

Condición física de escolares chilenos de 8° año básico y su relación con el rendimiento académico

Relationship between physical fitness and academic achievement in Chilean schoolchildren of 8th grade

Ericka Ahumada-Padilla^a, Luis Villarroel del Pino^b, Natalia Bustamante-Ara^c

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

^bEstadístico. Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile

^cProfesora Educación Física. Pedagogía en Educación Física, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Chile

Recibido: 18 de marzo de 2019; Aceptado: 23 de octubre de 2019

¿Qué se sabe del tema que trata este estudio?

Existe amplia evidencia sobre los beneficios que una buena condición física genera en la salud de niños y adolescentes, incluso se han identificado una serie de cambios funcionales y estructurales a nivel cerebral que favorecerían el aprendizaje.

¿Qué aporta este estudio a lo ya conocido?

Este estudio acrecienta la evidencia chilena sobre la asociación entre condición física y rendimiento académico incorporando un análisis diferenciado entre mujeres y hombres y también entre los tres tipos de establecimientos educacionales existentes en el país.

Resumen

Introducción: Una buena condición física (CF) se relaciona, entre muchos beneficios, a modificaciones funcionales y estructurales cerebrales que favorecen el aprendizaje. **Objetivo:** Analizar la asociación entre CF y rendimiento académico (RA) en escolares chilenos según sexo y determinar si la dependencia administrativa de la escuela influye en dicha asociación. **Sujetos y Método:** Estudio transversal sobre datos poblacionales de escolares de 8° básico evaluados por SIMCE-2011. La muestra incluyó solo escolares de 13 y 14 años, de ambos sexos, con todas las pruebas de CF y RA rendidas. Los resultados de CF y RA fueron categorizados en malo, regular y bueno. Se realizó una regresión logística binaria explicando un buen RA a partir de las categorías de CF según sexo y dependencia administrativa, ajustando por edad, estado nutricional, nivel educacional de los padres y nivel socioeconómico de la escuela. **Resultados:** De 19.929 registros se consideraron 12.338 escolares donde 47,9% fueron mujeres. Presentaron buena CF 33,4% de las mujeres y 49,5% de los hombres, y buen RA 16,9% y 21,5%, respectivamente. Escolares con buena CF presentaron más chances de alcanzar buen RA que escolares con mala CF (mujeres: 84% y hombres 78% más; $p < 0,001$). Considerando la dependencia administrativa, buena CF en mujeres de colegios municipales aumentó las posibilidades en 334% ($p < 0,001$) y en hombres de colegios particulares subvencionados, en 91% ($p = 0,01$). **Conclusión:** Tanto mujeres como hombres con buena CF tienen más posibilidades de alcanzar un buen RA. Al incluir la dependencia administrativa la asociación persiste en mujeres de colegios municipales y en hombres de colegios particulares subvencionados.

Palabras clave:

condición física;
desempeño académico;
rendimiento académico;
conocimiento;
adolescentes;
escolares

Correspondencia:

Ericka Ahumada-Padilla

erickaahumadap@gmail.com

Cómo citar este artículo: Rev Chil Pediatr. 2020;91(1):58-67. DOI: 10.32641/rchped.v91i1.1143

Abstract

Introduction: Good physical fitness (PF) is related, among many benefits, to functional and structural brain changes that favor learning. **Objective:** To analyze the association between PF and academic performance (AP) in Chilean schoolchildren according to sex, and to determine if the kind of school dependency influences this association. **Subjects and Method:** Cross-sectional study analyzing population data of 8th-grade students evaluated by the SIMCE-2011 test. The sample included only 13 and 14 years old students, of both sexes, with all PF and AP tests taken. The results of PF and AP tests were categorized as poor, regular, and good. A binary logistic regression was performed explaining a good AP from the PF categories according to sex, and kind of school dependency, adjusting for age, nutritional status, parents' educational level, and school socioeconomic level. **Results:** Out of 19,929 records, 12,338 schoolchildren were considered, where 47.9% were female. 33.4% of girls and 49.5% of boys presented good PF, and 16.9% and 21.5% presented good AP respectively. Schoolchildren with good PF had more chances of achieving good AP than those with poor PF (girls 84% and boys 78%, both $p < 0.001$). Considering the kind of school dependency, good PF in girls attending public schools increased the chances of achieving good AP by 334% ($p < 0.001$) and in boys attending subsidized private schools by 91% ($p = 0.01$). **Conclusion:** Both girls and boys with good PF have more chances of achieving a good AP. By including the kind of school dependency, the association persists in girls attending public schools and boys attending subsidized private schools.

Keywords:

Physical fitness;
academic performance;
knowledge;
adolescents;
students

Introducción

Condición física (CF) es el conjunto de atributos relacionados con la capacidad de realizar actividad física, de cumplir las tareas habituales de la vida diaria, disfrutar del tiempo de ocio activo y afrontar posibles emergencias con vigor, energía suficiente y sin fatiga excesiva¹. Una buena CF se asocia a beneficios en salud, mientras que una mala CF se asocia a incrementos en prevalencia e incidencia de patologías^{2,3} y de mortalidad⁴.

Buena CF también se ha relacionado positivamente con rendimiento académico (RA). Diversos estudios han analizado el desempeño académico de niños y adolescentes a partir de los niveles que muestran en uno o en varios de los componentes de CF: capacidad cardiorrespiratoria (CCR), fuerza y potencia muscular, flexibilidad, agilidad y composición corporal^{5,6}. Un estudio longitudinal evaluó la CF de más de 2 mil escolares de California a través de una batería de pruebas aplicadas al inicio y final de un periodo de 4 años⁷. Sus resultados mostraron que escolares que finalizaban el seguimiento con buena CF lograban un mejor RA en matemáticas y lenguaje que aquellos escolares que terminaban con mala CF. Otro estudio encontró que, tras un seguimiento de 3 años, los estudiantes que finalizaban con buena CCR tenían mayores posibilidades de buen RA en las asignaturas de lengua materna y extranjera que estudiantes que terminaban con mala CCR.⁸ Una reciente publicación encontró que escolares estadounidenses que tras 9 meses de seguimiento mejoraban su CCR lograban niveles más altos en su rendimiento de matemáticas que aquellos que se mantenían con bajos niveles de CCR⁹.

