



Fariás-Valenzuela, C.; Ferrero-Hernández, P.; Alvarez-Arangua, S.; Marchan-Gutiérrez, V.; Adasme-Sandoval, P.; Carrera-Figueroa, V.; Ferrari, G. (2021). Fuerza absoluta y relativa de prensión manual y riesgo cardiometabólico en escolares Chilenos: Análisis por sexo. *Journal of Sport and Health Research*. 13(Supl 1):87-98.

Original

FUERZA ABSOLUTA Y RELATIVA DE PRENSIÓN MANUAL Y RIESGO CARDIOMETABÓLICO EN ESCOLARES CHILENOS: ANÁLISIS POR SEXO

ABSOLUTE AND RELATIVE HAND GRIP STRENGTH AND CARDIOMETABOLIC RISK IN CHILEAN SCHOOLCHILDREN: ANALYSIS BY SEX

Fariás-Valenzuela, C.^{1,2}; Ferrero-Hernández P.³; Alvarez-Arangua, S.⁴; Marchan-Gutiérrez, V.¹; Adasme-Sandoval, P.¹; Carrera-Figueroa, V.¹; Ferrari, G.¹

¹Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Universidad de Santiago de Chile, USACH, Santiago, Chile.

²Universidad de Granada, Granada, España.

³Facultad de Educación y Cultura, Universidad SEK, Santiago, Chile.

⁴Escuela de Kinesiología. Facultad de Ciencias de la Rehabilitación, Universidad Andres Bello, Santiago, Chile.

Correspondence to:
Claudio Fariás Valenzuela
 Universidad de Santiago de Chile.
 Avda. Libertador Bernardo O'Higgins
 #3363, Estación Central (Chile).
Claudio.farias.v@usach.cl

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*



editor@journalshr.com

Received: 29/12/2020
 Accepted: 20/02/2021



RESUMEN

La fuerza muscular es considerada un importante predictor de funcionalidad y salud en escolares. Mayores niveles de fuerza se correlacionan inversamente con el riesgo de contraer enfermedades cardiometabólicas desde etapas tempranas. El objetivo del presente estudio fue comparar y correlacionar la fuerza relativa y absoluta de prensión manual con medidas antropométricas de riesgo cardiometabólico entre niños y niñas chilenos. Se trata de un estudio transversal, con una muestra conformada por 139 escolares 8,7 ($2,7 \pm$ años) de educación básica pertenecientes a dos centros educacionales de la Región Metropolitana, Chile. Las mediciones antropométricas consideradas marcadores de riesgo cardiometabólico utilizadas fueron: índice de masa corporal (IMC), circunferencia de cintura (CC) e índice cintura estatura (ICE). La fuerza absoluta fue medida a través de un dinamómetro de mano y la fuerza relativa fue calculada según peso corporal. Al establecer comparaciones entre sexos, los resultados demostraron mayores niveles de fuerza absoluta y relativa ($p \leq 0,05$) en niños que niñas. Una correlación mayor fue encontrada entre la fuerza de prensión manual relativa que absoluta con los marcadores de riesgo cardiometabólico en ambos sexos, siendo más notoria esta relación en niñas que en niños. La fuerza de prensión manual relativa está mayormente correlacionada con el riesgo cardiometabólico que la fuerza de prensión manual absoluta en escolares Chilenos.

Palabras clave: Fuerza Relativa, Fuerza Absoluta, Niños, Riesgo Cardiometabólico, Fuerza de Prensión Manual.

ABSTRACT

Muscle strength is considered an important predictor of functionality and health in schoolchildren. Higher levels of strength are inversely correlated with the risk of contracting cardiometabolic diseases from the early stages. The objective of the present study was to compare and correlate the relative and absolute strength of the hand grip with anthropometric measurements of cardiometabolic risk among Chilean boys and girls. Cross-sectional study, with a sample made up of 139 primary school students, age 8,7 ($\pm 2,7$ years) belonging to two educational centers in the Metropolitan Region, Chile. The anthropometric measurements considered cardiometabolic risk markers used were: body mass index (BMI), waist circumference (WC) and waist-height ratio (WHtR). Absolute strength was measured using a hand dynamometer and relative strength was calculated according to body weight. When making comparisons between both genders, results showed significant differences ($p \leq 0,05$) in favor of boys in the absolute and relative strength levels. A greater correlation was found between relative rather than absolute hand grip strength with the cardiometabolic risk markers in both sexes, this relationship being more noticeable in girls than boys. Relative hand grip strength is mainly correlated with cardiometabolic risk than absolute hand grip strength in Chilean schoolchildren.

Keywords: Relative Strength, Absolute Strength, Children, Cardiometabolic Risk, Hand Grip Strength.



