

eISSN: 2452-5812

<http://jmh.pucv.cl/>

Recibido: 09/07/2020

Aceptado: 04/11/2020

Disponible: 11/12/2020

Publicado: 01/01/2021

Artículo original

Coordinación motriz y capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes de enseñanza básica de dos establecimientos educacionales de Antofagasta, Chile.

Motor coordination and cardiorespiratory fitness in adolescents of middle school of two educational establishments from Antofagasta, Chile.

Tamblay, G^{1,2}; Armayor, JM^{1,2}; Quijada, N¹; Vicuña, S¹; Lang, M³.

Correspondencia✉

Dra. Morin Lang Tapia

Departamento de Ciencias de Rehabilitación y el Movimiento Humano, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile.

morin.lang@uantof.cl

Resumen

Objetivo: Relacionar la coordinación-agilidad motriz y la condición física relacionada con la salud, según sexo y establecimiento educacional, en adolescentes de tercer ciclo básico de dos colegios de la ciudad de Antofagasta en el 2019. **Métodos:** Estudio descriptivo correlacional en 25 participantes entre 12 y 13 años de ambos sexos. Se aplicó la Batería ALPHA-Fitness de alta prioridad, incluyendo medidas antropométricas, test de ida y vuelta de 20 metros (VO₂max), fuerza de prensión manual y salto a pies juntos; y la prueba de seis conos de coordinación-agilidad motriz. **Resultados:** Se observaron diferencias significativas en el salto a pies juntos y el factor tiempo de la prueba coordinación-agilidad ($p<0,05$) tanto por establecimiento como sexo. Se presentó una correlación significativa negativa alta ($r=-0,64$) entre el VO₂máx. y el tiempo de la prueba de coordinación ($p<0,001$, $r^2=41,03\%$) y una correlación positiva moderada entre el VO₂máx. con el puntaje total de la prueba de coordinación de seis conos ($r=0,45$, $p<0,05$, $r^2=20,8\%$). **Conclusión:** Este estudio sugiere que a mejor coordinación-agilidad motriz hay una mejor condición física cardiorrespiratoria, demostrando una asociación positiva, y la importancia del fomento de ambas capacidades en el contexto escolar.

Palabras clave: ejercicio físico; destreza motora; aptitud física; desempeño psicomotor

Abstract

Objective: To relate coordination-motor agility and physical condition related to health in adolescents from two schools in the city of Antofagasta in 2019. **Methods:** Descriptive correlational study in 25 participants between 12 and 13 years of both genders, approved by the Ethics Committee of Antofagasta University. The high priority ALPHA Battery was applied, including anthropometric measurements, 20 m shuttle run test (VO₂max), manual grip force and the standing long jump; and the Coordination-Motor Agility 6 Cones Test. **Results:** There were significant differences observed in the standing long jump and coordination-agility test ($p<0.05$) between establishments and gender. There was a significant negative high correlation ($-0,64$) between VO₂max. and the time of the 6 Cones test ($p<0.001$, $R^2=41,03\%$) and a moderate positive correlation between VO₂max. with the total score of the 6 Cones test ($r = 0.5$, $p<0.05$, $R^2=20,8$). **Conclusion:** This study shows that the better coordination-motor agility, the better the cardiorespiratory fitness, demonstrating the positive association and the importance of promoting both in the school context.



Keywords: exercise; motor skills; physical fitness; psychomotor performance.

Puntos destacables

- Se investigó el consumo de oxígeno indirecto y su relación con la coordinación motriz en adolescentes.
- Se consideró un instrumento validado en población chilena para objetivar la coordinación-agilidad motriz.
- A mayor puntaje y tiempo en la prueba de coordinación-agilidad hay un mayor consumo de oxígeno medido indirectamente a través del test de ida y vuelta 20 metros.

Introducción

Durante la etapa escolar, los/las estudiantes se enfrentan a nuevos desafíos y aprendizajes cognitivos, donde además, comienzan a formar los hábitos de vida, como los relacionados a la actividad física (AF)¹. En este período, se pueden establecer patrones negativos, como la inactividad física, que con el tiempo son difíciles de modificar, pudiendo disminuir la condición física, y el desarrollo de habilidades motoras, derivando en un aumento del riesgo cardiometabólico y enfermedades cardiovasculares²⁻⁴.

La condición física se define como la capacidad que tiene una persona para realizar AF y/o ejercicio⁵. En ese sentido, la condición física, se verá afectada directamente con la inactividad física^{5,6}. En Chile, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Actividad Física y Deporte del Ministerio del Deporte (2019) solo un 16,5% de los niños, niñas y adolescentes entre 5 a 17 años cumple con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud de 60 minutos diarios de actividades físicas de intensidades moderadas a vigorosas⁷.

Por otra parte, se entiende que las habilidades motoras fundamentales (HMF) dependen tanto de los procesos de maduración, desarrollo y aprendizaje del individuo, como de la estimulación externa^{8,9}, y se definen como una actividad motora común la cual sirve como la base para actividades motoras más avanzadas y altamente específicas, incluyendo habilidades tales como correr, saltar y lanzar, entre otros⁹. Además, el proceso de adquisición de habilidades se caracteriza por ser cambios secuenciales y ordenados que tienen lugar a lo largo de los años⁸. Por lo anterior, es que la AF es un factor determinante en el desarrollo óptimo de la niñez y adolescencia, cumpliendo un rol como potenciador de las HMF^{8,10,11}. Lamentablemente, el alto porcentaje de inactividad física podría determinar un limitado desarrollo de habilidades motoras fundamentales en los niños, niñas y adolescentes de la población chilena.

Teniendo en consideración estos antecedentes es necesario definir aquellos términos esenciales relacionados con el presente estudio. Las HMF son operativamente definidas como los "bloques de construcción" de los movimientos más complejos requeridos para participar en deportes, juegos u otra AF específica del contexto⁹. Sumado a esto, la condición física relacionada con la salud (CFS) se refiere a la habilidad que tienen los niños, niñas y adolescentes para realizar actividades de la vida diaria con vigor³. La CFS incluye como principales componentes la capacidad cardiorrespiratoria, capacidad musculoesquelética, y composición corporal⁵, capacidades que se asocian con un menor riesgo de enfermedades crónicas y muerte prematura³.

