



Asociación entre el fitness cardiorespiratorio y el riesgo de mortalidad en la población chilena

Association between cardiorespiratory fitness and mortality risk in the Chilean population

AUTORES

- (1,2)** Jaime Vázquez-Gómez
 [ORCID: 0000-0003-0597-793X]
- (3,4)** Yeny Concha-Cisternas
 [ORCID: 0000-0001-7013-3894]
- (5)** Solange Parra-Soto
 [ORCID: 0000-0002-8443-7327]
- (6,7)** Daniel Reyes-Molina
 [ORCID: 0000-0003-0068-2438]

- (8,9)** Felipe Díaz-Toro
 [ORCID: 0000-0002-7955-8183]
- (10,11)** Fanny Petermann-Rocha
 [ORCID: 0000-0002-4384-4962]
- (2,12)** Carlos Celis-Morales
 [ORCID: 0000-0003-2612-3917]

FILIACIONES

- (1)** Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Maule (CIEAM); Universidad Católica del Maule. TALCA, CHILE.
- (2)** Laboratorio de Rendimiento Humano; Universidad Católica del Maule. TALCA, CHILE.
- (3)** Escuela de Kinesiología; Facultad de Salud; Universidad Santo Tomás. TALCA, CHILE.
- (4)** Pedagogía en Educación Física; Facultad de Educación; Universidad Autónoma de Chile. TALCA, CHILE.
- (5)** Departamento de Nutrición y Salud Pública; Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos; Universidad del Bío-Bío. CHILLÁN, CHILE.
- (6)** Escuela de Kinesiología; Facultad de Salud; Universidad Santo Tomás. LOS ANGELES, CHILE.

- (7)** Doctorado en Psicología; Facultad de Ciencias Sociales; Universidad de Concepción. CONCEPCIÓN, CHILE.
- (8)** Department of Epidemiology; Mailman School of Public Health; Columbia University. NUEVA YORK, ESTADOS UNIDOS.
- (9)** Facultad de Enfermería; Universidad Andrés Bello. SANTIAGO, CHILE.
- (10)** School of Cardiovascular and Metabolic Health; University of Glasgow. GLASGOW, REINO UNIDO.
- (11)** Centro de Investigación Biomédica; Facultad de Medicina; Universidad Diego Portales. SANTIAGO, CHILE.
- (12)** High-Altitude Medicine Research Centre (CEIMA); Universidad Arturo Prat. IQUIQUE, CHILE.

CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA

CONCEPTUALIZACIÓN: J Vázquez-Gómez, C Celis-Morales.

ANÁLISIS FORMAL: J Vázquez-Gómez, C Celis-Morales.

INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA: J Vázquez-Gómez, Y Concha-Cisternas, S Parra-Soto, D Reyes-Molina, F Díaz-Toro, F Petermann-Rocha, C Celis-Morales.

SOFTWARE: J Vázquez-Gómez, C Celis-Morales.

SUPERVISIÓN: J Vázquez-Gómez, Y Concha-Cisternas, S Parra-Soto, D Reyes-Molina, F Díaz-Toro, F Petermann-Rocha, C Celis-Morales.

REDACCIÓN DE BORRADOR ORIGINAL, REVISIÓN Y EDICIÓN: J Vázquez-Gómez, Y Concha-Cisternas, S Parra-Soto, D Reyes-Molina, F Díaz-Toro, F Petermann-Rocha, C Celis-Morales.

FINANCIACIÓN

Sin financiación.

CORRESPONDENCIA

Jaime Andrés Vázquez-Gómez jvasquez@ucm.cl
 Universidad Católica del Maule. CP 3460000. Talca, Chile.

CITA SUGERIDA

Vázquez-Gómez J, Concha-Cisternas Y, Parra-Soto S, Reyes-Molina D, Díaz-Toro F, Petermann-Rocha F, Celis-Morales C. Asociación entre el fitness cardiorespiratorio y el riesgo de mortalidad en la población chilena. *Rev Esp Salud Pública.* 2025; 99: 20 de marzo e202503015.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

RESUMEN

FUNDAMENTOS // El fitness cardiorespiratorio disminuye el riesgo de enfermedades cardiometabólicas, de cáncer y la mortalidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación entre el fitness cardiorespiratorio estimado con ecuación y la mortalidad por todas las causas en población chilena de ambos sexos, según los datos de la *Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2009-2010*.

