

Construcción y evaluación de EPInfant: una escala para la medición del esfuerzo percibido en la población pediátrica

Development and assessment of EPInfant: a rating scale of perceived exertion for the pediatric population

Klgo. Iván Rodríguez^{a,b,c}, Dr. Daniel Zenteno^c, Ps. Laura Cisternas^d,
Ps. Paula Rodríguez^c, Klgo. Gonzalo Reyes^a y Klga. Karen Troncoso^a

RESUMEN

Las escalas de medición del esfuerzo percibido (EP) han sido utilizadas para cuantificar el EP en la población adulta durante el ejercicio, con resultados exitosos. No obstante, en niños, debido a su inmadurez cognitiva, es necesario el desarrollo de instrumentos adaptados. Son escasos los instrumentos validados en lenguaje español para la población pediátrica.

El objetivo fue desarrollar una nueva escala de medición de EP. Se llevó a cabo un diseño de investigación dividido en tres etapas: construcción, validez de contenido y validez de criterio. Para la construcción, se constituyó un panel de cinco expertos, quienes generaron indicaciones para el nuevo instrumento, y se realizó una revisión sistemática de la literatura para identificar otros instrumentos validados. Este proceso dio origen a la nueva escala EPInfant para la medición de EP, la cual integra las indicaciones del panel de expertos y el resultado de la revisión sistemática de la literatura. En la evaluación de su contenido, se observó un alto nivel de acuerdo respecto a la calidad de su diseño, que presentó un índice de validez de contenido de 1. En la evaluación en terreno, se observó una alta validez de criterio concurrente en adolescentes sanos al presentar una fuerte correlación entre EP y frecuencia cardíaca en ambos sexos.

La escala EPInfant fue desarrollada mediante una metodología que procuró disminuir los potenciales sesgos que pudiesen afectar sus propiedades psicométricas. Resultados preliminares sugieren que sería una herramienta válida para su aplicación en adolescentes sanos.

Palabras clave: niño, adolescente, ejercicio, cognición, esfuerzo físico, percepción.

- a. Escuela de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Sebastián.
- b. Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás.
- c. Servicio de Pediatría, Hospital Dr. Guillermo Grant Benavente.
- d. Colegio Sagrado Corazón de Jesús, Chile

Correspondencia:
Klgo. Iván Rodríguez:
ivan.rodriguez@uss.cl

Financiamiento:
El estudio fue financiado por la Escuela de Kinesiología de la Universidad San Sebastián, Chile.

Conflicto de intereses:
Ninguno que declarar.

Recibido: 9-11-2014
Aceptado: 18-6-2015

INTRODUCCIÓN

Las escalas de medición del esfuerzo percibido (EP) son utilizadas para cuantificar la sensación causada por los cambios metabólicos durante el ejercicio.¹⁻³ Estos instrumentos fueron desarrollados y validados

inicialmente para la población adulta; la primera versión fue construida por Borg.¹ La escala de Borg es una escala numérica de orientación vertical de 6 a 20, que busca proveer datos perceptuales correlacionados con la frecuencia cardíaca (FC) y la carga de trabajo. El propósito de esta distribución numérica es asociar el nivel de EP (multiplicado por diez) con la FC durante el ejercicio.¹

La medición del EP es utilizada en diversos contextos, tanto como herramienta para cuantificar el estrés fisiológico como para producir la intensidad del ejercicio.⁴⁻⁶ En el modelo de Borg, se observa que, de acuerdo con el ascenso de la intensidad del ejercicio, existe un correspondiente incremento del EP en respuesta a las intensidades de trabajo progresivas, lo que demuestra la existencia de correlación positiva entre ambas variables.¹⁻⁸ No obstante, dado que los niños no tienen la suficiente madurez cognitiva para entender los descriptores numéricos de estrés fisiológico para adultos,⁸ son necesarias escalas especialmente diseñadas para la población infantil, con características que expresen de manera concreta los niveles de estrés fisiológico durante el ejercicio.⁹⁻¹³ Se han desarrollado diversos instrumentos que han mostrado un rendimiento aceptable en niños y adolescentes de diversas edades y culturas.¹⁰⁻¹⁸

Sin embargo, son escasas las escalas adecuadamente construidas y validadas en lenguaje español.¹⁹

En Chile, se han desarrollado iniciativas que han dado origen a instrumentos para cuantificar el EP en niños; entre ellas, la escala visual análoga pediátrica (EVAP), que corresponde a una adaptación de la escala de Borg para la población infantil.²⁰ Hasta ahora, sus propiedades psicométricas no han sido determinadas y ha mostrado resultados discrepantes en cuanto a su utilidad clínica.²¹ Además, dicha escala proviene de la escala de Borg (adaptación), la cual ha demostrado tener una escasa validez de criterio concurrente en la población infantil.¹⁸ En virtud de lo anterior, surge la necesidad de efectuar modificaciones profundas a la EVAP con el fin de generar un instrumento adecuadamente adaptado a la población pediátrica, en lenguaje español y con características metodológicas que permitan una aplicación válida en la población objetivo.

El desarrollo de este nuevo instrumento de medición se llevó a cabo mediante una metodología que procuró disminuir los potenciales sesgos que pudiesen afectar su propiedades psicométricas.²² El diseño de investigación fue desarrollado en tres etapas: construcción, validación de contenido, validación de criterio concurrente (*Figura 1*).