Durante la infancia y la adolescencia se pueden originar enfermedades crónicas no transmisibles, por esto es trascendental la prevención primaria de estas y otras patologías asociadas a la inactividad física². En base a lo expuesto, varios modelos de desarrollo motor enfatizan la importancia del desarrollo de las HMF como un prerrequisito para el compromiso de la AF durante la niñez⁹, como el modelo de asociación dinámica de Stodden¹² y la teoría jerárquica¹³. El modelo de asociación dinámica sugiere que a medida que aumenta la competencia de las HMF, la participación en la AF también aumentará^{13,14}. Este modelo propone tres hipótesis, que se relacionan con la edad y factores externos, los cuales, a medida que



avanza el tiempo van fortaleciendo su relación, aumentando la precisión de la acción y su capacidad para corregirla hasta llegar a dominar completamente la habilidad motora en la adolescencia. Además, por su parte, Gallahue¹⁵ clasifica este proceso por etapa inicial, elemental y madura; y desde su trabajo enfatiza que la mayoría de los niños y niñas no adquieren el rendimiento más competente de las HMF durante la etapa madura, sino que, el desarrollo en etapas iniciales es fundamental¹⁵. En cambio, la teoría jerárquica sostiene que el sistema nervioso central se organiza de forma jerárquica, en áreas de asociación superior, corteza motora y niveles espinales de función motora, y cada nivel superior ejerce control sobre el nivel menor, en una estricta jerarquía vertical, en la que las líneas de control no se cruzan y donde los niveles inferiores nunca ejercen dichos controles¹⁶.

La asociación positiva recíproca entre las HMF y la AF ha sido bien documentada, y se propone que la CFS sería un potencial mediador de esta asociación desde las edades iniciales hasta las más maduras¹⁷. Una mejor condición física podría facilitar el compromiso con la AF a largo plazo¹⁸. De hecho, muchas de las pruebas utilizadas para medir las HMF y componentes de la condición física requieren la asociación neuromuscular compleja para producir movimientos concéntricos y excéntricos, incorporando fuerza, velocidad y precisión¹⁸. Dentro de los componentes de la CFS la capacidad cardiorrespiratoria y la capacidad musculoesquelética han presentado una asociación positiva en niños, niñas y jóvenes¹⁹.

De esta manera, en este estudio se plantea en primer lugar, determinar la relación entre la habilidad motora fundamental, coordinación motriz y la capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes de tercer ciclo básico de dos colegios de la ciudad de Antofagasta, y secundariamente comparar la coordinación motriz, y condición física relacionada con la salud de acuerdo al género y tipo de establecimiento educacional.

Métodos

La investigación contó con un enfoque cuantitativo y diseño de tipo descriptivo correlacional transversal. El universo de estudio fueron adolescentes de tercer ciclo básico entre 12 y 13 años, con un promedio de $12,4 \pm 0,49$ años, de dos establecimientos de la comuna de Antofagasta, el colegio municipal José Maza Sancho y el colegio particular pagado San Luis. Se realizó un muestreo no probabilístico discrecional, ya que accedieron a participar voluntariamente en el estudio, llegando a un total de 25 escolares de ambos sexos.

Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para la muestra planteada, con el fin de tamizarla. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: a) desear participar de forma voluntaria del estudio, b) estar matriculados en séptimo básico, c) tener el rango de edad entre 12 y 13 años con 11 meses y 29 días, d) poseer consentimiento firmado por apoderado y asentimiento informado firmado por participante y e) presentar un examen físico anual por parte de un médico en relación con la indicación de ejercicio físico. Mientras que los criterios de exclusión fueron: a) no cumplir con los criterios de inclusión, b) presentar existencia de patología aguda o musculoesquelética en las últimas 8 semanas, c) manifestar u poseer algún tipo de trastorno cognitivo o patología cardiovascular y d) no entregar encuesta de salud médica.

Las variables de estudio se dividieron en tres grupos: a) variables del escolar: sexo, edad cronológica y tipo de escolaridad (municipal o particular pagado); b) variables de las HMF: coordinación-agilidad motriz y, c) variables de la condición física para la salud: índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura (PC), fuerza de prensión manual (FPM), fuerza explosiva de tren inferior y consumo máximo de oxígeno indirecto.

Procedimiento

En la planificación del proceso investigativo se revisaron los elementos de bioseguridad y requisitos éticos para velar por la población de estudio, por lo cual se presentó la investigación al Comité de Ética de la Universidad de Antofagasta (siendo aprobado su protocolo para estudios de biomedicina con seres humanos, Folio 211/19). Una vez aprobado el protocolo de intervención, se emitieron cartas de



invitación a dos colegios de la ciudad. Al confirmar la participación de las dos instituciones de educación, se planificaron visitas para presentar el estudio a los participantes (docentes, apoderados y estudiantes), se expusieron los aspectos éticos y se firmaron los consentimientos y asentimientos informados. Luego, se procedió a la aplicación, registro, orden y análisis de los datos obtenidos por la Batería ALPHA-*Fitness* de alta prioridad y la Prueba de 6 Conos.

Instrumentos

Batería ALPHA-*Fitness*

Es una prueba de campo, válida, confiable y segura para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños, niñas y adolescentes^{20,21}. La evaluación aplicada fue la Batería ALPHA-*Fitness* de alta prioridad que considera:

Composición corporal a través del IMC y perímetro de cintura

El IMC se obtuvo mediante la fórmula: peso corporal en kilogramos dividido por el cuadrado de la estatura en metros (kg/m^2). Para realizar la medición del peso se necesitó que el/la participante se situara descalzo en el centro de la plataforma de la báscula distribuyendo su peso entre ambos pies, mirando al frente, y con los brazos relajados, sin moverse, con ropa cómoda. Para la medición de la altura se necesitó que el/la participante se quitase los zapatos, se colocase de pie con los brazos a los lados, la espalda recta, los talones contra una medida vertical y la cabeza en el plano de Frankfort y antes de medir debió realizar una respiración profunda. Para la medición del perímetro de cintura (PC) se necesitó que el/la participante llevara ropa ligera, en postura de pie, con el abdomen relajado y con brazos cruzados sobre el pecho. La cinta métrica se pasó alrededor del cuerpo, y se coloca entre el borde del costal inferior (10° costilla) y la cresta ilíaca, al final de una espiración normal y cuidando que la cinta no presione la piel⁵. Se realizaron dos medidas no consecutivas. Se registra con una aproximación de 0.1 cm (báscula con tallímetro incorporado seca), la circunferencia de la cintura (cinta métrica 201®)⁵. Además, se calculó el Índice Cintura Estatura (ICE) para diagnosticar obesidad central y riesgo cardiometabólico, considerando el punto de corte $\geq 0,5$ ²².