MÉTODOS // Se analizaron datos de 4.749 participantes de la *ENS 2009-2010* tras 10,9 años de seguimiento. El fitness se estimó con la ecuación de Myers *et al.* y se clasificó en quintiles. Registros de mortalidad por cualquier causa se obtuvieron del Registro Civil e Identificación de Chile hasta el año 2020. Para evaluar la asociación entre fitness y mortalidad se utilizaron modelos de regresión de Cox ajustados por variables de confusión (demográficas, estado nutricional, estilos de vida y comorbilidades).

RESULTADOS // Durante los 10,9 años (RIQ: 10,8; 11,4) de seguimiento, 506 personas (10,6%) fallecieron. En comparación al quintil más bajo de fitness (<7 MET), las personas clasificadas en el quintil más alto (>12 MET) presentaron un 95% menos riesgo de mortalidad (HR: 0,05; 95% IC: 0,03; 0,09) y el riesgo de mortalidad fue un 28% menor por cada 1-MET de incremento en fitness (HR: 0,72 95% IC: 0,69; 0,75). Todas estas asociaciones fueron independientes de factores de confusión.

CONCLUSIONES // Se concluye que un mayor nivel de fitness se asocia con un menor riesgo de mortalidad, independientemente de factores confundentes, en población chilena después de 10,9 años de seguimiento.

PALABRAS CLAVE // Capacidad cardiovascular; Registros de mortalidad; Salud del adulto; Modelos estadísticos; Epidemiología.

ABSTRACT

BACKGROUND // Cardiorespiratory fitness reduces the risk of cardiometabolic diseases, cancer and mortality. The aim of this paper was to evaluate the relationship between equation-estimated cardiorespiratory fitness and all-cause mortality in the Chilean population of both genders according to data from the *2009-2010 National Health Survey (NHS)*.

METHODS // Data from 4,749 participants from the *2009-2010 NHS* were analysed after 10.9 years of follow-up. Fitness was estimated with the Myers *et al.* equation and classified into quintiles. All-cause mortality records were obtained from the Chilean Civil Registry and Identification until 2020. Cox regression models adjusted for confounding variables (demographics, nutritional status, lifestyle and comorbidities) were used to assess the association between fitness and mortality.

RESULTS // During the 10.9 years (IQR: 10.8; 11.4) of follow-up 506 (10.6%) people died. Compared to the lowest fitness quintile (<7 METs) those classified in the highest quintile (>12 METs) had a 95% lower risk of mortality (HR: 0.05; 95% CI: 0.03, 0.09) and the risk of mortality was 28% lower for every 1-METs increase in fitness (HR: 0.72 95% CI: 0.69, 0.75). All these associations were independent of confounders.

CONCLUSIONS // We conclude that a higher level of fitness is associated with a lower risk of mortality independent of confounding factors in the Chilean population after 10.9 years of follow-up.

KEYWORDS // Cardiorespiratory fitness; Mortality; Health surveys; Adult; Epidemiology.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Salud y al Servicio de Registro Civil e Identificación de Chile por liberar los datos para realizar la presente investigación.

INTRODUCCIÓN

La inactividad física está asociada a más de 830.000 muertes prematuras anualmente (1). Sin embargo, a pesar de que mantener una actividad física regular es esencial para nuestra salud, existen indicadores más específicos, como el fitness cardiorespiratorio, que podrían estar más estrechamente relacionados con nuestro bienestar general. El fitness describe la capacidad del cuerpo para utilizar el oxígeno durante el ejercicio, y, si bien hay una relación directa entre actividad física y niveles de fitness (2,3,4), este último podría ser una variable de mayor impacto en la salud que la actividad física reciente de una persona, ya que refleja adaptaciones del organismo a largo plazo en comparación con las mediciones de períodos más breves de la práctica de actividad física. Ya es sabido que el FCR representa la actividad física de entre ocho a doce semanas (5).

La razón de realizar esta investigación se fundamenta en que numerosos estudios han evidenciado que un alto fitness disminuye el riesgo de enfermedades crónicas, como diabetes, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, demencia y algunos tipos de cáncer, además de reducir el riesgo de mortalidad (6,7). Un metanálisis que comprende 625.400 individuos de treinta y cuatro estudios prospectivos revela que un incremento de fitness equivalente a 1-MET (del inglés, *Metabolic Equivalent of Task*) está aso-

ciado a una reducción del 12% en la mortalidad por cualquier causa, en la disminución del 13% en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y en una reducción del 7% por cáncer (6). No obstante, la mayor parte de esta evidencia proviene de países de alto ingreso económico, como Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Suecia, Finlandia, Dinamarca o Japón, lo que podría limitar su aplicabilidad en contextos de ingresos medios o bajos (6). Medir el fitness puede ser oneroso y técnico; sin embargo, ecuaciones de estimación recientes, correlacionadas estrechamente con mediciones objetivas, prometen facilitar esta tarea en entornos con recursos limitados (8-18). Estas características justifican la utilidad práctica de esta investigación y su transferencia al campo ocupacional.