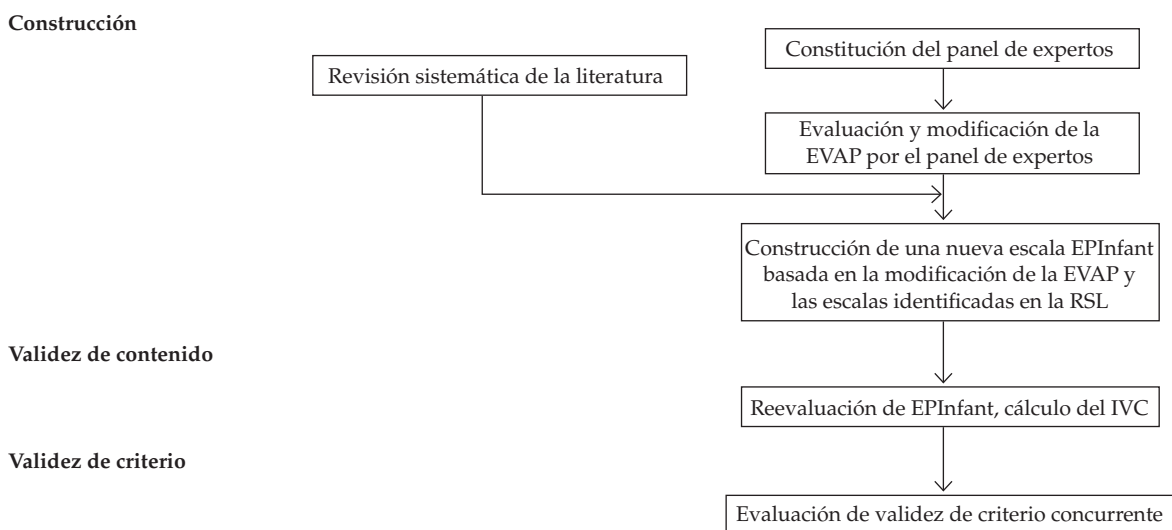
A continuación, se describe cada una de las etapas del desarrollo de la nueva escala para la medición del esfuerzo percibido infantil (EPInfant).

CONSTRUCCIÓN DE LA ESCALA EPINFANT

La construcción de EPInfant fue realizada de acuerdo con recomendaciones para la construcción de instrumentos de medición en salud²² que sugieren considerar la opinión de un panel de expertos, así como también los antecedentes teóricos obtenidos mediante una revisión sistemática de la literatura (RSL). En este caso, solicitamos la opinión de expertos para determinar, sobre la base del consenso, las características que debe poseer un instrumento para una adecuada medición de EP. En paralelo, se realizó la RSL para identificar otras escalas adecuadamente validadas en población infantil.

El panel de expertos fue integrado por cinco profesionales chilenos, con más de 4 años de experiencia y formación verificable en áreas orientadas a la salud y a la educación del niño (2 psicólogas, 2 kinesiólogos y 1 médico pediatra broncopulmonar). De acuerdo con el método Delphi,²³ a cada uno, de manera independiente, se le entregó un manuscrito que contenía generalidades del EP,²⁴ una imagen de la EVAP²⁵ y 3 preguntas abiertas dirigidas a generar eventuales modificaciones a dicho instrumento:¹ ¿Considera que la EVAP posee los elementos necesarios para que sea interpretada por niños y adolescentes de entre 6 y 18 años de

FIGURA 1. *Diseño de investigación*



EVAP: escala visual análoga pediátrica; IVC: índice de validez de contenido;

EPInfant: nueva escala de evaluación del esfuerzo percibido infantil; RSL: revisión sistemática de la literatura.

edad? Indique cuáles². ¿Considera que la EVAP debe incorporar otros elementos con el fin de mejorar su validez, de acuerdo con el tipo de pensamiento acorde al desarrollo psicológico del niño? Indique cuáles³. ¿Considera que la EVAP debe prescindir de ciertos elementos ilustrativos presentes en ella con el fin de mejorar sus propiedades psicométricas de acuerdo con el desarrollo cognitivo del niño? Indique cuáles.

En síntesis, los 5 integrantes del panel de expertos concordaron en la pregunta 1, que el nuevo instrumento debía mantener (de la EVAP) la intención de representar el nivel de EP y estrés fisiológico mediante ilustraciones y números que permitieran al niño su interpretación intuitiva. En la pregunta 2, se sugirió la incorporación de descriptores verbales de EP, en español y con un lenguaje claro dirigido a niños, así como también ilustraciones gráficas con mejor calidad y resolución (comparado con la EVAP). En esta pregunta, un solo experto sugirió que el incremento en la longitud de las columnas siguiera una trayectoria exponencial de izquierda a derecha y no lineal como está representado en la EVAP. Finalmente, en la última pregunta, la totalidad del panel sugirió que la escala no debería considerar en su diseño ninguna figura que representara otro constructo (soles, lunas y montañas, las cuales se encuentran presentes en la EVAP).

Por su parte, en la RSL, se seleccionaron estudios realizados en niños, en los que se determinó la correlación entre el EP y alguna variable fisiológica (VO_2 y FC) durante un test de ejercicio estandarizado.²⁶ De cada artículo primario, se registró el coeficiente de correlación (CC) r de Pearson, el cual fue ponderado según el tamaño muestral para el cálculo de un promedio ponderado general. Solo se consideraron aquellas escalas que presentaron un CC ponderado mayor al promedio ponderado general. Las escalas seleccionadas fueron el índice de esfuerzo percibido infantil,²⁷ la escala de puntuación de esfuerzo de carro y carga,¹⁷ la escala de esfuerzo percibido de Eston y Parfit,^{28,29} la tabla de puntuación ilustrada de esfuerzo para niños^{16,30} y la escala "Omnibus" de esfuerzo percibido.^{15-18,31,32} De las 5 escalas seleccionadas, se consideraron ilustraciones gráficas, descriptores numéricos y verbales para la construcción de EPInfant (los detalles metodológicos de la RSL se muestran en el *anexo electrónico*).