Capacidad musculoesquelética a través de la fuerza de prensión manual y el salto longitudinal a pies juntos.

Para la medición de la fuerza de prensión manual se utilizó el dinamómetro con agarre ajustable (TKK 5101 Grip D; Takey, Tokio Japan) y una regla-tabla. Para su ejecución el/la participante debió apretar el dinamómetro de forma continua durante al menos 2 segundos, realizando la prueba en dos ocasiones (alternando las dos manos) con el ajuste óptimo de agarre según el tamaño de la mano²³. Los valores analizados corresponden al mayor valor de prensión obtenida en ambas manos y luego estos valores se promediaron²³. Para evaluar la fuerza de extremidades inferiores se utilizó el salto a pies juntos, la cual consistió en saltar con ambos pies a la misma vez la mayor distancia posible, desde una línea horizontal de salto delimitada, el resultado se tomó en cm, se realizaron tres intentos y fue considerado el mejor salto alcanzado²⁴. La fuerza de prensión manual, además fue ajustada en relación al peso corporal (FPMP), en razón a la especificidad del cociente para evaluar la condición física relacionada con la salud²⁵.

Capacidad cardiorrespiratoria a través de Test de ida y vuelta 20 metros

Para la medición el test ida y vuelta 20 m se utilizó un CD que emite sonidos de intervalos regulares. Al ritmo que indiquen estos sonidos se debe ir y volver corriendo una distancia de 20 metros. Se debe llegar a un extremo cuando el reproductor emita el sonido, girar y correr enseguida en la dirección



contraria dirigiéndose al otro extremo. La velocidad estaba regulada a través de la grabación, comenzando en 8,5 km/h e incrementando en 0,5 km/h. Se debe mantener el mayor tiempo posible el ritmo marcado por la grabación. La prueba finaliza cuando el/la participante no sea capaz de llegar por segunda vez consecutiva a alguna de las líneas con la señal sonora, o cuando el sujeto se detiene debido a la fatiga⁵. El consumo de oxígeno máximo indirecto ($VO_{2\text{máx.}}$) se determinó a través de fórmula propuesta por Leger et al. (1988): $VO_{2\text{máx.}} = 31,025 + (3,238 \times VFA) - (3,248 \times E) + (0,1536 \times VFA \times E)$. Donde E corresponde a la edad en años y VFA es la velocidad final alcanzada²⁶. El punto de corte para identificar que el/la participante tiene riesgo cardiovascular sería cuando en la prueba de 20 metros ida y vuelta se obtiene un valor menor a 43,8 ml*kg*minuto⁻¹ en niños y 34,6 ml*kg*minuto⁻¹ en niñas²⁷.

Prueba de 6 Conos

Es una prueba única y protocolizada que valora la coordinación-agilidad motriz a través de las acciones motrices que componen la evaluación²⁸. Esta considera tanto el tiempo y puntaje obtenido como criterios de dicha variable. Los materiales requeridos son un espacio abierto con una superficie apta para desplazarse a distintos ritmos de velocidad, 6 conos, 2 balones y una colchoneta. La prueba consiste en una secuencia de movimientos con implementos en un espacio abierto, y debe ser realizada de la manera más estándar posible, de acuerdo con las indicaciones descritas por CANEF, donde se deben tener los materiales listos para minimizar el tiempo de administración y las distracciones. Los/as participantes deben estar con la ropa adecuada para evitar resbalones y caídas, y así proporcionar la mayor seguridad y máximo esfuerzo en el rendimiento de la prueba. En primer lugar, se realiza una descripción y demostración a los/as participantes sobre el conjunto y orden de tareas de las que está compuesta la prueba, así como su sistema de calificación según los criterios. Luego, colocación en zona de salida del/la participante, debe ser en la línea de salida en posición estática y bípeda y, tras una señal del evaluador, comienza a correr el tiempo de la prueba. A continuación, el desarrollo de la prueba. La prueba de 6 conos se describe de la siguiente manera: (a) el/la participante iniciará la prueba al toque del silbato. En primera instancia, botará el balón con su mano hábil desplazándose hacia adelante (primer cono), siguiendo el recorrido hasta llegar al segundo cono, rodeando dicho cono y pasando por el lado izquierdo. (b) Botará el balón con ambas manos a través de un desplazamiento lateral en donde debe cruzar los pies. (c) Al llegar al tercer cono, pasará por detrás de este, inmediatamente botará el balón con su mano hábil desplazándose hacia atrás hasta llegar al cuarto cono, rodeándolo y pasando por detrás de este, botará el balón con su mano hábil realizando un zigzag entre el 4°, 5° y 6° cono, este último siendo rodeado por completo (giro 360°). (d) Inmediatamente, el/la participante correrá hacia adelante hasta la primera línea demarcada, lanzará el balón que recibirá el evaluador, luego realizará una voltereta hacia adelante para finalmente recepcionar el balón. (e) El recorrido termina en la línea final, momento en que se detiene el cronómetro²⁹. El evaluador observará y puntuará de forma objetiva según los criterios de valoración de la Pauta de Prueba de Coordinación-Agilidad Motriz CANEF, cada una de las cinco actividades motrices descritas en la Pauta. Finalizada cada tarea, se anotará el tiempo que ha demorado el/la participante y la valoración de los criterios alcanzados en cada acción motriz en la pauta. Los criterios de valoración de las acciones motrices que componen la prueba son: con mucha dificultad (1 punto), con dificultad media (2 puntos), medianamente logrado (3 puntos) y logrado con éxito (4 puntos). Las acciones motrices descritas son: desplazamiento hacia adelante, desplazamiento lateral, desplazamiento hacia atrás, desplazamiento con cambio de dirección y lanzamiento, voltereta hacia adelante y recepción, el puntaje máximo de la prueba son 20 puntos. En cuanto al análisis de los resultados que se obtienen de la prueba con los datos que se registran se puede realizar un análisis de cada participante en cuanto a los criterios y tiempo de realización de la prueba²⁹.



Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron tabulados en una base de datos Excel para luego ser procesados en el programa estadístico *Statgraphic Centurion*. Además, se evaluó el comportamiento de normalidad de los datos según métodos gráficos y con la prueba de hipótesis de Shapiro Wilk. Debido a la naturaleza no paramétrica de gran parte de los datos, se utilizó la prueba U Mann-Whitney para dos muestras independientes y para las variables paramétricas t-student para dos muestras independientes (variables tiempo y perímetro de cintura), con el fin de examinar las diferencias entre las medias de cada una de las variables. Posteriormente, se generó un modelo lineal simple al cual se le aplicó la prueba de correlación de Pearson para determinar asociación y magnitud r^2 . Se determinó un alfa igual o menor a 0.05 para todas las pruebas de hipótesis.

Resultados

Las variables de condición física y coordinación-agilidad según sexo y tipo de establecimiento educacional se muestran en la Tabla 1. No se observaron diferencias significativas para el IMC por establecimiento educacional ni sexo. Con respecto al análisis por establecimiento de la coordinación-agilidad motriz, se registró que los/las adolescentes del colegio particular pagado obtuvieron un mayor puntaje ($18,6 \pm 0,9$ vs $16,7 \pm 2,3$ $p=0,024$) y un menor tiempo ($21,6 \pm 5,4$ vs $28,4 \pm 7,7$ seg. $p=0,017$) en la realización de esta prueba. A su vez, en el análisis por sexo y establecimiento de la capacidad cardiorrespiratoria, los adolescentes del colegio particular pagado registraron mayores valores. Al referirse a prensión manual por sexo, los adolescentes presentaron mayor fuerza isométrica de tren superior, mientras que, si se considera según establecimiento, son los/las estudiantes del colegio particular pagado quienes presentan mejores resultados. No se encontraron diferencias significativas cuando se ajustó la FPM al peso corporal, por sexo y establecimiento educacional.

Por su parte, el salto longitudinal a pies juntos, al analizarlo según establecimiento fueron los/las adolescentes del colegio particular pagado quienes presentaron mejores resultados, en cambio, según sexo los adolescentes registraron mayor fuerza explosiva de tren inferior. Con respecto al análisis por sexo del perímetro de cintura, las adolescentes registraron menores valores, pero al diferenciar por establecimiento fueron los adolescentes del colegio municipal quienes tuvieron un menor perímetro. Al ajustar el perímetro de cintura por la estatura (ICE) no se presentaron diferencias significativas por sexo ni establecimientos educacionales.

Tabla 1. Variables de condición física y coordinación-agilidad según sexo y tipo de establecimiento educacional.

Variables	Sexo	n	Media $\pm$ DT	<i>p</i>	Establecimiento	n	Media $\pm$ DT	<i>p</i>
IMC (kg/m ²)	Femenino	11	19,8 $\pm$ 2,6	0,23	Municipal	14	21,1 $\pm$ 0,8	0,54
	Masculino	14	21,5 $\pm$ 3,3		PP	11	20,3 $\pm$ 0,9	
Fuerza explosiva EEII (cm)	Femenino	11	128,9 $\pm$ 56,9	0,007	Municipal	14	136,7 $\pm$ 62,0	0,014
	Masculino	14	181,2 $\pm$ 39,1		PP	11	185,6 $\pm$ 21,2	
Tiempo Prueba de 6 Conos (seg.)	Femenino	11	31,0 $\pm$ 6,7	0,001	Municipal	14	28,4 $\pm$ 7,7	0,017
	Masculino	14	21,1 $\pm$ 4,8		PP	11	21,6 $\pm$ 5,4	
Puntaje Prueba de 6 Conos (pts.)	Femenino	11	16,9 $\pm$ 2,5	0,254	Municipal	14	16,7 $\pm$ 2,3	0,024
	Masculino	14	18,1 $\pm$ 1,4		PP	11	18,6 $\pm$ 0,9	
Perímetro de Cintura (cm)	Femenino	11	64,9 $\pm$ 5,0	0,000	Municipal	14	69,7 $\pm$ 9,3	0,308
	Masculino	14	76,1 $\pm$ 6,5		PP	11	73,1 $\pm$ 6,2	
ICE (PC/Estatura)	Femenino	11	0,35 $\pm$ 0,2	0,149	Municipal	14	0,44 $\pm$ 0,04	0,085
	Masculino	14	0,33 $\pm$ 0,1		PP	11	0,20 $\pm$ 0,22	
VO ₂ máx. Indirecto (ml/kg/min)	Femenino	11	40,7 $\pm$ 2,0	0,014	Municipal	14	42,0 $\pm$ 3,7	0,202
	Masculino	14	44,4 $\pm$ 3,8		PP	11	43,8 $\pm$ 3,4	
FPM (kg)	Femenino	11	19,5 $\pm$ 4,5	0,028	Municipal	14	21,7 $\pm$ 6,5	0,403
	Masculino	14	25,5 $\pm$ 7,6		PP	11	24,4 $\pm$ 7,7	
FPMP / Peso corporal (kg)	Femenino	11	0,41 $\pm$ 0,08	0,317	Municipal	14	0,41 $\pm$ 0,07	0,085
	Masculino	14	0,45 $\pm$ 0,1		PP	11	0,47 $\pm$ 0,10	

N: número de participantes por grupo; Media $\pm$ DT: Valor promedio $\pm$ desviación típica; IMC: Índice de masa corporal; EEII: Extremidades inferiores, cm: centímetros, seg.: segundos, pts.: puntaje; Prueba de 6 Conos: Prueba Coordinación-Agilidad Motriz Consejo Académico Nacional de Educación Física, ICE: Índice cintura estatura; VO₂máx.: Consumo máximo de oxígeno indirecto en mililitros kilogramo peso; FPM: Fuerza de prensión manual, kg: kilogramos; FPMP: Fuerza de prensión manual ajustada al peso corporal; PP: particular pagado.