Entre los mecanismos que explicarían cómo la CF favorece al RA se identifican modificaciones anatómicas y funcionales de estructuras cerebrales involucradas en el aprendizaje¹⁰⁻¹², además de aumento en la liberación de neurotrofinas y de sus precursores¹³⁻¹⁵.

La evidencia internacional identifica distintas esferas biológicas y sociales que influyen tanto la CF como el RA, entre ellas se encuentra el sexo, estado nutricional, nivel socioeconómico y nivel educacional de los padres^{16,19}. Específicamente se ha encontrado que en CF, las mujeres obtienen resultados ampliamente inferiores a los hombres^{18,19}, mientras que en RA, las mujeres logran mejores resultados en lenguaje y los hombres en matemáticas²⁰. Considerando las diferencias entre sexos, Kian y cols. analizaron prospectivamente la asociación entre CF y RA en escolares japoneses. Sus resultados reflejaron una positiva asociación en los hombres, no así en las mujeres²¹.

En Chile, el sistema educativo considera la evaluación anual de los escolares en su CF y nivel de aprendizaje a través del Sistema de Medición de Calidad de la Educación (SIMCE). Los resultados exponen un predominio de baja CF y bajo RA, siendo los peores resultados para escolares de colegios municipales, dependencias administrativas que se relacionan mayoritariamente a los estratos socioeconómicos más bajos²². Basados en los datos del SIMCE, Navarro y cols. estudiaron la asociación entre CF y RA en escolares evaluados el año 2011. Los autores encontraron que estudiantes que pertenecían al quintil más alto de rendimiento de fuerza abdominal, CCR y flexibilidad presentaban un promedio más alto de puntaje en matemáticas que aquellos que pertenecían al quintil más bajo²³. Otro estudio desarrollado con datos del

SIMCE-2011 arrojó una asociación positiva entre el RA global y la CF en sus expresiones de fuerza muscular y flexibilidad²⁴. Ambas investigaciones nacionales consideraron el sexo y algún determinante social dentro de sus análisis, sin embargo, ninguno de ellos diferenció el comportamiento de la asociación por sexos o por tipo de dependencia administrativa del establecimiento educacional.

Resulta importante aumentar la evidencia científica de la asociación con datos chilenos incorporando variables que según la literatura pueden influenciarla como el sexo y los aspectos administrativos o socioeconómicos de las escuelas. Nuevos argumentos científicos sobre la relación entre CF y RA permitirían orientar las políticas públicas educacionales hacia programas que incluyan acciones que protejan la salud de los escolares y apoyen su proceso de aprendizaje.

Los objetivos de este estudio fueron analizar la asociación entre CF y RA en escolares chilenos entre 13 y 14 años evaluados por la prueba nacional SIMCE-2011 según sexo y considerando variables sociodemográficas, y luego analizar la asociación según el tipo de dependencia administrativa del establecimiento educacional.

Sujetos y Método

Se realizó un estudio transversal utilizando datos de la prueba SIMCE, aplicada en noviembre del 2011 a una muestra representativa de la población de escolares chilenos de 8° año básico durante ese año. El método empleado en la prueba SIMCE es definido por el Ministerio de Educación (MINEDUC) y la Agencia de Calidad de la Educación y contempla una muestra estratificada por región (excluyéndose áreas de difícil acceso: Isla de Pascua, Isla Juan Fernández y Antártica) y por dependencia administrativa (municipal, particular subvencionado y particular pagado)²⁵. MINEDUC informó la evaluación de 28.649 escolares en el SIMCE-2011 de Educación Física y de las asignaturas de conocimientos; la Agencia de Calidad de la Educación facilitó los datos obtenidos tras la aplicación de la prueba, archivo que incluyó registros de 19.929 escolares.

Para la selección de la muestra de estudio se consideró como criterio de inclusión: escolares de 13 y 14 años de edad al momento de la evaluación. Fueron criterios de exclusión: no haber rendido la totalidad de pruebas aplicadas en el SIMCE-2011 y/o tener datos sociodemográficos incompletos.

Las variables principales fueron CF y RA. CF fue evaluada mediante el SIMCE de Educación Física donde a través de una batería de pruebas físicas estandarizadas se evalúan 5 componentes: 1) fuerza abdominal, evaluada por el número de abdominales cortos realiza-

dos en 1 minuto; 2) fuerza de extremidades superiores (EESS), evaluada por el número de flexo-extensiones de codos realizadas en 30 segundos; 3) potencia muscular, evaluada por los centímetros recorridos al realizar un salto horizontal a pies juntos; 4) flexibilidad, evaluada por los centímetros de desplazamiento alcanzados en posición sedente en el test de flexión anterior de tronco (Well-Dillon adaptado); 5) capacidad cardiorrespiratoria, evaluada por la cantidad de ciclos completados en el test de Navette²⁵.

Los resultados de cada prueba física, MINEDUC los diferencia por edad y sexo y los categoriza en tres niveles²⁵. Considerando las definiciones que MINEDUC entrega de cada nivel, para este estudio los dos más altos fueron redefinidos como "suficiente" y el más bajo como "insuficiente". CF global se determinó en base a la suma de componentes de CF con nivel suficiente (rango 0 a 5 componentes) y se categorizó en: malo (0 componentes), regular (1 o 2 componentes) o bueno (≥ 3 componentes).

RA fue evaluado a través de pruebas estandarizadas para las asignaturas de Lectura, Matemáticas, Ciencias Naturales e Historia y Geografía y Ciencias Sociales. MINEDUC categoriza cada puntaje en tres niveles; considerando la definición de cada nivel, el más alto fue redefinido como "suficiente" y los dos más bajos como "insuficiente". RA global se determinó en base a la suma de asignaturas con nivel suficiente (rango 0 a 4 asignaturas) y se categorizó en: malo (0 asignaturas), regular (1 y 2 asignaturas) o bueno (≥ 3 asignaturas).