INTRODUCCIÓN

La fuerza muscular es un componente de la condición física considerada un importante predictor de salud en escolares (Pacheco-Herrera et al., 2016). Mayores niveles de fuerza producen beneficios en la composición corporal, disminuyendo la adiposidad, el riesgo metabólico y la prevalencia de enfermedades cardiovasculares (Smith et al., 2014).

La obesidad es la enfermedad metabólica de mayor prevalencia en el mundo, siendo catalogada como un problema de salud pública por la Organización Mundial de la Salud. Desde el año 1975 al 2016, el número de individuos obesos infantiles y adolescentes aumentó de 11 a 124 millones de habitantes en el mundo (Abarca-Gómez et al., 2016). En América Latina, Chile es uno de los países que presenta mayor índice >90% de obesidad (OCDE, 2017) y que ocupa el penúltimo lugar de inactividad física infantil en el mundo (Guthold et al., 2019). La carencia de estrategias de promoción de actividad física y hábitos saludables en centros educativos de Chile, se expresan en los altos índices de obesidad y sobrepeso en niños (22% y 26%) y adolescentes (30% y 16%), respectivamente (Aguilar-Farías et al., 2018).

Los altos índices de sobrepeso y obesidad, sumado al incumplimiento de las recomendaciones de actividad física en niños y adolescentes entre 5 y 17 años (Bull et al., 2020) predisponen a la población infantil a la adquisición de enfermedades cardiometabólicas desde etapas tempranas, las cuales pueden ser estimadas a través de medidas antropométricas sencillas, entre las que figuran el índice de masa corporal (IMC), (Freedman. et al., 2005), la circunferencia de cintura (CC) y el índice cintura estatura (ICE) (Cresp et al., 2018). El exceso de adiposidad está negativamente asociado con la práctica de actividad física y con los diferentes componentes de la condición física, como la aptitud cardiorrespiratoria, y muscular (Bull et al., 2020).

La pérdida de los niveles de fuerza no sólo se relaciona con una disminución de la masa muscular. Menores niveles de fuerza y masa muscular conducen a un menor estado de salud general desde la infancia (Peterson et al., 2016), que en la actualidad no se limita a ser una condición exclusiva de la vejez, sino que es cada vez más frecuente en etapas infantiles

(Faigenbaum & MacDonald, 2017). Esta pérdida de fuerza y masa muscular se relaciona a limitaciones funcionales en el rendimiento de las habilidades motrices, con un descenso en los niveles de participación social, lo que ocasiona una disminución en la aptitud física y capacidad funcionales (Faigenbaum, Rebullido & MacDonald, 2018). Los mismos autores proponen la “triada de inactividad física”, condición observada en jóvenes inactivos, que involucra tres componentes relacionados entre sí: trastorno por déficit de ejercicio, analfabetismo físico y dinapenia pediátrica (Faigenbaum, Rebullido & MacDonald, 2018).

Mayores niveles de fuerza de prensión manual reducen en un 19% el riesgo de padecer insuficiencia cardíaca (Sillars, 2019) y mortalidad prematura por cualquier causa (Ortega et al., 2012). Contrariamente, reducciones en los niveles de fuerza incrementan el riesgo de fractura en ejercicio (Clark et al., 2011), aumento de los triglicéridos, colesterol, resistencia a la insulina, síndrome metabólico y neurodegeneración (Orrso et al., 2019).

Tanto la fuerza de prensión manual absoluta como relativa son utilizadas como predictores de riesgo cardiometabólico (Rioux et al., 2017; Lee et al., 2016), incluso como predictor de obesidad sarcopénica en población infantil (Steffl, Chrudimsky & Tufano, 2017). Sin embargo, no está del todo claro si es la fuerza de prensión manual absoluta o relativa, se correlaciona de mejor manera con el riesgo cardiometabólico en escolares. Por consiguiente, este estudio tiene como objetivo comparar y correlacionar la fuerza relativa y absoluta de prensión manual con medidas antropométricas de riesgo cardiometabólico entre niños y niñas escolares chilenos.



MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del Estudio

Un estudio de tipo descriptivo, de corte transversal con datos procedentes de dos centros educativos municipales de la Región Metropolitana, Santiago de Chile. Los centros educacionales pertenecen a las comunas de Estación Central y Cerrillos, las cuales presentan alto nivel de vulnerabilidad social definido por Ruiz-Rivera (2012), con un 84 y 82%, respectivamente (JUNAEB, 2020). Los datos de los participantes fueron obtenidos entre los meses de agosto y noviembre de 2018. Cada institución involucrada aprobó los procedimientos a desarrollarse, comprendiendo además la temporalidad de las diferentes etapas del estudio. Esto quedó expresado en un consentimiento informado para padres y/o tutores el cual fue previamente firmado, autorizando la participación del niño o la niña en el estudio. La presente investigación siguió las pautas que regulan la investigación en seres humanos (Manzini, 2000), definidas en la Declaración de Helsinki (2014).