En este estudio, se analizaron algunas variables de la condición física relacionadas con la salud, y el riesgo de padecer enfermedad cardiovascular en el futuro. De acuerdo con el VO₂máx. indirecto como biomarcador del riesgo cardiovascular (< 43,8 ml*kg*minuto⁻¹ en hombres y <34,6 ml*kg*minuto⁻¹ en mujeres), por establecimiento, el 54,4% de estudiantes del colegio particular pagado y el 85,7% de estudiantes del colegio municipal no presenta riesgo cardiovascular; en cambio, por sexo la totalidad de las adolescentes y el 50% de los adolescentes no presentaron riesgo cardiovascular (Tabla 2). Por otra parte, se calculó el riesgo cardio metabólico de acuerdo con el ICE ($\geq 0,5$), donde un 20% del total de la muestra presenta riesgo, sin diferencias significativas por sexo ni establecimiento educacional (Tabla 1).

Tabla 2. Clasificación de riesgo cardiovascular de acuerdo con el VO₂máx., según tipo de establecimiento y sexo.

Variable	Establecimiento		Sexo	
	Municipal	Particular Pagado	Masculino	Femenino
Con riesgo	2	5	7	0
Sin riesgo	12	6	7	11
Total	14	11	14	11

La relación del consumo de oxígeno máximo y el tiempo empleado en la prueba de coordinación-agilidad motriz se muestra en la Figura 1. Existe un coeficiente de correlación negativa para las variables de consumo de oxígeno máximo y coordinación-agilidad motriz, a través de una recta de regresión simple r^2 , con una magnitud alta de -0,64 entre el VO₂máx. y el tiempo empleado en la Prueba de 6 Conos ($p < 0,001$). El 41,03% de la variabilidad (r^2) se explica por la relación entre el tiempo de la Prueba de 6 Conos y el Test ida y vuelta de 20 metros, donde aquellos/as estudiantes con menor tiempo en la Prueba de 6 Conos tienen mayor consumo de oxígeno.

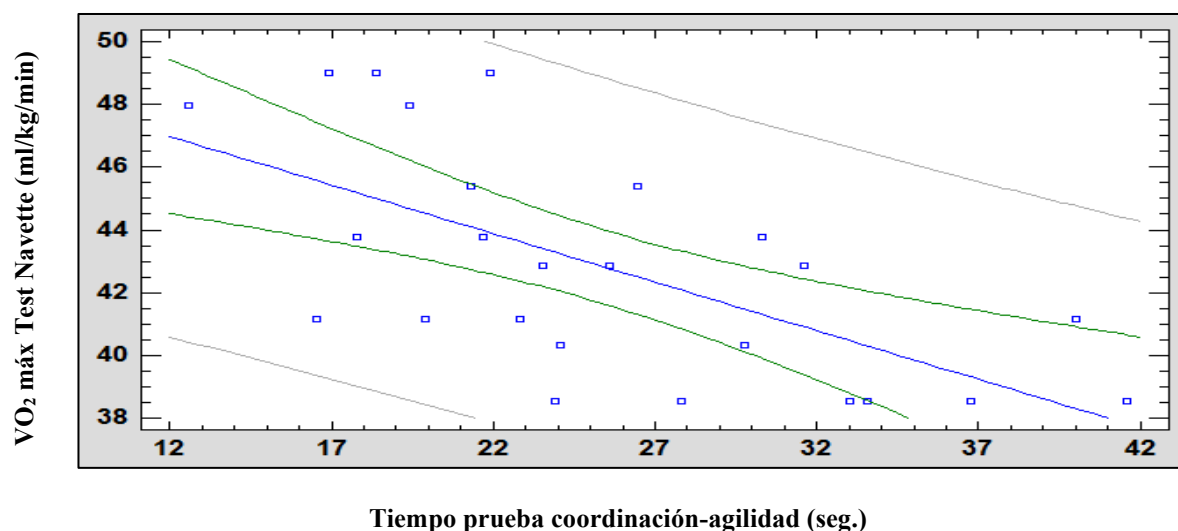


Figura 1. Relación del consumo de oxígeno máximo y coordinación-agilidad motriz de acuerdo con el tiempo por individuo.

Por otra parte, la relación del consumo de oxígeno máximo y el puntaje de la prueba de coordinación-agilidad se muestra en la Figura 2. Se puede observar, a través de una recta de regresión simple, que existe un coeficiente de correlación positivo estadísticamente significativo entre el VO₂máx. y los puntos obtenidos en la Prueba de 6 Conos con una magnitud moderada de 0,456 ($p < 0,05$), se puede observar que un 20,8% (r^2) de la variabilidad en los puntos de dicha prueba esta explicada por el Test de ida y vuelta 20 metros, donde aquellos/as adolescentes con mayor puntuación tienen mayor consumo de O₂.

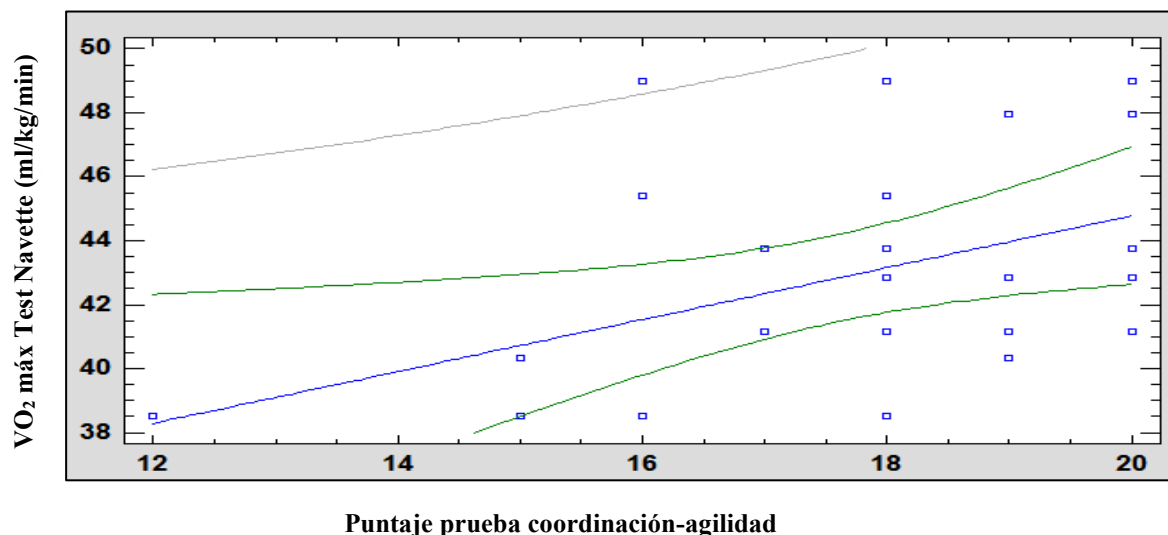


Figura 2. Relación del consumo de oxígeno máximo y coordinación-agilidad motriz de acuerdo con el puntaje por individuo.