Como variables de ajuste se consideraron:

Edad: Calculada en años a partir de la fecha de nacimiento registrada por MINEDUC hasta la fecha de evaluación.

Estado nutricional: Determinado por la clasificación del Índice de Masa Corporal (IMC) según sexo y edad, de acuerdo a la norma técnica del Ministerio de Salud de Chile establecida en percentiles: bajo peso ($IMC < p10$), normopeso ($p10 < IMC < p85$), riesgo de obesidad ($p85 < IMC < p95$) y obesidad ($IMC > p95$)²⁶.

Nivel educacional de los padres (NEDU padres): Se consideró la mayor escolaridad en años de estudio fuera del padre o madre y se categorizó en 5 niveles: bajo (< 9 años), medio-bajo (entre 9 y 10 años), medio (entre 11 y 12 años), medio-alto (entre 13 y 15 años) y alto (> 15 años).

Dependencia administrativa: Se consideró el registro de MINEDUC para cada establecimiento escolar siendo: municipal, particular subvencionado o particular pagado²⁷.

Nivel socioeconómico escolar (NSE escolar): Según la categorización que realiza MINEDUC clasificando a los establecimientos educacionales en 5 niveles: bajo, medio-bajo, medio, medio-alto y alto²⁸.

Las variables numéricas y categóricas fueron descritas con medias y proporciones, respectivamente, y la diferencia de proporciones entre sexos y entre dependencias administrativas para cada sexo se evaluó a través de Test Chi-cuadrado. Para determinar las variables que se asocian en forma conjunta con RA, se ajustaron modelos de regresión logística binaria para explicar RA global “bueno” y RA por asignatura “suficiente” (Lectura, Matemáticas, Ciencias Naturales e Historia y Geografía y Ciencias Sociales). En ambos modelos se consideró como variable explicatoria CF para los análisis bivariados (modelos crudos); y se añadió edad, estado nutricional, NEDU padres, dependencia escolar y NSE escolar para los análisis multivariados (modelos ajustados). En una primera etapa los análisis se realizaron separados por sexo y luego separados por sexo y dependencia administrativa. Tanto para los modelos bivariados como multivariados el nivel de referencia considerado fue CF global “mala” y componente de CF “insuficiente” (fuerza abdominal, fuerza EESS, potencia muscular, flexibilidad y CCR), según correspondiera el caso.

El grado de asociación se cuantificó mediante Odds

Ratio (OR) con intervalo de confianza de 95%. Se utilizó el programa SPSS versión 21.

La prueba SIMCE se enmarca dentro de la Ley N°20.529 de Chile, que establece la participación obligatoria de los establecimientos educacionales del país.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile (N° de proyecto 16-296).

Resultados

De 19.929 escolares evaluados y registrados en la base de datos facilitada por la Agencia de Calidad de la Educación para efectos del presente estudio, 12.338 cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, lo que correspondió al 61,9%. De la muestra 47,9% fueron mujeres y la edad media fue $13,5 \pm 0,5$ años, sin diferencias significativas entre ambos sexos.

Las características sociodemográficas se detallan en la tabla 1. En el análisis según sexo y dependencia administrativa se encontró que las mujeres presentaron mayor prevalencia de un estado nutricional sobre

Tabla 1. Características sociodemográficas de los escolares chilenos de 8° básico según sexo y dependencia escolar

Variable	Mujeres				Valor p ¹	Hombres				Valor p ¹	Valor p ²
	Total	Municipal	Particular subvencionado	Particular pagado		Total	Municipal	Particular subvencionado	Particular pagado		
	(n = 5.734)	(n = 2.628)	(n = 2.747)	(n = 359)		(n = 6.604)	(n = 2.924)	(n = 3.136)	(n = 544)		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
<i>Edad</i>					< 0,001					< 0,001	< 0,001
13 años	54,6	56,3	55,2	37,3		50,7	51,7	52,4	35,5		
14 años	45,4	43,7	44,8	62,7		49,3	48,3	47,6	64,5		
<i>Estado nutricional</i>					< 0,001					< 0,001	< 0,001
Bajo peso	0,9	0,9	0,9	0,8		2,6	2,8	2,4	2,2		
Normal	60,6	57,5	61,4	76,9		62,1	61,5	60,7	73,3		
Riesgo de obesidad	26,3	26,8	26,7	19,5		21,4	21,5	22,2	16,4		
Obesidad	12,2	14,8	11,0	2,8		13,9	14,3	14,6	8,1		
<i>NEDU padres</i>					< 0,001					< 0,001	0,095
Bajo	17,2	29,2	8,0	0,0		15,8	27,7	7,5	0,0		
Medio-bajo	9,2	13,3	6,4	0,3		8,7	12,9	6,3	0,4		
Medio	42,5	44,6	45,5	3,6		42,5	45,8	46,3	2,9		
Medio-alto	6,1	3,6	8,8	3,3		6,4	3,8	9,3	3,1		
Alto	25,1	9,3	31,3	92,8		26,6	9,9	30,6	93,6		
<i>NSE escolar</i>					< 0,001					< 0,001	0,004
Bajo	11,0	21,2	2,7	0,0		10,7	21,2	2,7	0,0		
Medio-bajo	31,9	58,9	10,3	0,0		31,0	59,4	9,9	0,0		
Medio	35,4	17,4	57,3	0,0		36,3	17,1	60,6	0,0		
Medio-alto	14,4	2,5	27,3	2,2		13,1	2,4	25,2	1,3		
Alto	7,3	0,0	2,4	97,8		8,9	0,0	1,6	98,7		

IMC: Índice de Masa Corporal; NEDU: Nivel Educativo; NSE: Nivel Socioeconómico. Estado nutricional según tabla de referencia del MINSAL. Valor p¹: entre dependencias escolares, Valor p²: entre sexos. Test Chi-cuadrado, IC 95%.

un IMC normal al comparar con los hombres (38,5 % vs 35,3%, respectivamente). La mayor prevalencia de riesgo de obesidad y obesidad se presentó en mujeres de colegios municipales; en hombres la mayor prevalencia se distribuyó de manera similar entre colegios municipales y particulares subvencionados.