El diseño de la escala EPInfant integra las indicaciones de los expertos, así como también los elementos metodológicos presentes en el diseño de las escalas con más altos índices de validez (CC) identificados en la RSL (*Figura 2*). Adicionalmente, y durante el proceso de construcción, se desarrolló un set de recomendaciones de uso con el fin de estandarizar las instrucciones para una adecuada utilización del instrumento (*Tabla 1*).

VALIDEZ DE CONTENIDO

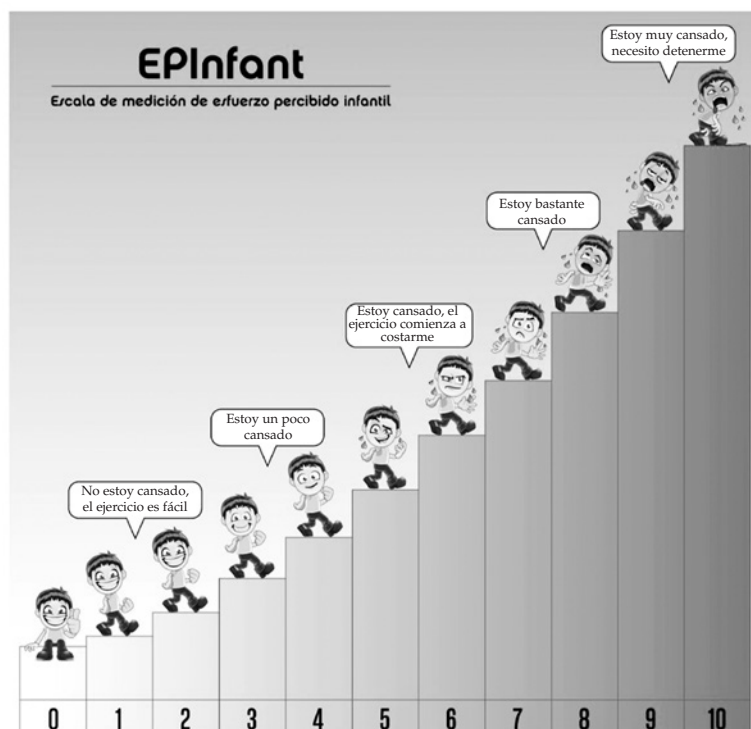
La siguiente etapa es la evaluación de contenido, la cual representa el grado en que la escala mide el constructo de interés. El método de cuantificación es el índice de validez de contenido (IVC). Este indica el grado de acuerdo existente en un grupo de expertos respecto a la relevancia de los ítems del nuevo instrumento de medición.³³ Como la escala EPInfant no es un instrumento basado en ítems, se midió el IVC en función de su calidad. Para esto, cada integrante del panel de expertos evaluó la escala EPInfant mediante la declaración de un determinado nivel de acuerdo frente a distintos enunciados asociados a su calidad metodológica. Los niveles de acuerdo se establecieron de acuerdo con lo recomendado en la literatura.³³ Estos fueron 0: muy en desacuerdo; 1: en desacuerdo; 2: de acuerdo; 3: muy de acuerdo. Se consideró como índice de concordancia la proporción de respuestas coincidentes en cada enunciado y como IVC la proporción de respuestas que tuvieran algún nivel de acuerdo con cada enunciado (2: de acuerdo; 3: muy de acuerdo). Así, el índice de concordancia entre los expertos fue de 0,86 y el IVC fue de 1, lo cual muestra que el panel de expertos estuvo de acuerdo en que la calidad metodológica de la escala EPInfant era adecuada para el constructo (*Tabla 2*).

VALIDEZ DE CRITERIO CONCURRENTE

En la última etapa del proceso, se realizó un estudio para evaluar la correlación entre la FC y el EP (EPInfant) durante un test de ejercicio. Para esto, se seleccionaron adolescentes sanos de un colegio público de la ciudad de Concepción, Chile. Se excluyeron sujetos con déficit cognitivo, obesos y aquellos con patología neuromotora que impidiera la realización de ejercicio.

Protocolo: El test de ejercicio correspondió al test de Chester (TChester), que consiste en subir

FIGURA 2. Escala de medición de esfuerzo percibido EPInfant



En ella, se observan 11 descriptores numéricos (de 0 a 10), 5 descriptores verbales ubicados cada dos niveles de intensidad y un set de ilustraciones que representan a un niño corriendo a intensidades progresivas a lo largo de una escala de barras de altura creciente que sigue una pendiente de tipo exponencial de izquierda a derecha.

TABLA 1. Recomendaciones para la aplicación de la escala de medición de esfuerzo percibido infantil EPInfant

- La escala EPInfant es un instrumento diseñado para cuantificar el nivel de esfuerzo percibido corporal global en niños y adolescentes (menores de 18 años) durante la realización de ejercicio físico.
- La escala debe ser inducida antes del inicio del ejercicio físico y debe ser explicada en términos sencillos apropiados a la edad cognitiva del sujeto.
- Si el niño/a no sabe leer, se sugiere proporcionar instrucciones dirigidas a la interpretación del esfuerzo percibido a través de las ilustraciones de niños haciendo ejercicio.
- Para una adecuada medición de la percepción de esfuerzo, el sujeto debe contestar la pregunta "¿Cuán cansado te encuentras durante el ejercicio?". Esta debe ir dirigida a evaluar la percepción de esfuerzo corporal global, que incluye fatiga de piernas y disnea.

