de competencia motriz (CM) de transposición lateral y salto lateral, y estimar percentiles por edad y sexo para niños que viven a altitud moderada del Perú.

Método. Se efectuó un estudio descriptivo transversal en la provincia de Arequipa (Perú). Se evaluó el peso, la estatura y la circunferencia de cintura. Se calculó el índice de masa corporal e índice ponderal. Se evaluó la prueba de transposición lateral y salto lateral (ambas de la batería *Kopfer test für Kinder*).

Resultados. La muestra estuvo constituida por 885 niñas y 897 niños de 6,0 a 16,9 años. El error técnico de medida intraevaluador para ambas pruebas de CM oscilaron entre 1,75 y 3,9 repeticiones en ambos sexos, mientras que el coeficiente de correlación intraclass fue de 0,77 a 0,99. Los límites de acuerdo oscilaron entre -7,3 y 6,8 repeticiones en ambas pruebas. Se estimaron percentiles 5°, 15°, 50°, 85° y 95° por el método *Least-Mean-Square algorithm*. Los puntos de corte adoptados para las pruebas CM fueron bajo: < p15; regular: de p15 a p85; y alto: > p85.

Conclusión. Las pruebas de transposición lateral y salto lateral mostraron una elevada capacidad de reproductibilidad. Los percentiles propuestos pueden servir para valorar la CM y podrían ser incluidos y adaptados como indicadores de desempeño en la educación física.

Palabras clave: destreza motora, estándares de referencia, niño, adolescente.

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2021.91>

Texto completo en inglés:

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2021.eng.91>

- Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.
- Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago, Chile.
- Universidad del Bio-Bio, Chillán, Chile.
- Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú.
- Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile.

Correspondencia:

Dra. Rossana Gómez-Campos:
rossaunicamp@gmail.com.

Financiamiento:

Ninguno.

Conflicto de intereses:

Ninguno que declarar.

Recibido: 22-5-2020

Aceptado: 26-10-2020

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la competencia motriz (CM) es una de las bases del comportamiento motor humano: sirve como bloque de construcción directa e indirecta de una cantidad de actividades durante la vida.¹ La CM es indispensable para muchas tareas funcionales diarias, como el trabajo, el deporte, las actividades recreativas,² entre otras. Se conceptualiza como la capacidad para ejecutar diferentes actos motores, que incluyen las habilidades motrices finas y gruesas,³ y patrones de movimientos de manera eficiente.⁴ En general, el desarrollo de la CM no ocurre de forma natural; requiere práctica y experiencia para expresarla con éxito en las diversas actividades que requieren su aplicación inherente.⁵

De hecho, la educación física (EF) juega un papel relevante en el desarrollo de las habilidades motoras y, consecuentemente, en la CM.⁶ Los programas curriculares de los sistemas educativos incluyen una variedad de dominios de la CM (habilidades básicas, coordinación, equilibrio, balance, entre otras), los que permiten participar con éxito a los niños y a los adolescentes durante las clases de EF (juegos, deportes, danzas, actividades recreativas, entre otras), ya que, durante su desarrollo, necesitan de un determinado grado de CM.

En ese contexto, varios estudios han demostrado que la CM se relaciona con los patrones de actividad física, aptitud física y con

Cómo citar: Cossio-Bolaños M, Vidal-Espinoza R, Castelli Correia de Campos F, Sulla-Torres J, et al. Reproducibilidad de pruebas de competencia motriz y percentiles para niños y adolescentes que viven a altitud moderada del Perú. *Arch Argent Pediatr* 2021;119(2):91-98.

el peso corporal.^{7,10} Estas evidencias apoyan el interés por incluirla en la evaluación de la EF, ya que elevados niveles, por lo general, influyen en la participación de programas de AF y en la promoción de trayectorias positivas de salud a lo largo de la vida.¹

Actualmente, la literatura describe pruebas cuantitativas y cualitativas para evaluar la CM; sin embargo, muchas de las pruebas cuantitativas son difíciles de aplicar, son engorrosas y requieren de material sofisticado y entrenamiento específico, puesto que varias han sido desarrolladas con fines clínicos y médicos, y, por lo general, se utilizan para identificar a niños con discapacidad motriz.¹¹ Esto dificulta una rápida evaluación e integración de variables motrices que se suelen medir cotidianamente durante las clases de EF.

Basados en esas premisas, este estudio buscó un método que se adaptara mejor a los fines de la evaluación de la EF. Por ello, se eligieron dos de las cuatro pruebas que proponía la batería de *Körper koordinations test Für Kinder (KTK)*.¹² Estas pruebas de transposición lateral (TL) y salto lateral (SL) evalúan la CM. Aparentemente, ambas son las más sencillas y fáciles de aplicar, por lo que su inclusión dentro de la evaluación de EF podría ser una alternativa relevante.

En consecuencia, esta investigación presupone que ambas pruebas podrían reflejar elevada capacidad de reproductibilidad, y, al mismo tiempo, la propuesta de percentiles puede servir como indicador de desempeño para la evaluación de la CM en niños y adolescentes. Por lo tanto, los objetivos del trabajo son evaluar la capacidad de reproductibilidad de las pruebas motoras de TL y SL, y estimar percentiles por edad y sexo para niños que viven a altitud moderada del Perú.