A pesar de que en Chile hay estudios que asocian el fitness con marcadores de salud metabólica, evidenciando una correlación positiva entre ambas variables (19), así como una relación inversa con niveles elevados de adiposidad (20,21), aún no hay investigaciones nacionales que vinculen el fitness, estimado mediante ecuación, con la mortalidad general, lo que realza la pertinencia y necesidad de realizar esta investigación. Tampoco se han comparado diferentes ecuaciones para estimar el fitness y su relación con la mortalidad, dejando en claro el vacío de conocimiento sobre el tema en el contexto chileno. En este marco, nuestro estudio tuvo como objetivo evaluar por primera vez la relación entre

Este artículo tiene una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional. Usted es libre de Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) bajo los siguientes términos: Atribución (debe darse el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo en cualquier manera razonable, pero no de alguna manera que sugiera que el licenciente lo respalda a usted o su uso); No comercial (no podrá utilizar el material con fines comerciales); Sin derivados (si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado); Sin restricciones adicionales (no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier cosa que la licencia permita). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

el fitness, estimado a través de ecuación, y la mortalidad por todas las causas en una muestra representativa de la población chilena.

SUJETOS Y MÉTODOS

Diseño del estudio, contexto y participantes. Este estudio se estructuró según las recomendaciones de *STROBE* (*Reporting of Observational studies in Epidemiology*) (22) y correspondió a una investigación observacional de diseño prospectivo en la que se utilizaron datos de la *Encuesta Nacional de Salud (ENS)* (<https://epi.minsal.cl/bases-de-datos/>) realizada en Chile entre 2009 y 2010, en el cual se consideraron variables de estilos de vida, adiposidad corporal y enfermedades cardiometabólicas. Dichas variables fueron registradas a través de mediciones empíricas, así como mediante cuestionarios en tiempo real y cara a cara con los participantes, y fueron establecidas como línea de base en un solo hito de evaluación, por lo que no fue posible hacer seguimiento a lo largo del tiempo debido al diseño del estudio (salvo para la variable mortalidad, explicada más adelante). La encuesta contó con 5.278 evaluados y tuvo representación nacional; sin embargo, se realizó un muestreo intencionado o por conveniencia en donde 4.749 participantes de quince años o más tuvieron registros disponibles para los fines en esta investigación.

Los criterios de inclusión fueron que se trataran de personas con quince años o más, hombres y mujeres, con residencia en viviendas particulares, en zonas urbanas y rurales, de las dieciséis regiones de Chile. El criterio de exclusión fue para aquellas personas que no completaron los datos de la

encuesta para conseguir el objetivo del presente estudio. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado para participar en el estudio, el cual fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile (n°16-019). De igual forma, el estudio se guió por los acuerdos de la *Declaración de Helsinki* (23).

Variables.

Fitness cardiorrespiratorio. El fitness se estimó con la ecuación de Myers et al. (24), la cual tuvo como variables independientes el sexo, la edad y el peso corporal. De esta forma, el fitness fue calculado en términos relativos como $\text{mlO}_2 \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$ y convertido a equivalentes metabólicos, en donde 1 MET equivale a $3,5 \text{ mlO}_2 \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$ (5,18). El fitness se convirtió a MET y se presentó en quintiles por sexo, los cuales fueron categorizados como *bajo* (<7 MET), *bajo-medio* (7-8,7 MET), *medio* (8,8-10,2 MET), *medio-alto* (10,3-12 MET) y *alto* (>12 MET).

Mortalidad. La mortalidad por todas las causas se obtuvo por medio de la vinculación de datos entre la *ENS 2009-2010* y el Registro Civil e Identificación de Chile. Los datos de mortalidad estuvieron disponibles hasta el 31 de diciembre de 2020, por lo que la fecha de seguimiento correspondió a la fecha de defunción otorgada por el Registro Civil o, en su defecto, a la fecha de término del seguimiento (31 de diciembre de 2020).