A continuación, se describe un ejemplo de instrucción apropiada:

- Antes, durante y después del ejercicio, te preguntaré cuán cansado te encuentras.
- Debes utilizar los números, las palabras o los niños para indicarme tu nivel de cansancio durante la actividad.
- Por favor, observa al niño que se encuentra al inicio de la escala. Si te sientes como él, significa que no te encuentras cansado.
- Por favor, observa a los niños que se encuentran en el centro de la escala (niveles 5 y 6). Si te sientes como ellos, significa que te encuentras cansado, pero puedes seguir realizando ejercicio.
- Por favor, observa al niño que se encuentra al final de la escala. Si te sientes como él, significa que te encuentras muy cansado y no puedes seguir realizando ejercicio.
- Puedes utilizar cualquiera de los números, frases y/o niños de la escala para decirme cuán cansado te sientes. No existe una respuesta correcta o incorrecta.

y bajar un escalón de 20 cm de altura a un ritmo de velocidad creciente proporcionado por una señal sonora. Posee 5 niveles de 2 minutos cada uno y, en cada nivel, se incrementa la cantidad de ciclos que el paciente debe realizar en un minuto (ciclo= 1 ascenso y 1 descenso con ambos pies): en el nivel 1, 15 ciclos; en el nivel 2, 20 ciclos; en el nivel 3, 25 ciclos; en el nivel 4, 30 ciclos y, en el nivel 5, 35 ciclos. En los últimos 20 segundos de cada minuto, se registra EP, FC, saturación de oxígeno (SatO₂). La FC máxima teórica se calcula según la siguiente fórmula: $208 - (0,7 \times \text{edad})$.

El registro de FC se realizó con un monitor cardiorrespiratorio Polar® y la SatO₂ se realizó con un oxímetro de pulso NONIN®. Antes del test, los sujetos se familiarizaron con la escala EP Infant y consideraron sus recomendaciones de uso.

Plan de análisis estadístico: Asumiendo un error tipo I del 5%, un error tipo II del 80% y un coeficiente r de Pearson de 0,7, la muestra necesaria fue de 14 sujetos por sexo. Considerando que la muestra fue de 40 adolescentes (20 niños y 20 niñas), la potencia estadística estimada fue del 95%. Una vez verificada la normalidad de la muestra mediante el test de Shapiro-Wilk, se realizaron cálculos de promedio y desviación estándar. A través de ANOVA para medidas

repetidas, se evaluaron las diferencias entre FC y EP en los distintos niveles de intensidad de ejercicio y, a través de la prueba t para muestras independientes, se compararon el EP y la FC al final de la prueba entre ambos sexos. Además, la validez de criterio se evaluó mediante el cálculo del CC r de Pearson, entre los valores promedios de FC y EP en varones y niñas durante el test de ejercicio. Se consideró significativa una $p < 0,05$. Se utilizó el *software* MedCalc, versión 14.12.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium).

Resultados de la evaluación: La edad promedio de la muestra fue $14,2 \pm 0,8$ años con peso y talla normal. La media de la FC alcanzada fue de $150,3 \pm 17,1$ (76% de FC máxima) y $171,2 \pm 11,4$ (86% de FC máxima) en hombres y mujeres ($p < 0,0001$). Por su parte, el EP alcanzado fue de $2,8 \pm 1,4$ y $3,8 \pm 2,3$ en niños y niñas, respectivamente. A su vez, se observó un incremento significativo del EP en cada nivel de intensidad de ejercicio ($p < 0,05$) (Figura 3). Además, se observó una fuerte correlación entre el EP y la FC a lo largo del test en niños y niñas ($r = 0,93$; $p < 0,0001$ y $r = 0,95$; $p < 0,0001$, respectivamente). No existió diferencia significativa en el nivel de correlación entre EP y FC entre ambos sexos (Figura 4).

TABLA 2. Evaluación de contenido

Enunciados	Concordancia	IVC
Las ilustraciones de la escala poseen los elementos necesarios para que sea interpretada por niños de entre 6 y 12 años de edad.	0,8	1
Las ilustraciones de la escala poseen los elementos necesarios para que sea interpretada por niños de entre 13 y 15 años de edad.	1	1
Los descriptores numéricos y verbales son apropiados para que sean interpretados por niños de entre 6 y 12 años de edad.	0,8	1
Los descriptores numéricos y verbales son apropiados para que sean interpretados por niños de entre 13 y 15 años de edad.	1	1
Las recomendaciones de uso son apropiadas para proporcionar instrucción del instrumento a niños de entre 6 y 12 años de edad.	0,6	1
Las recomendaciones de uso son apropiadas para proporcionar instrucción del instrumento a niños de entre 13 y 15 años de edad.	1	1
Promedio general	0,86	1

IVC (índice de validez de contenido): proporción de respuestas que se encuentran en algún nivel de acuerdo respecto a cada enunciado (2: de acuerdo; 3: muy de acuerdo).

COMENTARIO

El EP corresponde a la valoración subjetiva de la intensidad del trabajo realizado, el cual constituye una configuración de sensaciones que vincula de manera integrada el estrés y la fatiga del sistema muscular, cardiovascular y respiratorio durante el ejercicio.^{8,24} Esto permite una apropiada regulación del rendimiento físico, de manera que una tarea puede ser completada sin superar un umbral fisiológico de tolerancia.^{1,24}

No se han reportado datos, desde la perspectiva neurofisiológica, que permitan verificar si la función cognitiva posee influencia sobre el EP; no obstante, se ha observado que la capacidad de EP se incrementa de acuerdo con el desarrollo de las etapas de maduración cognitiva del niño.⁸ Por este motivo, se sugiere que las escalas sean adecuadamente adaptadas a la población infantil con el fin de que las mediciones de EP sean válidas y confiables.¹⁴