MÉTODOS

Muestra y tipo de estudio

Se efectuó un estudio transversal en adolescentes de la ciudad de Arequipa, localizada al sur del Perú y ubicada a 2320 metros sobre el nivel del mar. Los escolares pertenecían a colegios públicos de la zona urbana y abarcaban el nivel primario y secundario. La ciudad tenía alrededor de 30 colegios referentes, distribuidos en dos zonas: sur y norte. Se seleccionaron aleatoriamente dos colegios por zona. Estos totalizaron 17 200 alumnos (población). La selección de la muestra fue probabilística (estratificada), y correspondió al 10,3 % (intervalo de confianza -IC- del 95 %).

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron, en el estudio, los niños y adolescentes cuyos padres y/o tutores firmaron el consentimiento informado, los que asistieron el día de la evaluación. Previamente, se había informado a los padres y apoderados sobre el procedimiento para evaluar la CM de sus hijos. Fueron excluidos los que presentaban algún tipo de discapacidad física que impedía realizar las pruebas motrices y los que no llegaron a completar dos evaluaciones.

La dirección de cada colegio autorizó la realización de la investigación. Todo el estudio se llevó a cabo de acuerdo con la Declaración de Helsinki para seres humanos y con las sugerencias del Comité de Ética local (UNSA-2017-15).

Técnicas y procedimientos

Las mediciones antropométricas y pruebas de CM se efectuaron en las instalaciones de cada colegio durante el horario escolar (8:00-12:30 horas) de lunes a viernes y durante los meses de abril a julio de 2017. Se realizaron, inicialmente, las mediciones antropométricas y luego las pruebas de CM.

Las mediciones antropométricas se evaluaron siguiendo las recomendaciones de Ross & Marfell-Jones.¹³ Se evaluó el peso corporal (kg) usando una balanza electrónica (Tanita, Reino Unido) con escala de 0 a 150 kg y con precisión de 100 g. La estatura de pie, con un estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburgo, Alemania) con precisión de 0,1 mm. La circunferencia de la cintura (CC) se midió con una cinta métrica de metal (Seca) en milímetros con precisión de 0,1 cm. Se calculó el índice de masa corporal (IMC) utilizando la fórmula $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m)}$, y el índice ponderal (IP) = $\text{peso (kg)} / \text{estatura}^3 \text{ (m)}$.

Las pruebas de CM (TL y SL) se evaluaron con el calentamiento previo de 10 minutos. Un investigador efectuó las evaluaciones en su totalidad, con el apoyo de dos auxiliares. Las evaluaciones se desarrollaron en dos oportunidades con el mismo evaluador y con un intervalo de 7 días (intraevaluador).

Ambas pruebas de CM pertenecían a la batería del *KTK*.¹² La batería involucraba componentes de CM, como el equilibrio, el ritmo, la fuerza, la lateralidad, la velocidad y la agilidad.¹⁴ La TL permitía probar su lateralidad y estructura espacio-tiempo. El niño se ubicaba sobre una plataforma de madera (25 cm x 25 cm x 1,5 cm, con 4 pies de 3,7 cm de altura) y, simultáneamente,

debía sostener una segunda plataforma con las manos en dirección al piso. A la señal de inicio, se debía colocar la segunda plataforma junto a la primera y pisarla; la secuencia continuaba por 20 segundos. Se contabilizaba el número de transposiciones realizadas (en repeticiones).

El SL consistía en saltar lateralmente con los pies juntos, lo más rápido posible de lado a lado sobre una viga pequeña (60 cm, 4,0 cm x 2,0 cm) durante 15 segundos. Se contabilizaba el número de saltos (en repeticiones). El tiempo se controló con un cronómetro manual Casio (HS-70W-8EF).

Los resultados fueron informados a los padres. Los casos extremos de bajo desempeño motriz y elevados niveles de peso corporal fueron derivados a profesionales especialistas para su posible tratamiento.

Estadística

Se exploró la normalidad de datos por medio de la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (KS). La estadística descriptiva se calculó (promedio, desviación estándar y porcentaje).

Para comparar entre ambos sexos, se utilizó el test *t* para muestras independientes. Las tres categorías de las pruebas motoras fueron comparadas usando el análisis de varianza (*analysis of variance*; ANOVA, por sus siglas en inglés) y la prueba de especificidad de Tukey. Se calculó el error técnico de medida (ETM) absoluto para el test y re-test ($ETM = \sqrt{\sum d^2 / 2n}$) como sugerían Norton y Olds.¹⁵ Para facilitar la interpretación de los ETM absolutos, se estimó el ETM relativo ($ETM \% = (ETM / Mv) \times 100$), en que Mv era la media general entre test y re-test. Se consideraron valores de ETM % menores del 5 % como aceptables.¹⁶ Se utilizó también el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y los diagramas de Bland-Altman¹⁷ para evaluar la concordancia entre test y re-test para el SL y TL. Los cálculos se efectuaron por medio de Spss 18.0. Se consideró significativa $p < 0,05$.