Covariables. Las covariables analizadas en este estudio fueron autorreportadas por medio de cuestionarios validados en la *ENS 2009-2010*, los cuales incluyeron variables sociodemográficas

cas como la edad, el sexo y el nivel educacional (≤ 8 años, 8-12 años, >12 años). También se incluyeron variables relacionadas a estilos de vida como el tiempo sedente (medido por el cuestionario GPAQ [del inglés, *Global Physical Activity Questionnaire*], el cual está validado en población latina (25)), el autorreporte del hábito tabáquico (no fumador, ex-fumador, fumador), el consumo de alcohol (medido con el test AUDIT [del inglés, *Alcohol Use Disorders Identification Test*] (26)), el autorreporte de comorbilidades y el índice de masa corporal (IMC) (el cual fue determinado en base a peso y estatura según la ecuación de la Organización Mundial de la Salud (27)), con los siguientes puntos de corte: Bajo peso= $<18,5$ kg/m²; normal= $18,5$ - $24,9$ kg/m²; sobrepeso= $25,0$ - $29,9$ kg/m²; obesidad= $\geq 30,0$ kg/m².

Métodos estadísticos. Las características de la muestra fueron clasificadas según quintiles de fitness, en donde las variables continuas se describieron mediante promedios y desviaciones estándar, y las variables categóricas en valores absolutos y porcentajes.

Para estimar la supervivencia en función del tiempo de seguimiento y de los quintiles de fitness, se utilizaron curvas crudas de Kaplan-Meier. Para determinar la relación entre mortalidad y fitness se aplicó la regresión de Cox con años de seguimiento como variable de tiempo, y los resultados se presentaron como *Hazard Ratio* (HR) con sus respectivos intervalos de confianza del 95%. De esta forma, la mortalidad se asoció con el fitness en quintiles, utilizando el quintil más bajo como referencia, y, además, se analizó la mortalidad y su asociación con el incremento de 1-MET de fitness. Todas estas asociaciones fueron ajustadas

de forma incremental por variables confundentes, es decir, modelo 0 sin ajuste; el modelo 1 ajustado por edad, sexo, nivel educativo e IMC; el modelo 2 ajustado por el modelo 1, y en el que se añadieron el consumo de alcohol, el hábito tabáquico y el tiempo sedente; el modelo 3, que incluyó las variables de los modelos 1 y 2, además del número de comorbilidades.

Por su parte, la fracción atribuible poblacional se realizó para estimar la proporción de muertes debidas a tener el fitness más bajo frente al más alto (28,29). También se realizó un análisis de Periodo Avanzado de Tasa (RAP, del inglés *Rate Advanced Period*) para estimar el número de años necesarios para tener estimaciones de riesgo similares entre los grupos de fitness más bajo y más alto (28).

Todos los análisis se realizaron con STATA v.17 (StataCorp; College Station, TX, EE.UU.), estableciendo un nivel de significación de $p < 0,05$.

RESULTADOS

De los 4.749 participantes incluidos en este estudio, 506 (10,6%) fallecieron durante los 10,9 años de seguimiento (RIQ: 10,8-11,4). Las características de la muestra según quintiles de fitness se presentan en la **TABLA 1**. Brevemente, en comparación a las personas con los niveles más bajos de fitness (Quintil 1, <7 MET), aquellos en el quintil más alto de fitness (>12 MET) tuvieron una menor edad, menor porcentaje de obesidad, una menor proporción eran hombres, presentaron un menor porcentaje de multimorbilidad, un mayor consumo de alcohol y había un mayor porcentaje de fumadores [TABLA 1].

Tabla 1
 Características de la población según quintiles de fitness cardiorespiratorio estimado con la ecuación de Myers et al.⁽²⁴⁾