En la escala EPInfant, se incorporaron herramientas gráficas que potencialmente favorecerían la interpretación considerando diversos niveles de madurez cognitiva,⁸ como ilustraciones, colores, barras de altura creciente (período preoperacional [5-7 años] y período de operaciones concretas [8-12 años]), así como también números y descriptores verbales de intensidad de ejercicio (período de inteligencia

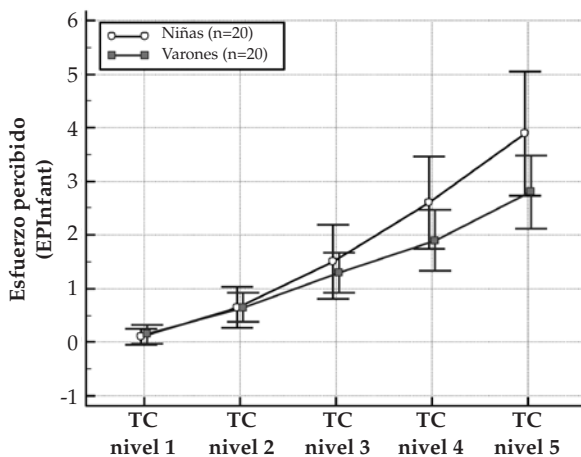
formal [13-18 años]). Esto fue respaldado por el panel de expertos al presentar un alto nivel de acuerdo respecto a la calidad de la escala.

Una vez construida y validada por el panel de expertos, la nueva escala debe ser evaluada en diversos escenarios de aplicación. Para esto, consideramos, en primera instancia, un test de ejercicio creciente, seguro y de fácil ejecución, como el test de escalón, con el fin de dirigir nuestra atención al proceso de medición del EP más que al proceso de ejecución del test de ejercicio. El diseño de investigación consideró el paradigma de estimación perceptiva, en el cual el EP es utilizado para cuantificar la intensidad percibida durante el test de ejercicio. Como índice de validez de criterio, se consideró el CC observado entre la FC y el EP. Así, el CC observado tanto en varones como en niñas fue de $r = 0,93$ y $r = 0,95$, lo cual sugiere que la escala tendría un buen rendimiento durante el ejercicio en este grupo de sujetos.

Similares resultados han sido observados en otros estudios. Pfeiffer y cols., observaron en adolescentes, una fuerte correlación entre el EP y la FC durante un test de ejercicio creciente en una trotadora.¹⁸ Por su parte, Robertson y colaboradores observaron niveles de correlación de 0,83 y 0,88 en ambos sexos durante un test de ejercicio en escalón.³¹

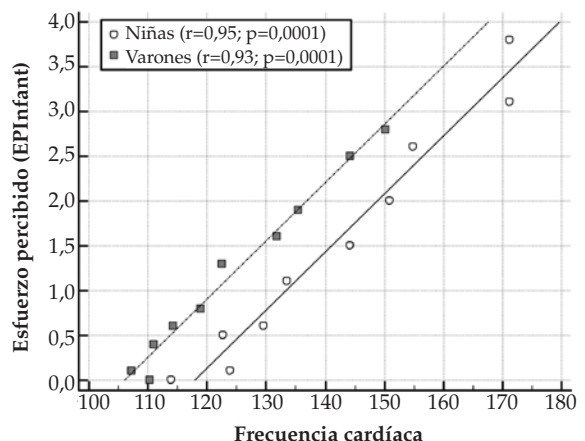
Mientras no se realicen otros estudios de validez en terreno que consideren otros grupos

FIGURA 3. Esfuerzo percibido de acuerdo con el nivel de intensidad de ejercicio progresivo



* TC nivel 1-5: representa los niveles de intensidad de ejercicio durante el test de Chester.

FIGURA 4. Correlación entre el esfuerzo percibido y la frecuencia cardíaca



de edad y otros tipos y modalidades de ejercicio, no es posible extrapolar estos resultados a la población pediátrica en general. Sin embargo, estos resultados alientan a continuar estudiando el rendimiento de esta escala, puesto que muestran un alto nivel de validez de contenido (acuerdo de expertos) y una validez de criterio adecuado en adolescentes, propiedades que eran cuestionadas y absolutamente desconocidas en el instrumento existente hasta ahora.

Estudios ulteriores no solo deben considerar distintas edades y otros escenarios clínicos, sino también deben incorporar en sus diseños metodológicos ambos paradigmas de evaluación de la función cognitiva durante el ejercicio, es decir, paradigma de estimación (capacidad del instrumento para cuantificar el EP) y paradigma de producción (dosificación de intensidad de ejercicio a partir del EP). Adicionalmente, es necesario evaluar su nivel de confiabilidad para así conocer el grado de variabilidad esperado entre mediciones repetidas en el tiempo y entre distintos observadores. El conocimiento acabado de estos datos proporcionará el sustento sólido para validar el instrumento en la población infantil general y, por consiguiente, permitir su recomendación en diversos contextos relacionados con la rehabilitación y la práctica de actividad física en niños y adolescentes. ■