En NEDU padres no se encontraron diferencias entre ambos sexos. Al considerar la distribución por dependencia administrativa, mujeres y hombres de colegios municipales tuvieron mayor prevalencia de padres con NEDU medio-bajo y bajo, mientras los de colegios particulares tuvieron padres con alta instrucción. El NSE escolar presentó una distribución similar.

Se presenta la distribución de CF y RA según sexo y dependencia administrativa (tabla 2). Los resultados de CF por componente señalan que los hombres presentaron mayor proporción en nivel suficiente para fuerza abdominal, potencia muscular y CCR que las mujeres, sólo en flexibilidad las mujeres tuvieron mayor proporción de suficiencia que los hombres. Para fuerza de

EESS los resultados fueron similares en ambos grupos. En el análisis de las prevalencias de suficiencia para cada componente de CF según sexo y dependencia administrativa, mujeres de colegios municipales mostraron la menor proporción de nivel suficiente en todos los componentes, mientras que mujeres de colegios particulares concentraron las prevalencias más altas. Similar situación se visualizó en hombres, excepto para flexibilidad donde no hubo diferencias por dependencia administrativa.

Los hombres presentaron mayor prevalencia de CF global buena que las mujeres, solo un tercio de ellas logró el nivel más alto. Los colegios particulares concentraron la mayor proporción de escolares con CF global buena en ambos sexos.

En RA por asignatura, los hombres obtuvieron mayor proporción de rendimiento suficiente para tres de cuatro asignaturas respecto a las mujeres, la proporción de mujeres fue mayor sólo en Lectura (26,9% versus 23,7%). En RA global los hombres presentaron

Tabla 2. Descripción del rendimiento académico y condición física según sexo y dependencia escolar

Variable	Mujeres					Hombres					Valor p ²
	Total (n = 5.734) %	Municipal (n = 2.628) %	Particular subven- cionado (n = 2.747) %	Particular pagado (n = 359) %	Valor p ¹	Total (n = 6.604) %	Municipal (n = 2.924) %	Particular subven- cionado (n = 3.136) %	Particular pagado (n = 544) %	Valor p ¹	
<i>Condición física</i>											
<i>Por componente en nivel suficiente</i>											
Fuerza abdominal	76,6	73,3	78,2	88,9	< 0,001	83,0	80,1	84,4	90,8	< 0,001	< 0,001
Fuerza EESS	25,6	23,3	26,7	33,7	< 0,001	27,0	23,9	29,0	32,5	< 0,001	0,075
Potencia muscular EEl	39,6	34,8	39,8	73,5	< 0,001	47,5	44,4	46,8	68,2	< 0,001	< 0,001
Flexibilidad	41,8	39,1	42,5	56,3	< 0,001	37,3	38,8	36,3	35,5	0,091	< 0,001
CCR	18,2	17,9	15,8	38,2	< 0,001	55,6	54,2	55,0	66,7	< 0,001	< 0,001
<i>Condición física global</i>											
Mala	9,5	11,9	8,3	1,4	< 0,001	6,0	7,1	5,5	2,4	< 0,001	< 0,001
Regular	57,0	59,0	58,1	34,3	< 0,001	44,5	46,1	44,9	34,0	< 0,001	< 0,001
Buena	33,4	29,0	33,6	64,3	< 0,001	49,5	46,8	49,6	63,6	< 0,001	< 0,001
<i>Rendimiento académico</i>											
<i>Por asignatura en nivel suficiente</i>											
Lectura	26,9	18,2	30,5	64,1	< 0,001	23,7	14,4	26,3	57,7	< 0,001	< 0,001
Matemáticas	20,2	9,7	24,3	65,5	< 0,001	26,0	12,9	30,0	73,3	< 0,001	< 0,001
Cs. Naturales	25,1	13,7	30,7	66,0	< 0,001	31,5	17,7	37,3	72,2	< 0,001	< 0,001
Hist. y Geografía y Cs. Sociales	21,7	12,3	26,1	57,4	< 0,001	29,7	16,4	35,1	70,0	< 0,001	< 0,001
<i>Rendimiento académico global</i>											
Malo	59,2	72,9	52,0	14,5	< 0,001	53,9	70,2	46,5	9,0	< 0,001	< 0,001
Regular	23,8	19,2	27,7	27,9	< 0,001	24,6	19,6	28,8	27,8	< 0,001	< 0,001
Bueno	16,9	7,9	20,3	57,7	< 0,001	21,5	10,3	24,7	63,2	< 0,001	< 0,001

EESS: Extremidades superiores; EEl: Extremidades inferiores; CCR: Capacidad Cardiorrespiratoria. Condición física global: cantidad de componentes con nivel suficiente: mala (0), regular (1-2), buena (3-5). Rendimiento académico global: cantidad de asignaturas con nivel suficiente: malo (0), regular (1-2), bueno (3-4). Valor p¹: entre dependencias escolares, Valor p²: entre sexos. Test de Chi-cuadrado, IC 95%.

mayor prevalencia de nivel bueno que las mujeres. En la distribución por dependencia escolar se observó que, para ambos sexos, los colegios municipales presentaron menor proporción de escolares de buen RA tanto por asignatura como global que los colegios particulares ($p < 0,001$).

Las características de los escolares excluidos de la muestra se muestran en la tabla 3.