Se desarrollaron percentiles para la TL y SL por edad y sexo. Se aplicó el método *Least-Mean-Square algorithm* (LMS).¹⁸ Las curvas L, M y S representaban asimetría (lambda), mediana (mu)

TABLA 1. Características antropométricas, motrices y nivel educativo de la muestra estudiada por sexo

N	Peso			Estatura (cm)			CC (cm)			Transposición lateral (repeticiones)			Salto lateral (repeticiones)			IMC (kg/m ²)			IP (kg/m ³)			
	X	DE	K-S	X	DE	K-S	X	DE	K-S	X	DE	K-S	X	DE	K-S	X	DE	K-S	X	DE	K-S	
<i>Niños</i>																						
6	56	25,5	6,0	0,189	124,8	5,2	0,116	63,5	8,6	0,168	18,6	4,1	0,120	29,3	9,4	0,099	16,3	2,9	0,163	12,8	2,1	0,171
7	77	31,8	8,5	0,169	134,9	8,7	0,163	67,6	10,2	0,135	21,6	4,7	0,109	33,3	12,5	0,129	17,3	3,3	0,118	12,9	2,3	0,168
8	70	35,4	10,0	0,130	136,9	5,8	0,123	71,5	12,8	0,099	22,3	4,6	0,139	33,3	11,1	0,086	18,9	4,1	0,116	13,0	2,7	0,105
9	80	40,1	9,9	0,110	146,0	8,1	0,056	71,8	11,8	0,096	22,0	5,0	0,155	37,8	10,0	0,150	19,4	3,7	0,128	13,0	2,5	0,077
10	61	42,6	14,8	0,150	146,2	9,1	0,132	72,1	11,7	0,075	22,8	5,6	0,126	37,6	9,9	0,122	19,6	4,7	0,126	13,0	2,9	0,148
11	85	43,5	8,9	0,094	147,1	7,6	0,075	74,0	9,1	0,124	18,0	6,3	0,196	36,3	11,3	0,113	19,8	3,5	0,067	13,1	2,4	0,068
12	86	46,3	10,9	0,086	152,2	7,2	0,059	74,2	9,8	0,120	15,2	5,4	0,212	35,7	11,7	0,146	20,2	3,7	0,112	13,1	2,2	0,129
13	92	51,7	11,2	0,105	158,2	6,9	0,086	75,8	10,9	0,093	15,0	7,8	0,207	35,1	12,6	0,099	20,6	3,8	0,087	13,4	2,4	0,092
14	95	58,4	12,1	0,095	164,3	7,0	0,064	77,1	8,6	0,113	15,2	6,7	0,237	37,3	13,5	0,102	21,4	3,6	0,115	13,4	2,1	0,099
15	89	59,0	9,0	0,071	165,9	5,5	0,058	78,3	7,7	0,090	14,8	7,5	0,222	37,9	15,1	0,106	21,5	2,8	0,083	13,8	1,7	0,089
16	94	62,4	12,1	0,118	166,9	6,2	0,082	80,2	10,4	0,114	14,8	6,7	0,163	40,0	15,5	0,112	22,4	4,0	0,139	13,9	2,4	0,133
<i>Niñas</i>																						
6	57	23,6	4,9	0,157	120,9	5,4	0,114	58,8*	8,8	0,114	18,2	4,5	0,140	30,5	10,0	0,128	15,6	3,0	0,170	12,6	2,5	0,172
7	81	32,5	9,1	0,125	134,8	7,8	0,064	66,0	9,6	0,086	21,5	3,3	0,091	33,5	10,4	0,173	17,6	3,5	0,118	12,7	2,3	0,097
8	80	35,0	9,0	0,086	139,9	8,2	0,086	67,9*	18,8	0,203	22,7	5,3	0,162	35,0	12,3	0,067	17,7	3,6	0,095	13,0	2,4	0,089
9	85	37,7	9,3	0,133	143,9	8,1	0,107	68,2*	9,7	0,108	22,7	4,5	0,118	40,1	11,0	0,142	18,1	3,5	0,120	13,0	2,3	0,120
10	74	41,8	9,1	0,091	146,8	7,1	0,119	70,2	12,0	0,088	22,9	7,3	0,113	41,3	13,2	0,135	19,2	3,4	0,123	13,1	2,3	0,128
11	82	42,9	9,1	0,122	147,2	6,5	0,065	71,5*	8,9	0,092	17,5	6,9	0,205	35,0	14,2	0,127	19,8	3,4	0,098	13,4	2,3	0,084
12	91	48,9	11,8	0,129	151,6	6,4	0,109	72,2	8,6	0,065	13,7	6,6	0,279	31,3*	14,3	0,207	21,2	4,4	0,109	13,7	2,8	0,131
13	82	51,4*	9,6	0,105	154,4*	5,2	0,077	73,3	7,4	0,099	13,5	5,3	0,178	33,5*	12,6	0,141	21,5	3,6	0,071	13,9	2,3	0,081
14	83	53,1*	9,8	0,115	156,3*	5,8	0,121	74,5*	7,8	0,072	14,7	9,0	0,242	29,2*	12,9	0,139	21,5	3,7	0,098	14,0	2,4	0,077
15	82	54,0*	8,3	0,108	157,0*	5,5	0,068	75,1*	6,9	0,074	14,4	6,3	0,211	30,1*	11,5	0,088	22,1	3,1	0,097	14,1	2,1	0,115
16	100	55,5*	8,0	0,111	158,2*	4,6	0,138	75,4*	7,9	0,085	14,8	7,4	0,189	29,1*	14,0	0,075	22,2	3,1	0,072	14,1	2,1	0,061

X: promedio; DE: desviación estándar; CM: competencia motora; IMC: índice de masa corporal; IP: índice ponderal; CC: circunferencia de la cintura (*: diferencia significativa en relación con los hombres, $p < 0,05$); K-S: Kolmogorov-Smirnov.