Participantes

La muestra la conforman 139 escolares de educación básica de sexo masculino (n: 67) y femenino (n: 72); de edad promedio 8,7 años ($\pm 2,02$). Los estudiantes accedieron voluntariamente a participar en un programa complementario de estimulación cardiometabólica por medio de juegos motrices tradicionales llamado “Ludocriollo”[®] para la prevención de la obesidad infantil, implementado por la escuela de salud, DUOC UC, sede Maipú, Santiago de Chile.

Los escolares fueron seleccionados por conveniencia y como criterio de inclusión se consideró tener entre 6 y 11 años y participar regularmente de las clases de educación física. Fueron excluidos de la muestra escolares con alguna limitación física que comprometiese el funcionamiento del miembro superior. En el proceso de selección de participantes, se aplicó un consentimiento informado para padres y/o tutores, quienes aceptaban voluntariamente la participación del escolar en este programa.

Procedimiento

El año 2018 se desarrolló la etapa uno de este proyecto y como diagnóstico inicial, estuvo orientado a la valoración de la fuerza y la medición de diferentes medidas antropométricas, variables que fueron consideradas en este estudio.

Fuerza de Presión Manual

Se midió a través de un dinamómetro de mano (Baseline[®], Fabrication Enterprises, Inc., New York, USA). Los niños recibieron instrucciones verbales y una breve demostración de la prueba. En caso de requerirlo, el dinamómetro se ajustó al tamaño de la mano de acuerdo con el protocolo descrito (Ruiz et al., 2011). La fuerza de presión manual absoluta se midió con el sujeto en posición bípeda con el hombro aducido y girado neutralmente y brazos paralelos al tronco sin contactarlo. Se pidió a los participantes que presionaran la manilla del dinamómetro por un máximo de 3-5 segundos, no se dio estímulo verbal durante la prueba (García-Hermoso et al., 2018). Se permitieron dos intentos por cada mano, posteriormente se calculó el promedio por cada segmento (kg), medidas que se utilizaron para comparar el % de asimetrías entre extremidades. La fuerza de presión manual relativa fue calculada dividiendo la fuerza absoluta por la masa corporal (fuerza de agarre (kg)/peso (kg)).

Antropometría y Riesgo Cardiometabólico

Las mediciones antropométricas se aplicaron en los niños descalzos y con ropa ligera. La masa corporal se midió con una balanza electrónica portátil (SECA Mod 206, Hamburg, Germany) al 0,1 kg de precisión; la estatura se midió con estadiómetro portátil (Seca 220; Seca Corporation, Hamburgo, Alemania) al 0,1 cm de precisión. La circunferencia de cintura (CC) se midió con una cinta métrica marca (SECA mod 201), se consideró como punto anatómico la distancia comprendida entre el borde costal inferior y el borde superior de la cresta ilíaca (Pardon-Martínez et al., 2016). La medición se realizó al final de una espiración normal mientras el sujeto estaba de pie, con los pies juntos y los brazos colgando libremente a los lados. Las mediciones anteriormente señaladas, fueron utilizadas para el cálculo del índice de masa corporal (IMC: peso[kg]/ (talla [m²])) y el Índice Cintura-Estatura (ICE) se obtuvo dividiendo la medida de



cintura por la estatura. Tanto la CC, el IMC e ICE son considerados marcadores antropométricos de riesgo cardiometabólico en población infantil (Arnaiz et al., 2010).

Análisis Estadístico

Los resultados de la estadística descriptiva se presentan como media y desviación estándar. Luego de verificar la distribución de normalidad por medio de la prueba de Kolmogórov-Smirnov y comprobando la distribución normal de las variables, se procedió a comparar las medias de las variables antropométricas y de fuerza entre niños y niñas por medio de una prueba T Student para muestras independientes. Para correlacionar la fuerza de prensión manual absoluta y

relativa con las distintas medidas antropométricas de riesgo cardiovascular y metabólico (CC, IMC e ICE) se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Valores de $r < 0,30$ fueron considerados insignificantes; 0,30-0,49, bajos; 0,50-0,69 moderados; 0,70-0,89, altos y 0,90-1,00 muy altos (Hinkle, Wiersma & Jurs, 2003). Los análisis fueron realizados con el software IBM SPSS (V.22, IBM Corp.)

RESULTADOS

Los resultados de marcadores antropométricos de riesgo cardiometabólicos de niñas y niños, se presentan en la Tabla 1, sin diferencias significativas al comparar estas variables entre sexos.

Tabla 1. Comparación de marcadores antropométricos de riesgo cardiometabólico entre escolares de ambos sexos.