En el modelo bivariado (OR crudo), para mujeres y hombres, una CF global buena o bien cada componente de CF en nivel suficiente aumentaron las posibilidades de obtener un RA global bueno respecto a los escolares con CF global mala o componente de CF insuficiente, respectivamente. La CF global buena también se asoció a más posibilidades de un nivel suficiente en cada una de las asignaturas evaluadas para mujeres y hombres. Al incorporar las variables de ajuste (OR ajustado) se observó que mujeres con CF global buena obtuvieron 34% más de chance para un buen RA y los hombres un 21% más. En la asociación por cada componente de CF, fuerza abdominal en mujeres y potencia muscular y flexibilidad en ambos sexos, se asociaron positiva e independientemente con RA global bueno. Al analizar la asociación por asignatura, en mujeres, una CF global buena aumentó las chances en 35% para un rendimiento suficiente en Lectura, 51% en Matemáticas y 34% en Ciencias Naturales; en hombres, aumentó las chances en 37% para Lectura y 26% en Matemáticas (tabla 4).

En el análisis multivariado, y teniendo como referencia una CF global mala, el nivel regular en mujeres aumentó las posibilidades de RA global bueno en 43% y el nivel bueno en 84%; para los hombres las chances aumentaron 53% y 78% respectivamente. En la asociación por sexo y dependencia administrativa, y considerando las variables de ajuste, se observó que en mujeres de colegios municipales las chances se duplicaron con CF regular (OR: 2,12 IC: 1,12-4,03) y se triplicaron con CF buena (OR: 3,34 IC: 1,72-6,48); para hombres de colegios particulares subvencionados las chances aumentaron 72%(OR: 1,72 IC: 1,10-2,70) y 91%(OR: 1,91 IC: 1,21-3,01) respectivamente (tabla 5).

Discusión

Una buena CF global se asoció a buen RA global para mujeres y hombres, independiente de la edad, estado nutricional, NEDU de los padres, dependencia escolar y NSE escolar, resultados concordantes con la evidencia⁵. La asociación se observó especialmente en las dependencias administrativas de estratos socioeconómicos más bajos.

Entre las investigaciones desarrolladas en Chile so-

Variable	n	%
Sexo	7.365	
Mujer		51,3
Edad	7.365	
13 años		36,3
14 años		36,0
15 años		21,1
16 años		5,2
17 años		1,4
18 años		0,1
Estado Nutricional	7.353	
Bajo		1,9
Normal		57,8
Riesgo de Obesidad		24,2
Obesidad		16,2
NEDU padres	7.365	
Bajo		18,0
Medio-bajo		9,4
Medio		40,5
Medio-alto		5,6
Alto		26,5
Dependencia escolar	7.365	
Municipal		46,5
Particular subvencionado		45,5
Particular pagado		8,0
NSE escolar	7.365	
Bajo		14,1
Medio-bajo		33,3
Medio		30,6
Medio-alto		13,3
Alto		8,7
Componente de CF en nivel "suficiente"		
Fuerza abdominal	7.365	75,8
Flexibilidad	6.252	36,6
Fuerza de EESS	7.365	25,1
Potencia muscular EEII	7.320	37,1
CCR	7.290	53,4
Asignatura en nivel "suficiente"		
Lectura	5.955	19,7
Matemáticas	5.936	19,0
Cs. Naturales	5.933	22,2
Historia y Geografía y Cs. Sociales	5.929	20,8

NEDU: Nivel Educacional; NSE: Nivel Socioeconómico; CF: Condición Física; EESS: Extremidades superiores; EEII: Extremidades inferiores; CCR: Capacidad Cardiorrespiratoria

bre la relación entre CF y RA se encuentra la de García-Hermoso y cols. quienes analizaron los datos de tres diferentes cohortes de escolares evaluados por el SIMCE. El estudio mostró que buenos niveles de CCR y fuerza muscular se asociaban con buen RA en lenguaje y matemáticas incluso en escolares con alteración nutricional por exceso, un reconocido determinante de las habilidades cognitivas. Los autores destacaron de sus resultados el rol mediador de la CF sobre los efectos del estado nutricional en el RA²⁹.

Tabla 4. Asociación bivariada (OR crudo) y multivariada (OR ajustado) entre condición física y rendimiento académico, separada por sexo

	Mujeres				Hombres			
	OR crudo	IC 95%	OR ajustado	IC 95%	OR crudo	IC 95%	OR ajustado	IC 95%
<i>Rendimiento académico global bueno</i>								
Condición física global buena	2,03	1,76-2,34**	1,34	1,14-1,57**	1,42	1,26-1,60**	1,21	1,06-1,38*
Fuerza abdominal suficiente	1,67	1,39-2,00**	1,23	1,01-1,50*	1,50	1,26-1,78**	1,17	0,97-1,41
Fuerza EESS suficiente	1,23	1,05-1,43*	0,95	0,80-1,12	1,17	1,03-1,34*	1,03	0,89-1,19
Potencia muscular EEII suficiente	2,03	1,77-2,34**	1,33	1,14-1,56**	1,46	1,30-1,65**	1,15	1,01-1,32*
Flexibilidad suficiente	1,63	1,41-1,87**	1,36	1,17-1,59**	1,16	1,03-1,31*	1,25	1,09-1,43*
CCR suficiente	1,56	1,32-1,84**	1,19	0,98-1,44	1,21	1,07-1,36*	1,06	0,92-1,22
<i>Rendimiento académico por asignatura suficiente</i>								
<i>Lectura</i>								
Condición física global buena	1,79	1,59-2,02**	1,35	1,18-1,54**	1,57	1,40-1,76**	1,37	1,21-1,56**
<i>Matemáticas</i>								
Condición física global buena	2,17	1,91-2,48**	1,51	1,30-1,75**	1,47	1,31-1,64**	1,26	1,11-1,43**
<i>Ciencias Naturales</i>								
Condición física global buena	1,85	1,63-2,09**	1,34	1,16-1,53**	1,29	1,16-1,43**	1,09	0,97-1,23
<i>Historia y Geografía y Ciencias Sociales</i>								
Condición física global buena	1,43	1,26-1,63**	0,98	0,85-1,14	1,22	1,10-1,35**	1,08	0,95-1,21