y coeficiente de variación (sigma). Los parámetros L, M y S se calcularon de acuerdo con la máxima penalización.¹⁹ Los percentiles calculados fueron p5, p15, p50, p85 y p95. El procesamiento de datos se realizó con el software LMS Chartmaker (The Institute of Child Health, Londres, Reino Unido).²⁰

RESULTADOS

Fueron evaluados 1882 escolares (885 niños y 897 niñas). Las características de la muestra estudiada y los valores de normalidad de las variables por grupo de edad y sexo se observan en la *Tabla 1*. Las variables antropométricas y motrices presentaron distribución normal en ambos sexos y en todas las edades. En el peso corporal y estatura, las niñas presentaron valores inferiores desde los 13 hasta los 16 años en relación con los niños ($p < 0,05$); en las demás edades, no hubo diferencias significativas. En la CC, los niños presentaron valores superiores respecto a las niñas a los 6, 8, 9, 11, 14, 15 y 16 años ($p < 0,05$), mientras que, a los 7, 10, 12 y 13 años, no hubo diferencias ($p > 0,05$). No hubo diferencias significativas en ambos sexos en el IMC, IP y TL ($p > 0,05$). En el SL, los niños presentaron valores superiores desde los 12 hasta los 16 años frente a las niñas ($p < 0,05$). A edades iniciales, desde los 6 a los 11 años, no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$).

Los valores de reproductibilidad expresados en ETM % se observan en la *Tabla 2*. En la prueba de TL, los rangos del ETM % oscilaron entre 1,75 % y 3,38 % en los niños y entre 1,85 % y 3,64 % en las niñas. Las correlaciones reflejaban valores entre 0,77 y 0,98, respectivamente. En la

prueba de SL, los valores del ETM %, en los niños, oscilaron entre 2,94 % y 3,97 % y, en las niñas, entre 2,90 % y 3,99 %. El CCI, en los niños, osciló entre 0,88 y 0,98, mientras que, en las niñas, fue ligeramente superior, entre 0,91 y 0,99.

Además, la concordancia por medio de Bland-Altman (véase la *Figura 1*) mostró que las diferencias de promedios entre el test y re-test para la TL en niños fue de $1,02 \pm 2,39$ rep., y sus límites oscilaron entre -5,7 y 3,7 rep. En las niñas, la diferencia de promedios fue de $0,78 \pm 2,54$ rep., y sus límites, entre -5,8 y 4,2 rep. Para la prueba de SL, los niños mostraron un promedio de $0,34 \pm 3,57$ rep., con rango entre -7,3 y 6,7 rep. Mientras que, en las niñas, la diferencia de promedios fue ligeramente superior ($0,48 \pm 3,54$ rep.), con límites entre -5,8 y 4,2 rep. En todos los casos, los valores fueron aceptables.

La distribución de percentiles (p5, p15, p50, p85, p95) para ambas pruebas por edad y sexo se pueden observar en la *Tabla 3*. La *Figura 2* permite observar la distribución percentilar de ambas pruebas de CM (TL y SL) por edad y sexo.

Las comparaciones de los indicadores de adiposidad corporal (IMC, IP y CC) en función de las categorías de la CM se observan en la *Tabla 4*. En la TL, se observaron diferencias significativas entre las tres categorías (bajo, medio y alto), tanto en el IMC como en el IP ($p < 0,05$), mientras que, en la CC, no hubo diferencias entre la categoría alto y medio, pero sí estas dos difirieron con la categoría bajo ($p < 0,05$).

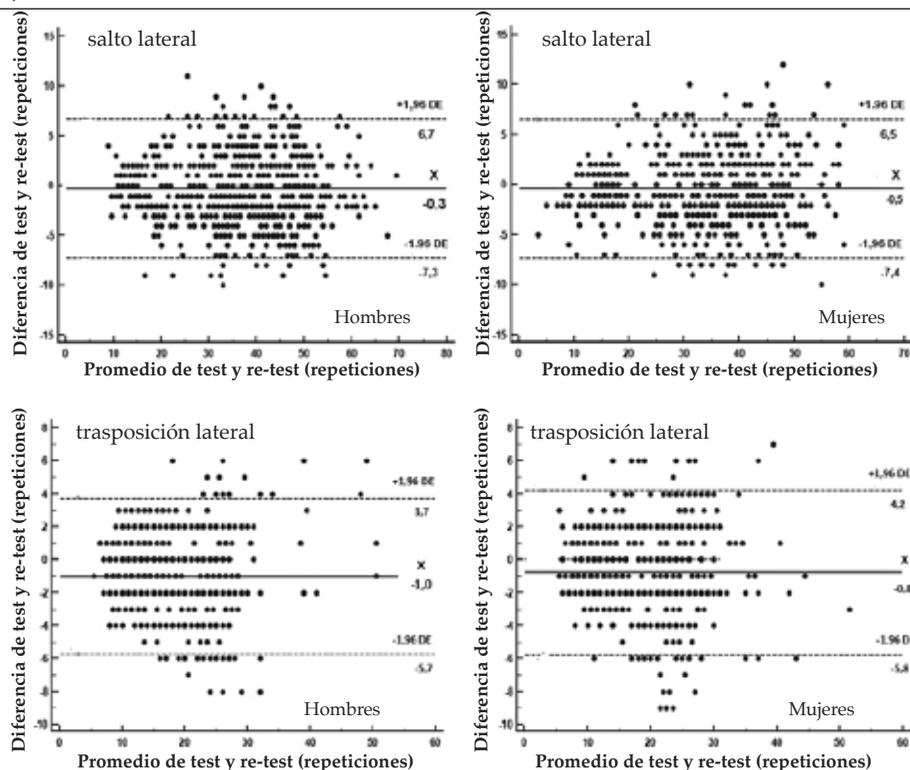
En el SL, no hubo diferencias entre la categoría alto y medio en el IMC, IP y CC ($p > 0,059$). Sin embargo, estas dos categorías difirieron