REFERENCIAS

- Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 1970;2(2): 92-8.
- Smirmaul B de P. Sense of effort and other unpleasant sensations during exercise: clarifying concepts and mechanisms. *Br J Sports Med* 2012;46(5):308-11.
- Marcora S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *J Appl Physiol* (1985) 2009;106(6):2060-2.
- Dunbar CC, Robertson RJ, Baun R, Blandin MF, et al. The validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24(1):94-9.
- Buckley JP, Eston RG, Sim J. Ratings of perceived exertion in braille: validity and reliability in production mode. *Br J Sports Med* 2000;34(4):297-302.
- Hartshorn JE, Lamb KL. The reproducibility of perceptually regulated exercise responses during short-term cycle ergometry. *Int J Sports Med* 2004;25(5):362-7.
- Kang J, Chaloupka EC, Biren GB, Mastrangelo MA, Hoffman JR. Regulating intensity using perceived exertion: effect of exercise duration. *Eur J Appl Physiol* 2009;105(3):445-51.
- Gros Lambert A, Mahon AD. Perceived exertion: influence of age and cognitive development. *Sports Med* 2006;36(11):911-28.
- Williams JG, Eston R, Furlong B. CERT: a perceived exertion scale for young children. *Percept Mot Skills* 1994;79(3 Pt 2):1451-8.
- Eston RG, Lamb KL, Bain A, Williams AM, Williams JG. Validity of a perceived exertion scale for children: a pilot study. *Percept Mot Skills* 1994;78(2):691-7.
- Robertson RJ, Goss FL, Boer NF, Peoples JA, et al. Children's OMNI scale of perceived exertion: mixed gender and race validation. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(2):452-8.
- Eston RG, Parfitt G, Campbell L, Lamb KL. Reliability of effort perception for regulating exercise intensity in children using the Cart and Load Effort Rating (CALER) Scale. *Pediatr Exerc Sci* 2000;12(4):388-97.
- Yelling M, Lamb KL, Swaine I. Validity of a pictorial perceived exertion scale for effort estimation and effort production during stepping exercise in adolescent children. *Eur Phys Educ Rev* 2002;8:157-75.
- Gros Lambert A, Hintzy F, Hoffman MD, Dugué B, Rouillon JD. Validation of a rating scale of perceived exertion in young children. *Int J Sports Med* 2001;22(2):116-9.
- Utter AC, Robertson RJ, Nieman DC, Kang J. Children's OMNI Scale of Perceived Exertion: walking/running evaluation. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(1):139-44.
- Roemmich JN, Barkley JE, Epstein LH, Lobarinas CL, et al. Validity of PCERT and OMNI walk/run ratings of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(5):1014-9.
- Barkley JE, Roemmich JN. Validity of the CALER and OMNI-bike ratings of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(4):760-6.
- Pfeiffer KA, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. Reliability and validity of the Borg and OMNI rating of perceived exertion scales in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(12):2057-61.
- Suminski RR, Robertson RJ, Goss FL, Olvera N. Validation of the Omni Scale of Perceived Exertion in a sample of Spanish-speaking youth from the USA. *Percept Mot Skills* 2008;107(1):181-8.
- Zenteno D, Puppo H, Vera R, Torres R, et al. Guías de rehabilitación para niños con enfermedades respiratorias crónicas. *Neumol Pediatr* 2007;3(Suppl 1):25-33.
- Rodríguez I, Henríquez 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.
- Benson J, Clark F. A guide for instrument development and validation. *Am J Occup Ther* 1982;36(12):789-800.
- Varela-Ruiz M, Díaz-Bravo L, García-Durán R. Descripción y usos del método Delphi en investigación del área de la salud. *Ino Ed Med* 2012;1(2):90-5.
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14(5):377-81.
- Zenteno D, Puppo H, González R, Kogan R. Test de marcha de 6 minutos en pediatría. *Neumol Pediatr* 2007;2(2):109-14.
- Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci* 2002;20(11):873-99.
- Cassady SL, Kaufman BA, Kelly CE, Eisenmann SC, et al. Validity of a New Perceived Exertion Scale for Children. *Cardiopulm Phys Ther J* 1998;9(1):3-8.
- Eston RG, Lambrick DM, Rowlands AV. The perceptual response to exercise of progressively increasing intensity in children aged 7-8 years: validation of a pictorial curvilinear ratings of perceived exertion scale. *Psychophysiology* 2009;46(4):843-51.
- Lambrick DM, Rowlands AV, Eston RG. The perceptual response to treadmill exercise using the Eston-Parfitt scale and marble dropping task, in children age 7 to 8 years. *Pediatr Exerc Sci* 2011;23(1):36-48.

30. Marinov B, Mandadjieva S, Kostianev S. Pictorial and verbal category-ratio scales for effort estimation in children. *Child Care Health Dev* 2008;34(1):35-43.
31. Robertson RJ, Goss FL, Andreacci JL, Dubé JJ, et al. Validation of the children's OMNI RPE scale for stepping exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(2):290-8.
32. Balasekaran G, Loh MK, Govindaswamy VV, Robertson RJ. OMNI Scale of Perceived Exertion: mixed gender and race validation for Singapore children during cycle exercise. *Eur J Appl Physiol* 2012;112(10):3533-46.
33. Polit DF, Beck CT, Owen SV. Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Res Nurs Health* 2007;30(4):459-67.

Anexo. Material complementario. Revisión sistemática de la literatura

Klgo. Iván Rodríguez y Lic. Karen Troncoso

MÉTODOS

El presente estudio corresponde a una revisión sistemática de la literatura realizada de acuerdo con las guías PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis*).¹

Criterios de elegibilidad de los artículos primarios: Se seleccionaron estudios realizados en humanos con diseño de correlación publicados en inglés, portugués, francés y español. Los participantes fueron definidos como sujetos sanos, menores de 18 años de ambos sexos (varones y niñas). Se excluyeron los estudios que presentaban sujetos adultos o con alguna patología. Los estudios debían ser dirigidos a determinar la validez de criterio concurrente de la medición del esfuerzo percibido a través de una escala durante la ejecución de un test de ejercicio creciente estandarizado.