Finalmente, la relación entre el salto longitudinal a pies juntos con el tiempo empleado en la prueba de coordinación-agilidad se muestra en la figura 3. Se observa un coeficiente de correlación negativa, a través de una recta de regresión simple r^2 , entre el salto longitudinal y el tiempo empleado en la prueba de 6 conos, con una magnitud moderada de $-0,4116$ ($p < 0,005$), un $16,9\%$ (r^2) de la variabilidad del tiempo empleada en dicha prueba esta explicada por la fuerza explosiva de tren inferior, donde aquellos/as estudiantes que rindieron un menor tiempo en la prueba de 6 conos tienen mayor alcance en su prueba de salto. En cuanto, a la composición corporal, no se encontró una relación estadísticamente significativa entre las variables de la prueba de coordinación-agilidad con el índice de masa corporal, ni perímetro de cintura.

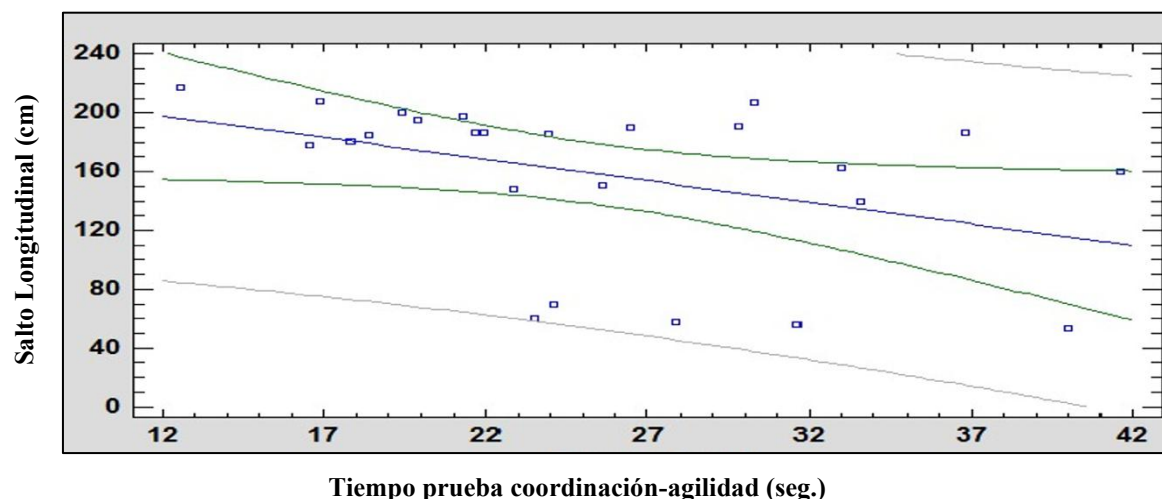


Figura 3. Relación del salto longitudinal y coordinación-agilidad motriz de acuerdo con el tiempo por individuo.



Discusión

En el presente estudio hemos analizado la relación coordinación-agilidad motriz y componentes de la condición física de los/las adolescentes de tercer ciclo básico de dos colegios de la ciudad de Antofagasta. Entre los principales resultados se puede observar que existe una correlación estadísticamente significativa entre el consumo máximo de oxígeno y el puntaje y tiempo empleado en la Prueba de 6 Conos, así como entre salto longitudinal a pies juntos con el tiempo empleado en la misma prueba, concordando con la literatura respecto a la asociación positiva entre la condición física y las habilidades motoras fundamentales^{18,30}.

Podemos señalar que en los/as participantes ha primado el modelo de asociación dinámica de Stodden¹², dado que las competencias alcanzadas en las habilidades motoras podrían estar directamente relacionadas con la práctica de AF, mediada por una mejor condición física. Esto indica un mayor consumo máximo de oxígeno, coincidiendo con los recientes estudios de Lima et al.^{31,32}, que señalan, en un estudio longitudinal, medidos en tres momentos (6, 9 y 13 años) realizado en 696 niños y niñas, que existe una asociación directa recíproca entre la AF vigorosa y las competencias motoras, mediado en ambas direcciones por la capacidad respiratoria³². Por tanto, aumentando la participación en la AF desde edades tempranas, mejora la condición física, contribuyendo a un mayor desarrollo de habilidades motoras básicas^{12,17}. Entendiendo que, si la teoría jerárquica¹⁶ fuese el que primara, todos los participantes alcanzarían parámetros similares. Lo anterior plantea que, a pesar de las condiciones evaluadas, podrían haber otras influencias en los resultados obtenidos y es allí donde podría considerarse el concepto de Gallahue¹⁵, en donde las experiencias se consideran bloques de construcción de las habilidades motoras y que los procesos biológicos de crecimiento, maduración y desarrollo irán moldeando el rendimiento de los/las niños/as y adolescentes^{9,33}, lo que coincidirá con una mejor condición de salud.