Tabla 2. Valores de reproductibilidad del test y re-test, expresados en error técnico de medida (%) y correlación en pruebas de competencia motriz por edad y sexo

Edades (años)	Transposición lateral (repeticiones)						Salto lateral (repeticiones)					
	Niños			Niñas			Niños			Niñas		
	ETM (%)	CCI	p	ETM (%)	CCI	p	ETM (%)	CCI	p	ETM (%)	CCI	p
6,0-6,9	2,16	0,90	0,0036	2,92	0,85	0,0047	3,57	0,90	0,0037	3,99	0,92	0,0035
7,0-7,9	3,38	0,77	0,0054	2,74	0,80	0,0046	3,92	0,95	0,0014	3,57	0,95	0,0014
8,0-8,9	3,17	0,80	0,0051	3,27	0,83	0,0039	3,90	0,94	0,0020	3,96	0,96	0,0013
9,0-9,9	2,91	0,87	0,0030	3,28	0,77	0,0049	3,97	0,88	0,0045	3,68	0,91	0,0030
10,0-10,9	2,90	0,90	0,0035	3,64	0,87	0,0036	3,80	0,93	0,0027	3,98	0,97	0,0010
11,0-11,9	2,75	0,93	0,0016	3,13	0,94	0,0014	3,84	0,94	0,0016	3,84	0,96	0,0010
12,0-12,9	2,12	0,95	0,0013	2,05	0,95	0,0010	3,27	0,97	0,0012	3,05	0,99	0,0004
13,0-13,9	1,75	0,98	0,0005	1,85	0,94	0,0017	3,06	0,98	0,0006	3,27	0,96	0,0013
14,0-14,9	2,14	0,96	0,0009	1,90	0,98	0,0006	3,62	0,97	0,0008	3,80	0,98	0,0009
15,0-15,9	2,12	0,96	0,0010	2,02	0,98	0,0007	2,95	0,98	0,0005	2,90	0,97	0,0008
16,0-16,9	2,53	0,96	0,0012	2,02	0,97	0,0008	2,94	0,98	0,0004	3,83	0,94	0,0047
Total	2,60	0,94	0,0001	2,66	0,94	0,0001	3,58	0,96	0,0001	3,59	0,962	0,0001

ETM (%): error técnico de medida relativo; r: Pearson; p: significancia; CCI: coeficiente de correlación intraclase.

FIGURA 1. Concordancia entre valores de test y re-test de las pruebas de competencia motriz ploteados por el diagrama de Bland-Altman para ambos sexos



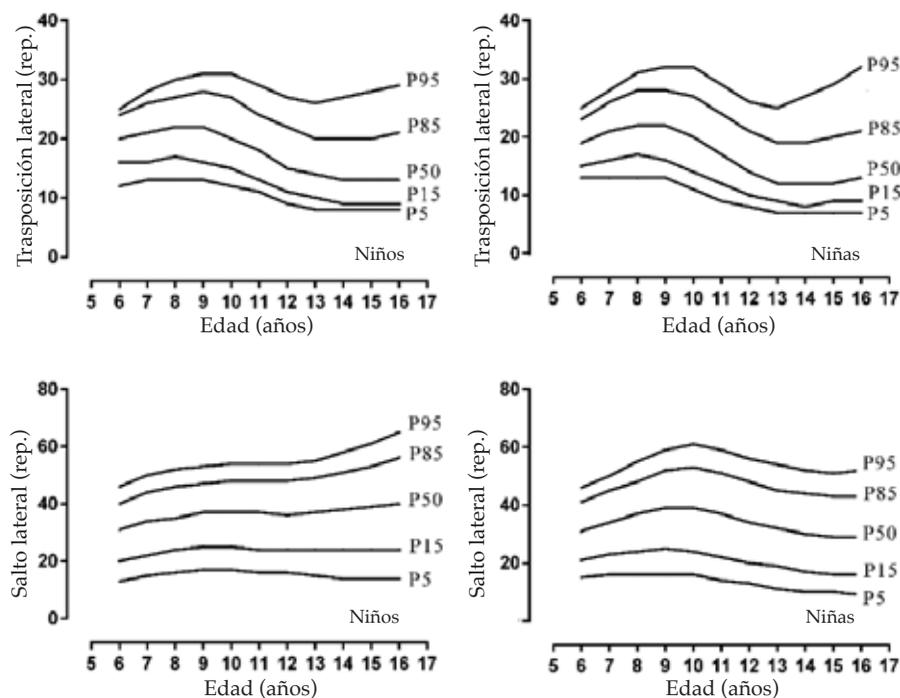
La línea punteada (---) indica los límites de concordancia al 95 %, determinados por el promedio de las diferencias (test y re-test) ± 1,96 veces la desviación estándar de las diferencias; Y = 0 es la línea de concordancia perfecta.