Bases de datos y proceso de búsqueda: Los artículos fueron identificados a través de una búsqueda sistemática de artículos científicos en las siguientes bases de datos: Medline (Pubmed), EBSCO, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Lilacs and Tripdatabase, desde su ingreso hasta septiembre de 2014. Se utilizaron términos de encabezados de temas médicos (*Medical Subject Headings*; MeSh, por sus siglas en inglés): *child, adolescents, exercise, exercise test, dyspnea, cognition, heart rate, oxygen consumption, tidal volume, lung ventilation, and respiratory rate, validity of tests*; y términos libres: *perceived exertion, exercise intensity, validity, concurrent validity*. Adicionalmente, se realizó una búsqueda manual de las listas de referencia de los artículos primarios seleccionados.

Identificación de los estudios, evaluación de calidad metodológica y riesgo de sesgo: Una vez que la búsqueda fue realizada, se revisaron los títulos y resúmenes. Se obtuvieron textos completos que potencialmente cumplieran los criterios de elegibilidad. Los datos se registraron de manera enmascarada por dos evaluadores (IR, KT). En una planilla *ad hoc*, se registraron: autor, año y lenguaje de publicación, tamaño de muestra, edad de los participantes, test de ejercicio realizado, escala evaluada, coeficiente de correlación y variable fisiológica considerada como patrón de referencia.

La calidad de los estudios fue evaluada mediante la escala COSMIN (*Consensus-Based Standards for the Selection of Health Measurement*)^{2,3} y el riesgo de sesgo de publicación fue evaluado a través de la construcción de un gráfico de embudo, de acuerdo con lo recomendado en la literatura.^{4,5}

Análisis estadístico: Las variables cuantitativas se expresaron en promedio ponderado y desviación estándar. Los coeficientes de correlación se expresaron en promedio ponderado según el tamaño muestral (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium).

RESULTADOS

Se identificaron 15 artículos primarios, que mostraron resultados de validación de 9 instrumentos. La calidad metodológica de los artículos fue entre pobre y buena. No se observó sesgo de publicación en sus resultados. La *Tabla 1* muestra las características de los artículos primarios.

En la *Tabla 2*, se muestran las escalas identificadas en la revisión sistemática de la literatura. Los coeficientes de correlación se expresan en media ponderada de acuerdo con el tamaño muestral de cada uno de los estudios. En las celdas grisadas, se muestran las escalas seleccionadas para la construcción de EPInfant.

Las escalas identificadas en la búsqueda fueron índice de esfuerzo percibido infantil (CH-RPE),⁶ escala de puntuación de esfuerzo de carro y carga (CALLER),⁷ escala de esfuerzo percibido de Eston y Parfitt (E-P RPE),^{8,9} *Tabla* de puntuación de esfuerzo para niños ilustrada (PCERT),^{10,11} escala "Omnibus" de esfuerzo percibido (OMNI),^{7,10,12-15} *Tabla* de puntuación de esfuerzo para niños (CERT),^{16,17} índice de esfuerzo percibido de Borg de 11 puntos (CR-10),¹⁸ índice de esfuerzo percibido de Borg (RPE 6-20),^{13,16,17,19} índice de esfuerzo percibido de Borg con descriptores pictográficos infantiles (RPE-C 6-20).²⁰ ■

REFERENCIAS

1. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg* 2010;8(5):336-41.

TABLA 1. Estudios identificados en la revisión sistemática de la literatura

Autor	N (varón/niña)	Edad	Protocolo de ejercicio	Modo de trabajo	Paradigma de evaluación	Escala	Criterio de referencia	Calidad metodológica
Eakin et al., 1992 ⁽¹⁵⁾	15 (7/8)	13,3	Continuo progresivo	Carrera	Estimación	RPE 6-20	FC, VO ₂	Pobre
Cassady et al., 1998	30 (17/13)	9,6	Continuo progresivo	Bicicleta	Estimación	C-RPES	FC, VO ₂ , FR, VE, VCO ₂ /VO ₂	Suficiente
Gros Lambert et al., 2001	25 (13/12)	9,8	Continuo progresivo	Carrera	Estimación	RPE-C	FC	Suficiente
Utter et al., 2002	63 (32/31)	13-6*	Continuo progresivo	Carrera	Estimación	OMNI-Walking/ Running	FC, VO ₂ , FR, VE, VE/VO ₂	Pobre
Pfeiffer et al., 2002	57 (0/57)	15,3	Continuo progresivo	Carrera	Estimación	RPE 6-20; OMNI-Walking/ Running	FC, VO ₂ , FR, VE, VE/VO ₂ , VCO ₂ /VO ₂	Buena
Yelling et al., 2002	48 (24/24)	13,8	Intermitente progresivo	Escalón	Estimación	PCERT	FC	Suficiente
Leung et al., 2002	69 (34/35)	10,3	Continuo progresivo	Bicicleta	Estimación	RPE 6-20; CERT	FC, VO ₂ , Carga de trabajo	Buena
Robertson et al., 2005	40 (20/20)	11,1	Continuo progresivo	Escalón	Estimación	OMNI-Step	FC, VO ₂	Suficiente
Rommeich et al., 2006	51 (26/25)	11,2	Continuo progresivo	Carrera	Estimación	OMNI-Walking/ Running; PCERT	FC, VO ₂	Buena
Barkley et al., 2008	32 (16/16)	9,5	Continuo progresivo	Bicicleta	Estimación	OMNI-Cycle; CALER	FC, VO ₂	Suficiente
Marinov et al., 2008	50 (25/25)	10,4	Continuo progresivo	Carrera	Estimación	CR-10; PCERT	FC, VO ₂ , VE	Suficiente
Leung et al., 2002	32 (17/15)	10,5	Continuo progresivo	Bicicleta	Estimación	CERT	FC, Carga de trabajo	Suficiente
Eston et al., 2009	15 (6/9)	7,6	Intermitente progresivo	Bicicleta	Estimación	EP RPE; MDT	FC, VO ₂ , Carga de trabajo, VE	Pobre
Lambrick et al., 2011	14 (8/6)	7,9	Intermitente progresivo	Carrera	Estimación	EP RPE; MDT	FC, VO ₂ , VE	Pobre
Balasekaran et al., 2012	81 (45/36)	13,8	Intermitente progresivo	Bicicleta	Estimación	OMNI-Cycle	FC, VO ₂	Buena

FC: frecuencia cardiaca; VO₂ consumo de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; VCO₂: producción de dióxido de carbono; VE: volumen minuto espirado.