Variables	Total (n=139)	Niñas (n=72)	Niños (n=67)	Valor p
Peso (kg)	33,17 ± 12,26	33,31 ± 13,87	33,01 ± 10,34	0,88
Talla (m)	1,34 ± 0,14	1,33 ± 0,15	1,35 ± 0,12	0,41
Circunferencia cintura (cms)	62,62 ± 9,12	62 ± 10,03	63,28 ± 8,06	0,40
Índice de masa corporal (kg/m ²)	18,1 ± 4,02	18,26 ± 4,46	17,93 ± 3,51	0,62
Índice cintura-estatura	47,06 ± 6,39	46,9 ± 6,64	47,24 ± 6,15	0,75

Los datos se presentan como media y desviación estándar; *: Valor de significancia para $p < 0,05$ de la prueba T Student para muestras independientes.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la dinamometría de prensión manual absoluta y relativa para niños y niñas y el análisis en función del sexo. Se evidencian diferencias significativas ($p < 0,05$) en los resultados de fuerza obtenidos en las pruebas de prensión manual, clasificadas por fuerza absoluta y fuerza relativa.

Los niños obtuvieron mayores niveles de fuerza que las niñas en las pruebas dinamométricas de fuerza, tanto absoluta como relativa, en ambas extremidades.

Tabla 2. Comparación de dinamometría de prensión manual absoluta y relativa entre escolares de ambos sexos.

Variables	Total (n=139)	Niñas (n=72)	Niños (n=67)	Valor p
Fuerza prensión derecha (kg)	15,22 ± 5,14	14,14 ± 4,85	16,39 ± 5,21	<0,001*



Fuerza presión izquierda (kg)	15,22 ± 5,29	14,26 ± 5	16,25 ± 5,43	0,02*
Fuerza promedio de presión manual absoluta (kg)	15,22 ± 5,06	14,20 ± 4,79	16,32 ± 5,15	0,01*
Asimetrías fuerza presión manual (%)	11,24 ± 9,73	11,58 ± 10,09	10,88 ± 9,4	0,66
Fuerza relativa presión derecha	0,48 ± 0,13	0,45 ± 0,13	0,51 ± 0,13	<0,001*
Fuerza relativa presión izquierda	0,48 ± 0,14	0,46 ± 0,14	0,50 ± 0,14	0,02*
Fuerza Promedio de presión relativa manual	0,48 ± 0,13	0,45 ± 0,12	0,50 ± 0,12	0,01*

Los datos se presentan como media y desviación estándar; *: Valor de significancia para $p < 0,05$ de la prueba T-Student para muestras independientes.

Tabla 3. Correlación entre la fuerza de presión manual absoluta y relativa y marcadores antropométricos de riesgo cardiovascular en escolares de ambos sexos.

	CC (cms)			IMC (kg/m ²)			ICE		
	Total	Niñas	Niños	Total	Niñas	Niños	Total	Niñas	Niños
Fuerza Promedio de Presión Manual Absoluta (kg)	0,32**	-0,30*	0,33**	-0,33**	-0,37**	0,31*	-0,18*	-0,22	-0,16
Fuerza Promedio de Presión Manual Relativa	-0,53**	-0,64**	-0,45**	-0,58**	-0,61**	-0,54**	-0,49**	-0,56**	-0,45**

Los datos presentados corresponden a un valor r, obtenido a través de la prueba estadística de correlación de Pearson; **: Valor de significancia para $p < 0,05$.

La Tabla 3 muestra la correlación de tipo inversa entre los marcadores antropométricos de riesgo cardiovascular (CC, IMC e ICE) y las pruebas dinamométricas de presión manual absoluta y relativa promedio para ambos sexos. Los resultados demuestran que este poder asociativo es mayor entre los marcadores antropométricos descritos y la fuerza de presión manual relativa, por sobre la absoluta.

Al realizar un análisis por sexo, el poder asociativo entre los marcadores antropométricos de riesgo cardiovascular y la fuerza absoluta y relativa es mayor en niñas que en niños.

En el caso de las niñas, se evidencian correlaciones negativas bajas y moderadas entre todos los marcadores antropométricos medidos y ambos tipos de fuerza, siendo más evidente en el caso de la fuerza relativa en comparación con la absoluta.

En cuanto a los niños, las mediciones obtenidas para CC e IMC evidencian una correlación positiva baja

con los resultados de fuerza absoluta, sin embargo, se aprecian correlaciones negativas moderadas en todos los demás marcadores antropométricos asociados a la fuerza de presión manual relativa, al igual que en el grupo de niñas.