TABLA 3. Percentiles para la prueba de trasposición lateral y salto lateral para niños por edad y sexo

Edades (años)	Trasposición lateral (repeticiones)								Salto lateral (repeticiones)							
	L	M	S	P5	P15	P50	P85	P95	L	M	S	P5	P15	P50	P85	P95
Niños																
6,0-6,9	1,86	19,84	0,19	12	16	20	24	25	1,29	30,71	0,32	13	20	31	40	46
7,0-7,9	1,52	21,35	0,21	13	16	21	26	28	1,32	33,56	0,31	15	22	34	44	50
8,0-8,9	1,18	22,03	0,23	13	17	22	27	30	1,34	35,44	0,30	16	24	35	46	52
9,0-9,9	0,81	21,65	0,26	13	16	22	28	31	1,35	36,60	0,30	17	25	37	47	53
10,0-10,9	0,43	20,09	0,28	12	15	20	27	31	1,36	36,90	0,30	17	25	37	48	54
11,0-11,9	0,08	17,53	0,31	11	13	18	24	29	1,34	36,63	0,30	16	24	37	48	54
12,0-12,9	-0,22	15,07	0,33	9	11	15	22	27	1,30	36,34	0,31	16	24	36	48	54
13,0-13,9	-0,41	13,57	0,35	8	10	14	20	26	1,25	36,60	0,33	15	24	37	49	55
14,0-14,9	-0,51	13,09	0,37	8	9	13	20	27	1,20	37,56	0,35	14	24	38	51	58
15,0-15,9	-0,54	13,02	0,38	8	9	13	20	28	1,17	38,86	0,36	14	24	39	53	61
16,0-16,9	-0,54	13,16	0,39	8	9	13	21	29	1,14	40,31	0,38	14	24	40	56	65
Niñas																
6,0-6,9	1,53	19,42	0,19	13	15	19	23	25	1,22	31,30	0,29	15	21	31	41	46
7,0-7,9	1,26	21,07	0,21	13	16	21	26	28	1,21	34,01	0,31	16	23	34	45	50
8,0-8,9	0,98	22,07	0,24	13	17	22	28	31	1,18	36,67	0,32	16	24	37	48	55
9,0-9,9	0,69	21,75	0,28	13	16	22	28	32	1,14	38,62	0,33	16	25	39	52	59
10,0-10,9	0,38	19,87	0,31	11	14	20	27	32	1,09	38,64	0,35	16	24	39	53	61
11,0-11,9	0,07	16,75	0,34	9	12	17	24	29	1,02	36,50	0,37	14	22	37	51	59
12,0-12,9	-0,20	13,86	0,36	8	10	14	21	26	0,95	33,79	0,39	13	20	34	48	56
13,0-13,9	-0,40	12,33	0,38	7	9	12	19	25	0,88	31,62	0,41	11	19	32	45	54
14,0-14,9	-0,54	11,96	0,39	7	8	12	19	27	0,84	29,97	0,43	10	17	30	44	52
15,0-15,9	-0,64	12,33	0,40	7	9	12	20	29	0,83	29,08	0,44	10	16	29	43	51
16,0-16,9	-0,71	12,79	0,41	7	9	13	21	32	0,84	28,67	0,46	9	16	29	43	52

P: percentil; M: mediana; S: coeficiente de variación; L: poder de transformación de Box-Cox.

FIGURA 2. Percentiles seleccionados de los puntajes de las pruebas de competencia motriz de niños de Arequipa (Perú) por edad y sexo



Rep.: repeticiones.

TABLA 4. Valores promedio \pm desvío estándar de indicadores de adiposidad corporal, clasificados con bajo, normal y elevado nivel de competencia motriz en ambos sexos

Pruebas/categorías	n	IMC (kg/m ²)		IP (kg/m ³)		CC (cm)	
		X	DE	X	DE	X	DE
Trasposición lateral							
Niños							
Bajo (< p15)	143	21,3	4,5	14	2,7	76,6	12,2
Medio (de p15 a p85)	612	19,9	3,9 ^a	13,2	2,3 ^a	73,7	10,3 ^a
Alto (> p85)	130	18,9	3,3 ^{ab}	12,6	1,9 ^{ab}	72,3	9,4 ^a
Total	885	20	4,0	13,2	2,3	74,0	10,5
Niñas							
Bajo (< p15)	139	21,3	4,3	14,5	2,6	73,5	10,9
Medio (de p15 a p85)	628	19,9	4,1 ^a	13,4	2,4 ^a	70,8	10,8 ^a
Alto (> p85)	130	18,3	3,0 ^{ab}	12,4	1,8 ^{ab}	69,1	8,2 ^a
Total	897	19,9	4,0	13,5	2,4	71,0	10,5
Salto lateral							
Niños							
Bajo (< p15)	172	21,8	4,7	14,2	2,8	78,0	12,5
Medio (de p15 a p85)	565	19,6	3,7 ^a	13	2,2 ^a	73,2	10,1 ^a
Alto (> p85)	148	19,1	3,6 ^a	12,7	2,1 ^a	71,7	8,9 ^a
Total	885	20,0	4,0	13,2	2,4	73,9	10,6
Niñas							
Bajo (< p15)	195	22,0	4,9	14,9	3,0	75,7	13,8
Medio (de p15 a p85)	562	19,1	3,6 ^a	13,0	2,0 ^a	69,6	9,1 ^a
Alto (> p85)	140	19,7	3,4 ^a	13,3	2,0 ^a	69,5	9,6 ^a
Total	897	19,8	4,0	13,5	2,4	70,9	10,6