Es relevante considerar que para medir la coordinación- agilidad motriz, como indicador de habilidades motoras fundamentales, no se cuenta con una herramienta o prueba de evaluación convenida entre los estudios, no así para la evaluación de la condición física, donde el uso de la Batería ALPHA-Fitness en cualquiera de sus variantes, está consensuado^{20, 21}. Los valores encontrados para las variables estudiadas de condición física coinciden con diversas investigaciones nacionales. Por un lado, respecto a la fuerza de prensión manual, nuestro estudio presenta valores medios similares con respecto al estudio realizado en 753 niños/as y adolescentes de 7 a 17 años de ambos sexos que entregó parámetros de normalidad en fuerzas de prensión manual realizado por Escalona et al.³⁴. Así como, el salto longitudinal a pies juntos, que coincide con los valores medios obtenidos en el estudio de Sepulveda et al.³⁵, que analizaron la relación entre adiposidad corporal y salto horizontal en 812 adolescentes entre 10 a 16,9 años, creando curvas de percentiles para estas variables en ambos sexos. Además, se identificaron diferencias significativas por sexo para la fuerza de prensión manual, concordando con los recientes estudios de Palacio-Agüero et al.³⁶, que estudiaron la fuerza de prensión manual, estado nutricional y obesidad abdominal en 491 adolescentes entre 10 a 17 años de 5 establecimientos educacionales de la ciudad de Santiago, mostrando mayores valores en los adolescentes varones para la fuerza de prensión manual en la mano dominante, y ambas manos.

Atendiendo a la fuerza explosiva de tren inferior, nuestros resultados evidencian una mayor amplitud de salto en los adolescentes varones, coincidiendo con el estudio de Garber et al.³⁷, que analizaron el informe de resultados del SIMCE de educación física en 19.929 estudiantes de octavo básico de ambos sexos, que incluía el test de ida y vuelta 20 metros, salto a pies juntos, índice de masa corporal y perímetro de cintura. En cuanto al consumo máximo de oxígeno, se alcanzaron valores promedios cercanos a los obtenidos previamente en adolescentes chilenos del estudio de Garber et al.³⁷, descrito



previamente, donde también se observaron diferencias significativas por sexo, similares a las de nuestro estudio.

Dentro de las fortalezas y debilidades del estudio destacamos el uso de una prueba chilena para la medición de las habilidades motoras fundamentales como la Prueba de 6 Conos, y el uso de la Batería ALPHA-Fitness de alta prioridad para evaluar la condición física; ambas como herramientas efectivas, coherentes y con fines de impacto nacional para el estudio de las variables descritas. Este estudio fue desarrollado en una muestra de la zona norte de Chile, que presenta características geográficas y socioculturales distintas, entregando datos preliminares de las características de condición física y habilidades motoras fundamentales en este grupo etario. Por otro lado, hay que indicar que no solo el aumento de la muestra constituye un factor importante para considerar en futuras investigaciones, sino que además debiesen agregarse variables relacionadas a factores intrínsecos y extrínsecos que pueden estar afectando tanto el desarrollo como el desempeño de los/las adolescentes que no hayan sido tomados en cuenta en este estudio; como el estado psicológico, madurez biológica, y los factores tanto socioculturales como socioeconómicos.

Conclusiones

De acuerdo con los parámetros actuales y el desarrollo de las investigaciones, está demostrado el efecto de la AF sobre la salud y la calidad de vida. Al relacionar la coordinación-agilidad motriz y la condición física cardiorrespiratoria, logramos observar que existe una relación recíproca entre estas. La relación encontrada pone en manifiesto la importancia y la necesidad de realizar AF y la promoción de ésta desde la niñez, ya que esta condicionaría el estado de condición física, la salud y calidad de vida, priorizando tanto su factor cardiorrespiratorio como el factor de coordinación. Futuros estudios de tipo longitudinales debieran realizarse para estudiar la relación entre la práctica de AF y el desarrollo de habilidades motoras fundamentales, con mediciones de la condición física para la salud en los distintos períodos del crecimiento de los/las niños/as, considerando además el desarrollo conductual y cognitivo. Estos resultados podrían indicar los periodos críticos, y fomentar estrategias de intervención, de esta manera quizá lograríamos el anhelado cambio de conducta hacia la práctica regular de AF en nuestros niños, niñas y adolescentes.

Referencias

1. Torres J, Contreras S, Lippi L, Huaiquimilla M, Leal R. Hábitos de vida saludable como indicador de desarrollo personal y social: discursos y prácticas en escuelas. *Calidad en la educación*. 2019;357-392. DOI:10.31619/caledu.n50.728
2. Cristi-Montero C, Chillón P, Labayen I, et al. Cardiometabolic risk through an integrative classification combining physical activity and sedentary behavior in European adolescents: HELENA study. *J Sport Health Sci*. 2019;8(1):55-62. DOI:10.1016/j.jshs.2018.03.004
3. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(1):1-11. DOI:10.1038/sj.ijo.0803774
4. Lima RA, Bugge A, Ersboll AK, Stodden DF, Andersen LB. The longitudinal relationship between motor competence and measures of fatness and fitness from childhood into adolescence. *J Pediatr (Rio J)*. 2019;95(4):482-488. DOI:10.1016/j.jpeds.2018.02.010
5. Ruiz JR, España Romero V, Castro Piñero J, et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*. 2011;26:1210-1214. DOI:10.3305/nh.2011.26.6.5611