EESS: Extremidades Superiores; EEII: Extremidades Inferiores; CCR: Capacidad Cardiorrespiratoria; OR: Odds Ratio; IC 95%: Intervalo de Confianza al 95%. Regresión logística binaria. Variables independientes: condición física global buena (3 a 5 componentes con nivel suficiente) y por componente de condición física con nivel suficiente. Variables dependientes: rendimiento académico global bueno (3 o 4 asignaturas con nivel suficiente) y por asignatura con nivel suficiente. Variables de ajuste: edad, estado nutricional, NEDU padres, dependencia escolar y NSE escolar. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

Tabla 5. Asociación multivariada de condición física y rendimiento académico según sexo y tipo de dependencia escolar

CF global	Dependencia escolar							
	Total		Municipal		Particular subvencionado		Particular pagado	
	OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%
<i>Mujeres</i>								
Mala								
Regular	1,43	1,02-2,00*	2,12	1,12-4,03*	1,21	0,81-1,83	1,52	0,24-9,58
Buena	1,84	1,31-2,60**	3,34	1,72-6,48**	1,37	0,90-2,09	2,71	0,44-16,81
<i>Hombres</i>								
Mala								
Regular	1,53	1,09-2,14*	1,16	0,68-2,00	1,72	1,10-2,70*	2,14	0,65-7,08
Buena	1,78	1,27-2,50*	1,45	0,83-2,52	1,91	1,21-3,01*	2,64	0,80-8,68

CF: Condición Física; OR: Odds Ratio; IC 95%: Intervalo de Confianza al 95%. Regresión logística binaria multivariada. Variable independiente: CF global buena (3 a 5 componentes con nivel suficiente). Variable dependiente: rendimiento académico global bueno (3 o 4 asignaturas con nivel suficiente). Variables de ajuste: edad, estado nutricional, NEDU padres y NSE escolar. * $p < 0,05$ ** $p < 0,001$

Como complemento a las investigaciones nacionales previas, y basados en la evidencia internacional, en el presente estudio se incluyó un análisis diferenciado por sexo y dependencia administrativa, valorando además la magnitud de la asociación. Se observó que las posibilidades de un buen RA aumentaban con altos niveles de CF, y que la magnitud de la asociación variaba según fueran mujeres u hombres y según el tipo

de colegio. La mayor magnitud se encontró en mujeres de colegios municipales, quienes también eran las que tenían los niveles más bajos de CF y RA. Si bien ambos sexos pueden compartir el ambiente físico en el colegio, las mujeres podrían estar reflejando la suma de barreras ligadas al rol de género y que han sido tratadas en publicaciones como la realizada por el Centro de Investigación en Niñas y Mujeres Tucker de Minneso-

ta donde se describen en detalle diversos factores sociales que desde edades tempranas favorecen a que las niñas sean menos activas que los niños y que dificultan el desarrollo de su condición física³⁰. Al determinante social se agrega la influencia biológica que empieza a evidenciarse durante la pubertad y que con el tiempo podría acrecentar las diferencias de rendimiento físico entre los sexos.

En este estudio para ambos sexos se observó asociación entre RA y potencia muscular y flexibilidad, la evidencia muestra resultados similares y también contradictorios con dicho hallazgo³¹⁻³³. Fisiológicamente se ha descrito la liberación de IGF1 (precursor de neurotrofinas) por parte del músculo tras la ejecución de ejercicios de fortalecimiento y de elongación lo que podría dar sustento a la asociación encontrada con ambos componentes^{34,35}. Se ha reportado amplia evidencia de asociación entre CCR y RA, resultados no observados en esta investigación; los distintos métodos de análisis empleados podrían explicar tales diferencias. Algunos estudios han analizado la asociación enfocándose principalmente en la CCR y en los rendimientos independientes de Lectura y Matemáticas^{36,37} mientras que en este estudio, se analizó la asociación de CCR y RA global, es decir, un resultado académico que integra el rendimiento de cuatro asignaturas. También existen diferencias en las categorizaciones de los resultados de cada variable, en este estudio se consideraron los puntos de corte que el MINEDUC establece para definir si los escolares cumplen o no los objetivos esperados para CF y RA, mientras que otros autores han diferenciado los resultados según z-score o percentiles.

En Chile, según datos publicados por la Agencia de Calidad de la Educación, desde las primeras aplicaciones del SIMCE, las instituciones privadas, asociadas a NSE más altos, alcanzan niveles más altos de RA y CF que las subvencionadas y municipales, dependencias asociadas a estratos más bajos³⁸. Concordante a lo anterior, en la presente investigación se observó que tanto mujeres como hombres de colegios particulares presentaron mayoritariamente buena CF y buen RA, siendo la única dependencia administrativa donde predominaban dichos niveles. Independiente del tipo de colegio, se observó la tendencia que escolares con niveles más altos de CF presentaban más posibilidades de alcanzar un buen RA; el hecho de que dicha asociación resultara significativa sólo en colegios asociados a estratos más bajos podría estar reflejando la influencia del NSE donde escolares de estratos más altos potenciarían otros factores que pudiesen beneficiar su logro académico.

Entre los factores asociados al NSE que podrían explicar un bajo RA en los estratos más bajos se encuentran: malnutrición, menor apoyo parental y colegios con menores recursos³⁹, entre otros. Mismos factores

que podrían determinar una mala CF y que podrían dificultar la práctica de actividad física al considerar: falta de infraestructura adecuada, costo económico adicional asociado y sensación de inseguridad en la comunidad⁴⁰. De contrapartida, la mejor CF de escolares de colegios particulares pagados puede ser resultado de más horas de Educación Física, de talleres deportivos o de mayor acceso a clubes deportivos privados, opciones que escasamente tendrían escolares de colegios municipales. De lo expuesto se plantea la relevancia de un ambiente escolar saludable, que facilite un óptimo desarrollo físico e intelectual de todos los estudiantes independiente del contexto social en el que se desenvuelven, que puedan practicar más actividad física favoreciendo su CF y RA.