X: promedio; DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; IP: índice ponderal; CC: circunferencia de la cintura;

a: diferencia significativa ($p < 0,05$) en relación con la categoría de bajo;b: diferencia significativa ($p < 0,05$) en relación con la categoría de medio.

significativamente con los clasificados como bajo en los tres indicadores de adiposidad corporal ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Los resultados han evidenciado valores apropiados de reproductibilidad, expresados tanto en el ETM como en el CCI. Estos hallazgos son similares a los resultados del estudio original en niños alemanes para el puntaje bruto¹² y en niños portugueses con las mismas pruebas.²¹ Inclusive, en ambas pruebas, el ETM % de este estudio fue inferior al 3,9 % y presentó una alta concordancia entre ambas evaluaciones.

La reproductibilidad del test y re-test con intervalo de 7 días proporcionó estimaciones confiables para ambas pruebas motrices. Este intervalo de tiempo entre ambas evaluaciones es ampliamente recomendado en la literatura²² para garantizar una correcta interpretación de los resultados.²³

En esencia, tanto la TL como el SL son pruebas altamente fiables para el uso cotidiano en el sistema educativo escolar, ya que reflejaron límites razonables de acuerdo. La aplicación y uso durante la etapa del crecimiento y del desarrollo²⁴ podría ser relevante, pues otros protocolos de evaluación de CM, por lo general, tienen criterios complejos y, a menudo, requieren de instrumental sofisticado e inversión de tiempo para la medición.

En consecuencia, basados en los resultados obtenidos, se cree que los percentiles estimados para las pruebas de TL y SL por edad y sexo pueden ser usados en forma generalizada en escolares con similares características a las del presente estudio. Esta información es necesaria para una correcta evaluación de los valores obtenidos, cuyos puntajes de un alumno pueden ser comparados con los de la población general para conocer la posición relativa en la que se encuentra.

Los percentiles propuestos pueden ayudar a establecer umbrales de rendimiento entre los niños y los adolescentes, identificando niveles de CM como bajo, medio y alto. Estos puntos de corte, basados en el estudio original propuesto por Kiphard, Schilling²⁵ ($< p15$, de $p15$ a $p85$ y $> p85$).

De hecho, tras las comparaciones entre categorías señaladas, los resultados indican que los niños clasificados con pobre CM reflejaron mayor IMC, IP y CC que sus contrapartes con mejor o elevado nivel de CM. Estos hallazgos son consistentes con otros estudios.²⁹

En consecuencia, que los niños presenten un bajo nivel en la CM y/o habilidades motoras podría deberse a múltiples factores, por ejemplo, que no hayan recibido enseñanzas adecuadas de habilidades motrices y/o suficiente práctica como tal.²⁶ Además, la falta de interés y condiciones del medio en que se desarrollan pueden limitar su rendimiento. Como resultado, podría tener efectos adversos en las actividades de la vida diaria, como el ocio o el deporte,²⁷ y reflejar un bajo nivel de motivación para participar en programas de actividad física.²⁸

Por el contrario, los niños con mayor coordinación motora tienden a ser más aptos físicamente y son más activos,²⁹⁻³¹ ya que este comportamiento influye en su capacidad de participar en programas de actividad física y en la promoción positiva de la salud a lo largo de la vida.¹ La brecha entre los niveles de desempeño entre niños podría aumentar, puesto que los que presentan un mejor rendimiento, aparentemente, podrían lograr un mayor nivel de CM y participación en tareas físicas más exigentes,³² aunque estos aspectos podrían depender de la capacidad de motivación y del medio sociocultural en el que se desenvuelven los niños y los adolescentes.

En consecuencia, los percentiles propuestos en este estudio pueden ser aplicados en programas de salud, de deportes y de EF de Arequipa (Perú), pues proporcionan información relevante para la identificación de individuos con niveles variados de desempeño motriz, hasta la selección de talentos deportivos.³³

Este estudio tiene algunas limitaciones, ya que no fue posible evaluar los patrones de actividad física y de aptitud física, puesto que hubieran proporcionado información relevante a la hora de analizar los resultados. Además, únicamente, se evaluó el ETM intraevaluador, por lo que los hallazgos deben ser analizados con precaución.

Sin desmedro de lo anterior, es necesario destacar que este estudio es uno de los primeros que abarca un gran tamaño de muestra y rango etario. Puede ser utilizado como línea de base para futuras comparaciones. Además, los cálculos pueden ser efectuados en el siguiente link: http://www.reidebihu.net/comp_mot-pe.php.