Respecto de las variables antropométricas, el marcador que se relacionó en mayor medida con la fuerza relativa fue CC en el caso de las niñas e IMC en el de los niños, mostrando correlaciones negativas moderadas. Tanto en el análisis general como en función del sexo el ICE fue el marcador que menos se relacionó con la fuerza relativa, mostrando de igual manera una relación negativa moderada en ambos sexos.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue comparar y correlacionar la fuerza relativa y absoluta con marcadores antropométricos de riesgo cardiometabólico en una muestra de escolares chilenos de ambos sexos. Los resultados de esta investigación



demuestran que existen diferencias significativas en los niveles de fuerza prensil absoluta y relativa entre niños y niñas desde etapas tempranas del ciclo vital, no habiendo diferencias significativas en las medidas antropométricas consideradas. Adicionalmente, se establece que la fuerza relativa tiene una mayor correlación con los marcadores antropométricos de riesgo cardiometabólico que la fuerza absoluta en ambos sexos, siendo dicho nivel de correlación más evidente en las niñas en comparación con los niños. Con esto y de acuerdo con los resultados, mayores valores en los marcadores antropométricos CC, IMC e ICE, se relacionan con un menor rendimiento de fuerza relativa en escolares de ambos sexos.

Estudios previos han evidenciado una relación entre la fuerza en niños y marcadores antropométricos de riesgo cardiometabólico. Los resultados de Muros et al. (2016) señalan la existencia de una correlación inversa entre niveles de adiposidad y condición física. En la misma línea, Pacheco-Herrera et al. (2016) señala que valores más saludables de CC, IMC e ICE, se relacionan con un mejor desempeño en pruebas de fuerza muscular en una muestra de niños y adolescentes, lo que se evidencia en la presente investigación al mostrar un menor rendimiento en pruebas de fuerza de prensión manual en niños y niñas con marcadores antropométricos elevados. Otros autores han evidenciado que niños con obesidad poseen una condición física disminuida y presentan mayores índices de hipertensión en comparación con niños normopeso (Delgado-Floody et al., 2019). Según los hallazgos de este estudio, si bien no se evidenciaron diferencias significativas en las mediciones antropométricas en función del sexo, los resultados obtenidos en las pruebas dinámicas sí mostraron diferencias significativas, siendo los niños quienes obtuvieron mayores valores de fuerza absoluta y relativa en comparación con las niñas. Estas diferencias pueden atribuirse a que los niños son más activos que las niñas en etapa escolar (Escalante et al., 2011), lo que puede conducir a una mejor condición y rendimiento físicos evidenciado a partir de edades tempranas.

En cuanto a los resultados de fuerza absoluta obtenidos en los participantes, se apreció que, en el caso de los niños, sólo el ICE mostró una relación de tipo negativa con esta medición. En cambio, se estableció una correlación positiva entre fuerza absoluta e IMC y CC respectivamente, donde la

tendencia fue que, en niños con estos marcadores más altos, los resultados de fuerza absoluta registrados fueron también mayores, lo que posiblemente pueda explicarse debido a una mayor masa corporal en comparación con los niños con IMC y CC normales (Fernández-García et al., 2019). En cuanto a la fuerza relativa, todos los marcadores antropométricos evidenciaron una correlación negativa con ésta. En el caso de las niñas, la tendencia fue que aquellas que presentaron valores más elevados en los marcadores antropométricos (CC, IMC e ICE), obtuvieron menor rendimiento en las mediciones de prensión manual absoluta y relativa. Esta relación negativa entre marcadores antropométricos y fuerza relativa evidenciada en mayor medida en las niñas, podría explicarse por bajos niveles de actividad física, los cuales se asocian a una disminución en la fuerza y potencia muscular, lo que no necesariamente está atribuido a la pérdida de masa muscular y se conoce como *dinapenia* pediátrica (Faigenbaum & MacDonald, 2017), cuya componente forma parte de la triada de la inactividad física pediátrica (Faigenbaum, Rebullido & MacDonald, 2018). Este modelo está determinado por factores psicosociales, desórdenes musculoesqueléticos y metabólicos que pueden afectar el rendimiento en las pruebas dinámicas, situación que queda en evidencia en infantes que presentan valores antropométricos elevados.

Con respecto a las variables antropométricas consideradas, aquellas que se relacionaron en mayor medida con la fuerza relativa fueron CC e IMC en niñas y niños respectivamente. Esto corrobora la eficacia de la medición de la CC como predictor de riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes (González-Jiménez et al., 2013), al igual que la validez del IMC como predictor de Diabetes mellitus tipo 2 en el seguimiento prospectivo desde la niñez a la adultez (Sabin et al., 2015), a pesar de ser considerado subjetivo por no hacer la diferencia entre masa magra y masa grasa para una clasificación basada en la composición corporal del individuo. Algunos estudios (Muros et al., 2016) han demostrado que niños con IMC normal obtienen mejores resultados en pruebas cardiometabólicas y de fuerza de tren superior e inferior en comparación con sus pares con sobrepeso. Adicionalmente, un aumento progresivo de la adiposidad desde edades tempranas y a medida que aumenta la edad puede limitar el rendimiento de fuerza



de las extremidades inferiores en adolescentes (Sepúlveda et al., 2018), que sumado a la falta de actividad física y/o comportamiento sedentario, se traducirá en un mayor riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares y metabólicas a mediano y largo plazo. Peterson et al. (2016) señala que por cada 5% de pérdida de la fuerza, se incrementa el riesgo cardiometabólico en un 1.48 en niños y un 1.45 en niñas.