* Se ha reportado solo el rango.

TABLA 2. Validez de criterio concurrente de las escalas identificadas

Instrumento	Edad (rango)	N Total (n= varones)	Coeficiente de validez (r de Pearson)		Suma de coeficientes
			VO ₂	FC	
CH-RPE ⁶	9,6 (7-12)	32 (18)	0,97	0,96	1,93
CALLER ⁷	9 (8,2-9,8)	32 (16)	0,88	0,92	1,80
E-P RPE ^{8,9}	7,5 (7-8)	29 (14)	0,86	0,86	1,72
PCERT ^{10,11}	10,7 (10,4-11)	101 (51)	0,83	0,78	1,61
OMNI ^{10,7,12-15}	11,4 (9-15)	324 (139)	0,78	0,77	1,55
CERT ¹⁶⁻¹⁷	10,3 (9,4-10,9)	105 (44)	0,87	0,59	1,46
CR-10 ¹⁸	10,4 (10-11)	50 (25)	0,71	0,63	1,34
RPE (6-20) ^{13,16,17,19}	13,3 (10-15)	176 (53)	0,69	0,61	1,30
RPE-C (6-20) ²⁰	10 (5-14)	25 (12)	-	0,65	0,65
Total ponderado		874 (372)	0,79	0,72	1,51

VO₂: consumo de oxígeno. FC: frecuencia cardiaca.

2. Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, et al. The COSMIN checklist for assessing the methodological quality of studies on measurement properties of health status measurement instruments: an international Delphi study. *Qual Life Res* 2010;19(4):539-49
3. Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, et al. The COSMIN study reached international consensus on taxonomy, terminology, and definitions of measurement properties for health-related patient-reported outcomes. *J Clin Epidemiol* 2010;63(7):737-45.
4. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci* 2002;20(11):873-99.
5. Sterne JA, Sutton AJ, Ioannidis JP, Terrin N, et al. Recommendations for examining and interpreting funnel plot asymmetry in meta-analyses of randomised controlled trials. *Bmj* 2011;343(d4002).
6. Cassady S, Kaufman B, Kelly C, Eisenmann S, et al. Validity of a new perceived exertion scale for children. *Cardiopulm Phys Ther J* 1998;9:3-8.
7. Barkley J, Roemmich J. Validity of the CALER and OMNI-bike ratings of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(4):760-6.
8. Eston R, Lambrick D, Rowlands A, Eston R. The perceptual response to exercise of progressively increasing intensity in children aged 7-8 years: validation of pictorial curvilinear ratings of perceived exertion scale. *Psychophysiology* 2009;46(4):843-51.
9. Lambrick D, Rowlands A, Eston R. The perceptual response to treadmill exercise using the Eston-Parfitt scale and marble dropping task, in children age 7 to 8 years. *Pediatr Exerc Sci* 2011;23(1):36-48.
10. Roemmich J, Barkley J, Epstein L, Lobarinas C, et al. Validity of PCERT and OMNI walk/run ratings of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(5):1014-9.
11. Yelling Y, Lamb K, Swaine I. Validity of a pictorial perceived exertion scale for effort estimation and effort production during stepping exercise in adolescent children. *Eur Phys Educ Rev* 2002;8(2):157-75.
12. Utter A, Robertson R, Nieman D, Kang J. Children's OMNI Scale of Perceived Exertion: walking/running evaluation. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(1):139-44.
13. Pfeiffer K, Pivarnik J, Womack C, Reeves M, et al. Reliability and validity of the Borg and OMNI rating of perceived exertion scales in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(12):2057-61.
14. Robertson R, Goss F, Andreacci J, Dubé J, et al. Validation of the children's OMNI RPE scale for stepping exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(2):290-8.
15. Balasekaran G, Loh M, Govindaswamy VV, Robertson RJ. OMNI Scale of Perceived Exertion: mixed gender and race validation for Singapore children during cycle exercise. *Eur J Appl Physiol* 2012;112(10):3533-46.
16. Leung M, Chung P, Leung R. An assessment of the validity and reliability of two perceived exertion rating scales among Hong Kong children. *Percept Mot Skills* 2002;95(3 Pt 2):1047-62.
17. Lamb K. Exercise regulation during cycle ergometry using the children's effort rating table (CERT) and rating of perceived exertion (RPE) scales. *Percept Mot Skills* 2002;95(3 Pt 2):1047-62.
18. Marinov B, Mandadjieva S, Kostianev S. Pictorial and verbal category-ratio scales for effort estimation in children. *Child Care Health Dev* 2008;34(1):35-43.
19. Eakin B, Finta K, Serwer G, Beekman R. Perceived exertion and exercise intensity in children with or without structural heart defects. *J Pediatr* 1992;120(1):90-3.
20. Gros Lambert A, Hintzy F, Hoffman MD, Dugué B, et al. Validation of a rating scale of perceived exertion in young children. *Int J Sports Med* 2001;22(2):116-9.