En conclusión, las pruebas de TL y SL mostraron una elevada capacidad de reproductibilidad y los percentiles propuestos pueden permitir agrupar a los niños según sus perfiles de desempeño motriz, así como la inclusión y adaptación en los programas de EF. ■

REFERENCIAS

- Hulteen RM, Morgan PJ, Barnett LM, Stodden DF, et al. Development of foundational movement skills: A conceptual model for physical activity across the lifespan. *Sports Med.* 2018; 48(7):1533-40.
- Lima RA, Bugge A, Ersbøll AK, Stodden DF, et al. The longitudinal relationship between motor competence and measures of fitness and fitness from childhood into adolescence. *J Pediatr (Rio J).* 2019; 95(4):482-8.
- Henderson SE, Sugden D, Psychological Corporation. Movement assessment battery for children. Sidcup: Psychological Corp; 1992.
- Hands B, Rose E, Chivers P, McIntyre F, et al. The relationships between motor competence, physical activity, fitness and self-concept in children and adolescents with DCD. *Curr Dev Disord Rep.* 2020; 7:35-42.
- Stodden DF, Goodway JD, Langendorfer SJ, Robertson MA, et al. A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest.* 2008; 60(2):290-306.
- Cardon GM, De Bourdeaudhuij IMM. Physical education and physical activity in elementary schools in Flanders. *Eur J Phys Educ.* 2002; 7:5-18.
- Hands B, Larkin D, Parker H, Straker L, et al. The relationship among physical activity, motor competence and health-related fitness in 14-year-old adolescents. *Scand J Med Sci Sports.* 2009; 19(5):655-63.
- Stodden D, Langendorfer S, Robertson MA. The association between motor skill competence and physical fitness in young adults. *Res Q Exerc Sport.* 2009; 80(2):223-9.
- Lopes VP, Stodden DF, Bianchi MM, Maia JA, et al. Correlation between BMI and motor coordination in children. *J Sci Med Sport.* 2012; 15(1):38-43.
- Stodden DF, Gao Z, Goodway JD, Langendorfer SJ. Dynamic relationships between motor skill competence and health-related fitness in youth. *Pediatr Exerc Sci.* 2014; 26(3):231-41.
- Tidén A, Lundqvist C, Nyberg M. Development and initial validation of the NyTid test: A movement assessment tool for compulsory school pupils. *Meas Phys Educ Exerc Sci.* 2015; 19(1):34-43.
- Kiphard EJ, Schilling F. Körper-kordinations-test für kinder. Ktk. Weihen: Beltz Test GmbH; 1974.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In MacDougall JD, Wenger HA, Geen HJ (eds.). *Physiological testing of elite athlete.* London: Human Kinetics. 1991; 223:308-14.
- Scordella A, Di Sano S, Aureli T, Cerratti P, et al. The role of general dynamic coordination in the handwriting skills of children. *Front Psychol.* 2015; 6:580.
- Norton K, Olds T (eds.). *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses.* Sydney: UNSW press; 1996.
- Lohman TG. Dual energy X-ray absorptiometry. In Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG (eds.). *Human Body Composition.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1996. Págs.63-78.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986; 1(8476):307-10.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000; 320(7244):1240-3.
- Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med.* 1992; 11(10):1305-19.
- Pan H, Cole TJ. LMS Chartmaker. 2006. [Acceso: 28 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.healthforallchildren.co.uk>.
- Antunes AM, Maia JA, Stasinopoulos MD, Gouveia ÉR, et al. Gross motor coordination and weight status of Portuguese children aged 6–14 years. *Am J Hum Biol.* 2015; 27(5):681-9.
- Lander N, Morgan PJ, Salmon J, Logan SW, et al. The reliability and validity of an authentic motor skill assessment tool for early adolescent girls in an Australian school setting. *J Sci Med Sport.* 2017; 20(6):590-4.
- Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997; 39(4):214-23.
- Hardy LL, Barnett L, Espinel P, Okely AD. Thirteen-year trends in child and adolescent fundamental movement skills: 1997-2010. *Med Sci Sports Exerc.* 2013; 45(10):1965-70.
- Kiphard EJ, Schilling F. Körperkoordinationstest für kinder: KTK. Weinheim; Beltz-Test; 2007.
- Goodway JD, Branta CF. Influence of a motor skill intervention on fundamental motor skill development of disadvantaged preschool children. *Res Q Exerc Sport.* 2003; 74(1):36-46.
- Summers J, Larkin D, Dewey D. Activities of daily living in children with developmental coordination disorder: dressing, personal hygiene, and eating skills. *Hum Mov Sci.* 2008; 27(2):215-29.
- 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.
- Fransen J, Pion J, Vandendriessche J, Vandorpe B, et al. Differences in physical fitness and gross motor coordination in boys aged 6–12 years specializing in one versus sampling more than one sport. *J Sports Sci.* 2012; 30(4):379-86.
- Cattuzzo MT, Henrique RDS, Ré AHN, De Oliveira IS, et al. Motor competence and health related physical fitness in youth: a systematic review. *J Sci Med Sport.* 2016; 19(2): 123-9.
- Jaakkola T, Yli-Piipari S, Huotari P, Watt A, et al. Fundamental movement skills and physical fitness as predictors of physical activity: A 6-year follow-up study. *Scand J Med Sci Sports.* 2016; 26(1):74-81.
- Wall AT. The developmental skill-learning gap hypothesis: Implications for children with movement difficulties. *Adapt Phys Activ Q.* 2004; 21(3):197-218.
- Hoebøer J, De Vries S, Krijger-Hombergen M, Wormhoudt R, et al. Validity of an Athletic Skills Track among 6-to 12-year-old children. *J Sports Sci.* 2016; 34(21):2095-105.