Las pruebas de presión manual han sido consideradas como un predictor independiente y certero de condición física en niños y adolescentes (Matsudo et al., 2015), lo que se evidencia en nuestro estudio, que además contribuye incorporando la diferenciación entre fuerza absoluta y relativa y sus respectivas relaciones en función del sexo. De esta manera, y dada la correlación de la dinamometría de presión manual y las medidas antropométricas seleccionadas, en donde la fuerza relativa por sobre la absoluta presenta un mayor poder asociativo, proponemos esta medida como una alternativa de mayor precisión para la estimación de riesgo cardiometabólico en niños y niñas. Por este motivo, las baterías de medición relacionadas a la condición física y salud infantil que consideren a la fuerza de presión manual como uno de sus componentes, deberían incorporar esta variable y sus respectivas tablas de baremación en valores relativos, diferenciadas por sexo y edad como un insumo de pesquisa y de seguimiento desde etapas tempranas de la vida escolar, herramienta que puede ser utilizada por pedagogos, profesionales de la salud y carreras afines. De esta manera, y conociendo dicho riesgo en poblaciones escolares desde edades tempranas, particularmente en las niñas, es necesario rediseñar los programas de intervención con metodologías innovadoras e interactivas que fortalezcan la adherencia hacia la práctica de actividad física con el fin de promover la salud en centros educativos a lo largo de toda la etapa estudiantil, con el fin de disminuir el riesgo de desarrollar enfermedades cardiometabólicas en etapas adolescentes y adultas.

Nuestro estudio presenta ciertas limitaciones, entre las cuales se incluye el ser un estudio de carácter transversal y no prospectivo. Se adiciona el no haber considerado los niveles de actividad física de los participantes, para poder correlacionar de mejor manera el nivel de actividad con el rendimiento en

pruebas de presión manual. Tampoco se consideró el estado nutricional ni la composición corporal de los participantes, como relación entre masa grasa y masa magra, para complementar los marcadores antropométricos evaluados y factores sociodemográficos que podrían haber influido en nuestros resultados. Se sugiere realizar estudios futuros que consideren estas variables adicionales.

CONCLUSIONES

Se establece que no existen diferencias significativas al comparar los marcadores antropométricos de riesgo cardiometabólico entre sexos, sin embargo, los niños presentan mayores niveles de fuerza de presión manual absoluta y relativa desde etapas tempranas en comparación con las niñas. Adicionalmente, se demuestra una mayor correlación entre la fuerza de presión manual relativa que la absoluta con los marcadores antropométricos de riesgo cardiometabólico en escolares chilenos, siendo dicha relación evidenciada en mayor medida en las niñas que en los niños.

AGRADECIMIENTOS

A la dirección de Innovación e Investigación Aplicada, DUOC UC, Santiago de Chile por facilitar el acceso a las instituciones y favorecer la implementación del proyecto “Ludocriollo: Programa de estimulación cardiometabólica y funcional a través de juegos criollos chilenos adaptados en escolares con sobrepeso y obesidad”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., ... & Agyemang, C. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128· 9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113), 2627-2642.
2. Aguilar-Farías, N., Miranda-Márquez, S., Martino-Fuentealba, P., Sadarangani, K. P., Chandía-Poblete, D., Mella-García, C., Carcamo-Oyarzún, J., Cristi-Montero, C., Rodríguez-Rodríguez, F., Delgado-Floody, P., Von Oetinger, A., Balboa-Castillo, T., Peña, S., Cuadrado, C., Bedregal, P., Celis-Morales, C., García-Hermoso, A., & Cortínez-O’Ryan, A. (2020). 2018 Chilean Physical Activity Report Card for Children and