6. De Rezende LF, Rodrigues Lopes M, Rey-López JP, Matsudo VK, Luiz Odo C. Sedentary behavior and health outcomes: an overview of systematic reviews. *PLoS One*. 2014;9(8):e105620. DOI:10.1371/journal.pone.0105620
7. MINDEP. Encuesta Nacional de Actividad Física y Deporte en menores de 5 a 17 años. Ministerio del Deporte. Accessed 20 de octubre, 2020. <https://ligup-v2.s3-sa-east-1.amazonaws.com/sigi/media/Resumen-Encuesta-de-h%C3%A1bitos-2019.pdf>
8. MINEDUC. Conversemos: Cuaderno docente N°3. División de Educación General. Coordinación Escuela. Accessed august 10, 2020. <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/handle/20.500.12365/472?show=full>
9. Logan SW, Ross SM, Chee K, Stodden DF, Robinson LE. Fundamental motor skills: A systematic review of terminology. *J Sports Sci*. 2018;36(7):781-796. DOI:10.1080/02640414.2017.1340660
10. Logan SW, Webster EK, Getchell N, Pfeiffer KA, Robinson LE. Relationship Between Fundamental Motor Skill Competence and Physical Activity During Childhood and Adolescence: A Systematic Review. 2015;4(4):416. DOI:10.1123/kr.2013-0012
11. Holfelder B, Schott N. Relationship of fundamental movement skills and physical activity in children and adolescents: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*. 2014;15(4):382-391. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.03.005>
12. Stodden DF, Goodway JD, Langendorfer SJ, et al. A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest*. 2008;60(2):290-306. DOI:10.1080/00336297.2008.10483582
13. Clark JE. On the Problem of Motor Skill Development. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*. 2007;78(5):39-44. DOI:10.1080/07303084.2007.10598023
14. Wrotniak BH, Epstein LH, Dorn JM, Jones KE, Kondilis VA. The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics*. 2006;118(6):e1758-65. DOI:10.1542/peds.2006-0742
15. Gallahue DaD, F. *Developmental Physical Education for all Children*. 4th ed ed. Human Kinetics; 2016.
16. Cano-de-la-Cuerda R, Molero-Sánchez A, Carratalá-Tejada M, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. *Neurología*. 2015;30(1):32-41. DOI:10.1016/j.nrl.2011.12.010
17. 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. DOI:10.1123/pes.2013-0027
18. Robinson LE, Stodden DF, Barnett LM, et al. Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Med*. 2015;45(9):1273-1284. DOI:10.1007/s40279-015-0351-6
19. Cattuzzo MT, Dos Santos Henrique R, Re AH, et al. Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *J Sci Med Sport*. 2016;19(2):123-9. DOI:10.1016/j.jsams.2014.12.004
20. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Espana-Romero V, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med*. May 2011;45(6):518-24. DOI:10.1136/bjsm.2010.075341
21. Espana-Romero V, Artero EG, Jimenez-Pavon D, et al. Assessing health-related fitness tests in the school setting: reliability, feasibility and safety; the ALPHA Study. *Int J Sports Med*. 2010;31(7):490-7. DOI:10.1055/s-0030-1251990

22. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev.* 2010;23(2):247-69. DOI:10.1017/S0954422410000144
23. Ruiz JR, España-Romero V, Ortega FB, Sjöström M, Castillo MJ, Gutierrez A. Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers. *J Hand Surg Am.* 2006;31(8):1367-72. DOI:10.1016/j.jhsa.2006.06.014
24. Artero EG, España-Romero V, Castro-Pinero J, et al. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth. *J Sports Med Phys Fitness.* 2012;52(3):263-72. DOI:10.1136/bjsm.2009.058321
25. Peterson MD, Zhang P, Saltarelli WA, Visich PS, Gordon PM. Low Muscle Strength Thresholds for the Detection of Cardiometabolic Risk in Adolescents. *Am J Prev Med.* 2016;50(5):593-599. DOI:10.1016/j.amepre.2015.09.019
26. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences.* 1988;6(2):93-101. DOI:10.1080/02640418808729800
27. Ruiz JR, Huybrechts I, Cuenca-Garcia M, et al. Cardiorespiratory fitness and ideal cardiovascular health in European adolescents. *Heart.* 2015;101(10):766-73. DOI:10.1136/heartjnl-2014-306750
28. Rodríguez-Rodríguez F, Curilem Gatica C, Escobar Gómez D, Valenzuela Eberhard L. Propuesta de evaluación de la educación física escolar en Chile. *Educación Física y Ciencia.* 2016;18(1):1-12. IN FILE. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4399/439946919003>
29. Jara C JJ, Monsalves F, Sepúlveda S. *Apreciación de escolares de octavo básico en la aplicación del simce de educación física y de una nueva propuesta de evaluación.* Pregrado. Universidad de Valparaíso; 2016. Disponible en: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-7500/UCD7653_01.pdf
30. Barnett LM, Lai SK, Veldman SLC, et al. Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016;46(11):1663-1688. DOI:10.1007/s40279-016-0495-z
31. Lima RA, Pfeiffer KA, Bugge A, Moller NC, Andersen LB, Stodden DF. Motor competence and cardiorespiratory fitness have greater influence on body fatness than physical activity across time. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(12):1638-1647. DOI:10.1111/sms.12850
32. Lima RA, Pfeiffer K, Larsen LR, et al. Physical Activity and Motor Competence Present a Positive Reciprocal Longitudinal Relationship Across Childhood and Early Adolescence. *J Phys Act Health.* 2017;14(6):440-447. DOI:10.1123/jpah.2016-0473
33. Barela JA. Fundamental motor skill proficiency is necessary for children's motor activity inclusion. *Motriz: Revista de Educação Física.* 2013;19:548-551. DOI: 10.1590/S1980-65742013000300003
34. Escalona DA NP, Lagos J, Solis V, . Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad. *Revista chilena de pediatría.* 2009;80:435-443. DOI:10.4067/S0370-41062009000500005
35. Sepúlveda Cáceres X, Méndez Cornejo J, Duarte Farfán C, et al. Relación entre adiposidad corporal y salto horizontal en niños y adolescentes escolares. *Rev Chil Pediatr.* 2018;89(6):701-708. DOI:10.4067/s0370-41062018005001003
36. Palacio-Agüero A, Díaz-Torrente X, Quintiliano Scarpelli Dourado D. Relative handgrip strength, nutritional status and abdominal obesity in Chilean adolescents. *PLoS One.* 2020;15(6):e0234316. DOI:10.1371/journal.pone.0234316
37. Garber MD, Sajuria M, Lobelo F. Geographical variation in health-related physical fitness and body composition among Chilean 8th graders: a nationally representative cross-sectional study. *PLoS One.* 2014;9(9):e108053. DOI:10.1371/journal.pone.0108053



Filiaciones

¹Carrera de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Antofagasta, Chile.

²Academia Científica de Estudiantes de Kinesiología de la Universidad de Antofagasta, ACEK-UA, Chile.

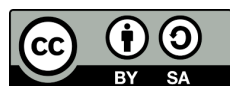
³Departamento de Ciencias de la Rehabilitación y el Movimiento Humano, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Antofagasta, Chile.

Declaración de Autoría

Contribuciones de los autores: G.T.N. Concepción, diseño, redacción, recolección y análisis de resultados del trabajo; J.A.S: redacción, recolección y análisis de resultados del trabajo; N.Q.V. y S.V.G.: Recolección y análisis de resultados, M.L.T.: Diseño, redacción, recolección y análisis de resultados del trabajo.

Conflicto de interés

Los autores declaran no presentar ningún tipo de conflicto de interés al momento de realizar el estudio.



Derechos de autor © Los Autor(es). Este trabajo se publica bajo la Licencia Creative Commons Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>