Los resultados del presente trabajo podrían contribuir a dirigir políticas entre ministerios como Educación y Deporte que desarrollen y/o fortalezcan los programas e infraestructura de actividad física escolar para mejorar la CF de los estudiantes, especialmente en los colegios de menores recursos. Se evidencia la necesidad de que los programas de Educación Física consideren actividades que entreguen reales posibilidades de alcanzar una buena condición física para mujeres y hombres. La evidencia demuestra la importancia de mantener una buena CF en toda la población, y destaca el rol que tiene no sólo en la salud de niños y adolescentes sino también en su desarrollo intelectual, argumentos que deberían ser considerados al momento de desarrollar las políticas que guían el proceso educativo. Políticas educacionales orientadas a mejorar la CF atendiendo las necesidades propias de mujeres y hombres y de los distintos tipos de establecimientos educacionales permitiría favorecer la salud y aprendizaje de los escolares disminuyendo las brechas existentes entre sexos y entre los distintos estratos socioeconómicos.

Como limitación de este estudio se encuentra que, por su diseño transversal, no es posible establecer relaciones causales entre las variables analizadas. Existe la posibilidad de no haber considerado otras variables que modificaran los resultados. No existen detalles sobre las características de los programas de actividad física desarrollados en cada escuela para analizar el posible efecto de grupos. A pesar de la obligatoriedad del SIMCE, una importante cantidad de datos debieron ser excluidos por evaluaciones incompletas o por falta de datos sociodemográficos considerados importantes para esta investigación.

A diferencia de las anteriores publicaciones nacionales, en el presente trabajo se decidió excluir del análisis aquellos escolares mayores de 14 años para evitar un posible sesgo de selección al contemplar alumnos que pudiesen ser repitentes (información no disponible en la base de datos). Lo anterior ante el supuesto de que escolares repitentes pudiesen alcanzar un RA superior

a los no repitentes por el hecho de estar cursando por segunda o más veces el 8° año básico y que además pudiesen presentar una mejor CF por su mayor edad y su consecuente mayor desarrollo físico. En el presente estudio la asociación se presentó positiva, al igual que en las investigaciones chilenas previas que no consideraban este aspecto. Es decir, este estudio además de sumar evidencia de asociación entre CF y RA, resulta ser un importante respaldo a los anteriores hallazgos aun cuando ellos no hayan contemplado el posible efecto de estudiantes que pudiesen ser repitentes. Así la presente investigación, aporta nuevos argumentos para que las políticas educacionales reflexionen sobre la influencia de esta asociación en la totalidad de la población escolar.

Entre las fortalezas, este estudio aumenta la evidencia científica respecto a la asociación entre CF y RA en adolescentes, utilizando datos de una prueba estandarizada, aplicada a nivel nacional y que evalúa a una muestra representativa de la población escolar chilena. Además resulta ser el primer estudio chileno que analiza la asociación entre CF y RA de manera diferenciada entre sexos y entre los distintos tipos de instituciones educacionales.

En conclusión, la presente investigación muestra que una buena CF se asocia a un buen RA en adolescentes tempranos escolares chilenos, independiente de su edad, estado nutricional, NEDU de los padres y NSE de la escuela a la que pertenecen. La asociación varía según la dependencia escolar, se presenta para mujeres de colegios municipales y hombres de colegios particulares subvencionados.

Responsabilidades Éticas

Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos: Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la Privacidad y Consentimiento Informado: Los autores declaran que la información ha sido obtenida de datos previos en forma anonimizada, por lo cual el Comité de Ética de Investigación en uso de sus facultades, ha eximido de la obtención de un consentimiento informado, lo cual consta en el acta respectiva.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Esta investigación utilizó como fuente de información las bases de datos de la Agencia de Calidad de la Educación. Los autores agradecen a la Agencia de Calidad de la Educación el acceso a la información. Todos los resultados del estudio son de responsabilidad de los autores y en nada comprometen a dicha institución.

Referencias

- Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* 1985;100(2):126-31.
- Millard-Stafford M, Becasen JS, Beets MW, Nihiser AJ, Lee SM, Fulton JE. Is Physical Fitness Associated with Health in Overweight and Obese Youth? A Systematic Review. *Kinesiol Rev (Champaign).* 2013;2(4):233-47.
- Echouffo-Tcheugui JB, Butler J, Yancy CW, Fonarow GC. Association of Physical Activity or Fitness With Incident Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circ Heart Fail.* 2015;8(5):853-61.
- Barry VW, Baruth M, Beets MW, Durstine JL, Liu J, Blair SN. Fitness vs. fatness on all-cause mortality: a meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014;56(4):382-90.
- Santana CCA, Azevedo LB, Cattuzzo MT, Hill JO, Andrade LP, Prado WL. Physical fitness and academic performance in youth: A systematic review. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(6):579-603.
- Marques A, Santos DA, Hillman CH, Sardinha LB. How does academic achievement relate to cardiorespiratory fitness, self-reported physical activity and objectively reported physical activity: a systematic review in children and adolescents aged 6-18 years. *Br J Sports Med.* 2017;52(16):1039
- London RA, Castrechini S. A longitudinal examination of the link between youth physical fitness and academic achievement. *J Sch Health.* 2011;81(7):400-8.
- Sardinha LB, Marques A, Minderico C, et al. Longitudinal Relationship between Cardiorespiratory Fitness and Academic Achievement. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(5):839-44.
- Bartee R, Heelan K, Dority B. Longitudinal Evaluation of Aerobic Fitness and Academic Achievement Among Schoolchildren. *J Sch Health.* 2018;88(9):644-50.
- Thomas AG, Dennis A, Bandettini PA, Johansen-Berg H. The effects of aerobic activity on brain structure. *Front Psychol.* 2012;3:86.
- Khan NA, Hillman CH. The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatr Exerc Sci.* 2014;26(2):138-46.
- Braz ID, Flück D, Lip GYH, Lundby C, Fisher JP. Impact of aerobic fitness on cerebral blood flow and cerebral vascular responsiveness to CO₂ in young and older men. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(6):634-42.
- Uysal N, Agilkaya S, Sisman AR, et al. Exercise increases leptin levels correlated with IGF-1 in hippocampus and prefrontal cortex of adolescent male