- Adolescents: Full Report and International Comparisons. *Journal of physical activity & health*, 1–9. Advance online publication. <https://doi.org/10.1123/jpah.2020-0120>
3. Sabin, M. A., Magnussen, C. G., Juonala, M., Shield, J. P., Kähönen, M., Lehtimäki, T., Rönnemaa, T., Koskinen, J., Loo, B. M., Knip, M., Hutri-Kähönen, N., Viikari, J. S., Dwyer, T., & Raitakari, O. T. (2015). Insulin and BMI as predictors of adult type 2 diabetes mellitus. *Pediatrics*, 135(1), e144–e151. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-1534>
 4. Arellano-Ruiz, P., García-Hermoso, A., García-Prieto, J. C., Sánchez-López, M., Martínez Vizcaíno, V., & Solera-Martínez, M. (2020). Predictive Ability of Waist Circumference and Waist-to-Height Ratio for Cardiometabolic Risk Screening among Spanish Children. *Nutrients*, 12(2), 415. <https://doi.org/10.3390/nu12020415>
 5. Arnaiz, P., Acevedo, M., Díaz, C., Bancalari, R., Barja, S., Aglony, M., ... & García, H. (2010). Razón cintura estatura como predictor de riesgo cardiometabólico en niños y adolescentes. *Revista chilena de cardiología*, 29(3), 281-288.
 6. Bouchard, C., Depres, J. P., & Tremblay, A. (1993). Exercise and obesity. *Obesity research*, 1(2), 133-147.
 7. Bull, F., Al-Ansari S., Biddle S., et al. (2020) World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behavior *British journal of sports medicine*, 54:1451-1462.
 8. Clark, E. M., Tobias, J. H., Murray, L., & Boreham, C. (2011). Children with low muscle strength are at an increased risk of fracture with exposure to exercise. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 11(2), 196–202.
 9. Cresp Barria, M., Barria, C., Delgado Floody, P., Espinoza Zambrano, V., Salazar Quezada, B., Carter Vidal, A., & Fernández Filho, J. (2018). Valoración del riesgo cardiometabólico determinado por variables antropométricas en niños escolares con diversidad étnica. *Arch. latinoam. nutr*, 80-87.
 10. Delgado-Floody, P., Caamaño-Navarrete, F., Palomino-Devia, C., Jerez-Mayorga, D., Martínez-Salazar, C. (2019). Relación en escolares chilenos obesos de la condición física con los niveles de actividad física y factores de riesgo cardiovascular. *Nutrición hospitalaria*, 36(1), 13-19. <https://doi.org/10.20960/nh.1932>
 11. Escalante, Y., Backx, K., Saavedra, J. M., García-Hermoso, A., & Domínguez, A. M. (2011). Relación entre actividad física diaria, actividad física en el patio escolar, edad y sexo en escolares de educación primaria. *Revista Española de Salud Pública*, 85(5), 481-489.
 12. Faigenbaum, A. D., & MacDonald, J. P. (2017). Dynapenia: it's not just for grown-ups anymore. *Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, 106(5), 696–697. <https://doi.org/10.1111/apa.13797>
 13. Faigenbaum, A. D., Rebullido, T. R., & MacDonald, J. P. (2018). Pediatric Inactivity Triad: A Risky PIT. *Current sports medicine reports*, 17(2), 45–47.
 14. Fernández-García, J. C., Castillo-Rodríguez, A., Onetti-Onetti, W. (2019). Influencia del sobrepeso y la obesidad sobre la fuerza en la infancia. *Nutrición Hospitalaria*, 36(5), 1055-1060. <https://doi.org/10.20960/nh.02596>
 15. Freedman, DS, Wang, J., Maynard, LM, Thornton, JC, Mei, Z., Pierson, RN, ... & Horlick, M. (2005). Relación del IMC con la masa grasa y sin grasa entre niños y adolescentes. *Revista internacional de obesidad*, 29 (1), 1-8.
 16. García-Hermoso, A., Cofré-Bolados, C., Andrade-Schnettler, R., Ceballos-Ceballos, R., Fernández-Vergara, O., Vegas-Heredia, E. D., Ramírez-Vélez, R., & Izquierdo, M. (2021). Normative Reference Values for Handgrip Strength in Chilean Children at 8-12 Years Old Using the Empirical Distribution and the Lambda, Mu, and Sigma Statistical Methods. *Journal of strength and conditioning research*, 35(1), 260–266. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002631>