- and female rats. *J Chem Neuroanat*. 2017;81:27-33.
14. Trejo JL, Carro E, Torres-Aleman I. Circulating insulin-like growth factor I mediates exercise-induced increases in the number of new neurons in the adult hippocampus. *J Neurosci*. 2001;21(5):1628-34.
 15. Neeper SA, Gómez-Pinilla F, Choi J, Cotman C. Exercise and brain neurotrophins. *Nature*. 1995;373(6510):109.
 16. Alves B da S. Obesidade na infância : critérios diagnósticos e impacto no rendimento escolar. 2007. Repositorio Digital. 2007. <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp047592.pdf>, última visita 25-01-2019.
 17. Coledam DHC, Ferraiol PF, Arruda GA, et al. Asociación entre diferentes indicadores socioeconómicos con la actividad física y aptitud física relacionada con la salud en adolescentes. *Revista de Salud Pública*. 2013;15(6):823-36.
 18. Telford RM, Telford RD, Olive LS, Cochrane T, Davey R. Why Are Girls Less Physically Active than Boys? Findings from the LOOK Longitudinal Study. *PLOS ONE*. 2016;11(3):e0150041.
 19. Agencia de Calidad de la Educación. Informe de resultados. Estudio nacional de Educación Física 2014. http://archivos.agenciaeducacion.cl/Estudio_Nacional_Educacion_Fisica_2014_8basico.pdf, última visita 20-09-2018.
 20. OECD 2014. Are boys and girls equally prepared for life?. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PIF-2014-gender-international-version.pdf>, última visita 20-02-2019.
 21. Kyan A, Takakura M, Miyagi M. Does Physical Fitness Affect Academic Achievement among Japanese Adolescents? A Hybrid Approach for Decomposing Within-Person and Between-Persons Effects. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(9): pii: E1901.
 22. Agencia de Calidad de la Educación. Informe nacional resultados Chile PISA 2012. http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe_Nacional_Resultados_Chile_PISA_2012.pdf, última visita 05-07-2018.
 23. Navarro-Aburto B, Díaz-Bustos E, Muñoz-Navarro S, Pérez-Jiménez J. Condición física y su vinculación con el rendimiento académico en estudiantes de Chile. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*. 2017;15(1):309-25.
 24. Olivares PR, García-Rubio J. Associations between different components of fitness and fatness with academic performance in Chilean youths. *PeerJ*. 2016;4:e2560.
 25. Agencia de Calidad de la Educación. Informe técnico SIMCE 2014. http://archivos.agenciaeducacion.cl/InformeTecnicoSimce_2014.pdf, última visita: 05-12-2018.
 26. Unidad de Nutrición del Ministerio de Salud, Consejo Asesor de en Nutrición, Grupo de Expertos. Norma técnica de evaluación nutricional del niño de 6 a 18 años. Año 2003. *Rev Chil Nutr*. 2004;31(2):128-37.
 27. Organización de Estados Iberoamericanos. Sistemas Educativos Nacionales - Chile. Estructura del Sistema Educativo. <http://www.oei.es/historico/quipu/chile/#sis2>, última visita 05-12-2018.
 28. MINEDUC. Unidad de Curriculum y Evaluación. Metodología de construcción de grupos socioeconómicos SIMCE 2012. <http://archivos.agenciaeducacion.cl/Metodologia-de-Construccion-de-Grupos-Socioeconomicos-SIMCE-2011.pdf>, última visita: 20-11-2018.
 29. García-Hermoso A, Esteban-Cornejo I, Olloquequi J, Ramírez-Vélez R. Cardiorespiratory Fitness and Muscular Strength as Mediators of the Influence of Fatness on Academic Achievement. *J Pediatr*. 2017;187:127-33.e3.
 30. Tucker Center for Research on Girls & Women in Sport. (2018, September). The 2018 Tucker Center Research Report, Developing physically active girls: An evidence-based multidisciplinary approach. (2018) <https://z.umn.edu/tcrr-r3>, última visita 15-01-2019.
 31. Chen LJ, Fox KR, Ku PW, Taun CY. Fitness change and subsequent academic performance in adolescents. *J Sch Health*. 2013;83(9):631-8.
 32. Coe DP, Peterson T, Blair C, et al. Physical fitness, academic achievement, and socioeconomic status in school-aged youth. *J Sch Health*. 2013;83(7):500-7.
 33. Gil-Espinos FJ, Cadenas-Sánchez C, Chillón P. Physical fitness predicts the academic achievement over one-school year follow-up period in adolescents. *J Sports Sci*. 2018;7:1-6.
 34. Acute resistance exercise-induced IGF1 expression and subsequent GLUT4 translocation. *Physiol Rep*. 2016;4(16): e12907.
 35. Domínguez-Sánchez MA, Bustos-Cruz RH, Velasco-Orjuela GP, et al. Acute Effects of High Intensity, Resistance, or Combined Protocol on the Increase of Level of Neurotrophic Factors in Physically Inactive Overweight Adults: The BrainFit Study. *Front Physiol*. 2018;27:9:741.
 36. Castelli DM, Hillman CH, Buck SM, Erwin HE. Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *J Sport Exerc Psychol*. 2007;29(2):239-52.
 37. Bass RW, Brown DD, Laurson KR, Coleman MM. Physical fitness and academic performance in middle school students. *Acta Paediatr*. 2013;102(8):832-7.
 38. Donoso S, Hawes G. Eficiencia escolar y diferencias socioeconómicas: a propósito de los resultados de las pruebas de medición de la calidad de la educación en Chile. *Educação e Pesquisa*. 2002;28(2):25-39.
 39. Erikson R. Is it enough to be bright? Parental background, cognitive ability and educational attainment. *European Societies*. 2016;18(2):117-35.
 40. Cason-Wilkerson R, Goldberg S, Albright K, Allison M, Haemer M. Factors Influencing Healthy Lifestyle Changes: A Qualitative Look at Low-Income Families Engaged in Treatment for Overweight Children. *Child Obes*. 2015;11(2):170-6.