17. Gómez-Campos R, Andruske CL, Arruda Md, Sulla-Torres J, Pacheco-Carrillo J, Urra-Albornoz C, et al. (2018) Datos normativos para la fuerza de la empuñadura en niños y adolescentes en la Región del Maule, Chile: evaluación basada en la edad cronológica y biológica. *PLoS ONE* 13 (8): e0201033.
18. González-Jiménez, E., Montero-Alonso, M. Á., & Schmidt-Rio Valle, J. (2013). Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 1993-1998. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6653>
19. Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet. Child & adolescent health*, 4(1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
20. Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences* (Vol. 663). Houghton Mifflin College Division.
21. JUNAEB. (23 de Diciembre de 2020). *Índice de vulnerabilidad por comuna*. <https://junaebabierta.junaeb.cl/mapas/indice-de-vulnerabilidad-por-comuna/>
22. Lee, W. J., Peng, L. N., Chiou, S. T., & Chen, L. K. (2016). Relative Handgrip Strength Is a Simple Indicator of Cardiometabolic Risk among Middle-Aged and Older People: A Nationwide Population-Based Study in Taiwan. *PloS one*, 11(8), e0160876. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160876>
23. Manzini, Jorge Luis. (2000). Declaración de helsinki: principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos. *Acta bioethica*, 6(2), 321-334. <https://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2000000200010>
24. Matsudo, V. K. R., Matsudo, S. M., Rezende, L. F. M. de, Raso, V. (2015). Handgrip strength as a predictor of physical fitness in children and adolescents. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 17(1), 1-10. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n1p1>
25. Muros, J. J., Cofré-Bolados, C., Zurita-Ortega, F., Castro-Sánchez, M., Linares-Manrique, M., & Chacón-Cuberos, R. (2016). Relación entre condición física, actividad física y diferentes parámetros antropométricos en escolares de Santiago (Chile). *Nutrición Hospitalaria*, 33(2), 314-318. <https://doi.org/10.20960/nh.110>
26. Navarro-Aburto, Braulio, & Osses-Bustingorry, Sonia. (2016). Hacia la reducción del sedentarismo, un problema de salud pública en Chile. *Salud Pública de México*, 58(4), 401-402. <https://dx.doi.org/10.21149/spm.v58i4.8019>
27. Orsso, C. E., Tibaes, J., Oliveira, C., Rubin, D. A., Field, C. J., Heymsfield, S. B., Prado, C. M., & Haqq, A. M. (2019). Low muscle mass and strength in pediatric patients: Why should we care? *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 38(5), 2002–2015. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.04.012>
28. Ortega, F. B., Silventoinen, K., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2012). Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *BMJ (Clinical research ed.)*, 345, e7279. <https://doi.org/10.1136/bmj.e7279>
29. Pacheco-Herrera, J. D., Ramírez-Vélez, R., & Correa-Bautista, J. E. (2016). Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutrición hospitalaria*, 33(3), 556-564.
30. Padrón-Martínez MM, Perea-Martínez A, López-Navarrete GE. Relación cintura/estatura, una herramienta útil para detectar riesgos cardiovascular y metabólico en niños. *Acta Pediatr Mex*. 2016;37(5):297-301.
31. Peterson, M. D., McGrath, R., Zhang, P., Markides, K. S., Al Snih, S., & Wong, R. (2016). Muscle Weakness Is Associated With Diabetes in Older Mexicans: The Mexican Health and Aging



- Study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(10), 933–938.
32. Peterson, M. D., Zhang, P., Saltarelli, W. A., Visich, P. S., & Gordon, P. M. (2016). Low Muscle Strength Thresholds for the Detection of Cardiometabolic Risk in Adolescents. *American journal of preventive medicine*, 50(5), 593–599. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.09.019>
 33. Ramírez-Vélez, R., Tordecilla-Sanders, A., Correa-Bautista, J. E., Peterson, M. D., & García-Hermoso, A. (2016). Handgrip Strength and Ideal Cardiovascular Health among Colombian Children and Adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 179, 82-89.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.08.099>
 34. Rioux, B. V., Kuwornu, P., Sharma, A., Tremblay, M. S., McGavock, J. M., & Sénéchal, M. (2017). Association Between Handgrip Muscle Strength and Cardiometabolic z-Score in Children 6 to 19 Years of Age: Results from the Canadian Health Measures Survey. *Metabolic syndrome and related disorders*, 15(7), 379–384. <https://doi.org/10.1089/met.2016.0147>
 35. Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jiménez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of sports medicine*, 45(6), 518–524. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.075341>
 36. Ruiz Rivera, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones geográficas*, (77), 63-74.
 37. Sepúlveda Cáceres, X., Méndez Cornejo, J., Duarte Farfán, C., Herrera, M., Gómez-Campos, R., Lazari, E., Cossio-Bolaños, M. (2018). Relación entre adiposidad corporal y salto horizontal en niños y adolescentes escolares. *Revista chilena de pediatría*, 89(6), 701-708.
 38. Sillars, A., Celis-Morales, C. A., Ho, F. K., Petermann, F., Welsh, P., Iliodromiti, S., ... & Pellicori, P. (2019, November). Association of fitness and grip strength with heart failure: findings from the UK Biobank population-based study. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 94, No. 11, pp. 2230-2240). Elsevier.
 39. Smith, JJ, Eather, N., Morgan, PJ y col. Los beneficios para la salud de la aptitud muscular para niños y adolescentes: una revisión sistemática y metaanálisis. *Sports Med* 44, 1209-1223 (2014). <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0196-4>
 40. Steffl, M., Chrudimsky, J., & Tufano, J. J. (2017). Using relative handgrip strength to identify children at risk of sarcopenic obesity. *PloS one*, 12(5), e0177006. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177006>