Variables	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto		
	<7 MET	7-8,7 MET	8,8-10,2 MET	10,3-12 MET	>12 MET		
Quintiles de fitness, n (%)	941 (19,9)	949 (19,9)	953 (20,1)	955 (20,1)	951 (20)		
Myers et al. MET, media (DE)	5,7 (1)	8 (0,6)	9,5 (0,4)	11,1 (0,6)	13,6 (1,3)		
Muertes, n (%)	226 (44,7)	124 (24,5)	95 (18,8)	46 (9,1)	15 (2,9)		
Sexo, n (%)	Mujeres	37 (3,9)	194 (20,4)	395 (41,5)	531 (55,6)	758 (79,7)	
	Hombres	904 (96,1)	755 (79,6)	558 (58,5)	424 (44,4)	193 (20,3)	
Sociodemográficos	Edad (años), media (DE)	65,8 (11,8)	52,6 (13,5)	46,8 (14,5)	38,5 (13,7)	26,7 (9,3)	
	Educación, media (DE)	7,1 (4,3)	9,2 (4,2)	10,1 (4,1)	11 (3,7)	11,2 (3)	
	<8 años, n (%)	504 (53,6)	305 (32,1)	220 (23,1)	135 (14,1)	71 (7,5)	
	8-12 años, n (%)	359 (38,1)	500 (52,7)	534 (56)	565 (59,2)	658 (69,2)	
	>12 años, n (%)	78 (8,3)	144 (15,2)	199 (20,9)	255 (26,7)	222 (23,3)	
Tiempo sedente (horas/día), media (DE)	3,4 (2,8)	3 (2,5)	3,3 (2,7)	3,5 (2,9)	3,9 (3)		
Estilo de vida	Hábito tabáquico, n (%)	No fumador	508 (54)	402 (42,3)	374 (39,2)	310 (32,4)	343 (36,1)
		Ex-fumador	253 (26,9)	251 (26,5)	242 (25,4)	250 (26,2)	152 (15)
		Fumador	180 (19,1)	296 (31,2)	337 (35,4)	395 (41,4)	456 (47,9)
Alcohol, puntaje AUDIT, n (%)	<8	922 (98)	912 (96,1)	861 (90,4)	857 (89,7)	732 (77)	
	>8	19 (2)	37 (3,9)	92 (9,6)	98 (10,3)	219 (23)	
Comorbilidades, n (%)	Ninguna	15 (3,2)	31 (6,1)	71 (14)	1.011(8,9)	204 (40,8)	
	1 enfermedad crónica	55 (11,9)	122 (24,1)	133 (26,2)	155 (29)	135 (27,1)	
	≥ 2 enfermedades crónicas	393 (84,9)	353 (69,8)	304 (59,8)	278 (52,1)	160 (32,1)	
Adiposidad	IMC (kg·m ²), media (DE)	31,7 (5,8)	29,3 (4,6)	27,6 (4,2)	26,1 (3,8)	24,2 (3,6)	
	Estado nutricional, n (%)	Bajo peso	5 (0,5)	7 (0,7)	9 (0,9)	10 (1,1)	49 (5,2)
		Normopeso	86 (9,1)	149 (15,7)	254 (26,7)	383 (40,1)	508 (53,4)
		Sobrepeso	296 (31,5)	403 (42,5)	447 (46,9)	421 (44,1)	342 (35,9)
		Obeso	554 (58,9)	390 (41,1)	243 (25,5)	141 (14,7)	52 (5,5)

AUDIT: del inglés *Alcohol Use Disorders Identification Test*; DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; n: tamaño de la muestra; MET: *Metabolic Equivalent of Task*. Para las variables continuas se trabajó con media y desviación estándar, y para las variables categóricas se trabajó con frecuencias (absoluto y porcentual).

La asociación entre la mortalidad y el fitness evidenció que el riesgo de mortalidad por todas las causas fue significativamente menor en la medida que incrementa el fitness en todos los modelos analizados. Es así que, en comparación a las personas en el quintil más bajo de fitness, aquellas personas que se encontraron en el quintil más alto presentaron 95% menos riesgo de mortalidad (HR: 0,05; 95% IC: 0,03; 0,09). Sin embargo, la magnitud de la asociación entre mortalidad y fitness disminuyó un poco a través de los tres modelos de ajuste **[TABLA 2]**.

Al estimar el riesgo de mortalidad equivalente al incremento del fitness en 1-MET se observó un 28% menos riesgo en el modelo sin ajustar (HR: 0,72; 95% IC: 0,69; 0,75; $p < 0,001$), aunque se elevó al 39% de riesgo de mortalidad (HR: 0,61; 95% IC: 0,55; 0,68; $p < 0,001$) en el modelo menos ajustado (Modelo 1). Esta última asociación fue levemente modificada en los modelos 2 y 3, que fueron los más ajustados (HR: 0,64; 95% IC: 0,57; 0,71; ambos

$p < 0,001$), pero se mantuvo estadísticamente significativa.

El método de Myers *et al.* (24) indicó que las personas pertenecientes al quintil más bajo de fitness tuvieron una mayor tasa de mortalidad al compararlos con los otros quintiles, y el mayor quintil de fitness mostró una mejor tasa de supervivencia **[FIGURA 1]**. Por su parte, un 15,7% (95% IC: 10,0; 18,1) del número de muertes ocurridas se atribuyeron a tener bajos niveles de fitness (< 7 MET), y los resultados de RAP indicaron que personas que presentan un bajo nivel de fitness podrían fallecer en promedio 16,6 años antes (95% IC: 7,5; 25,6) que aquellas personas con el quintil más alto de fitness.

DISCUSIONES

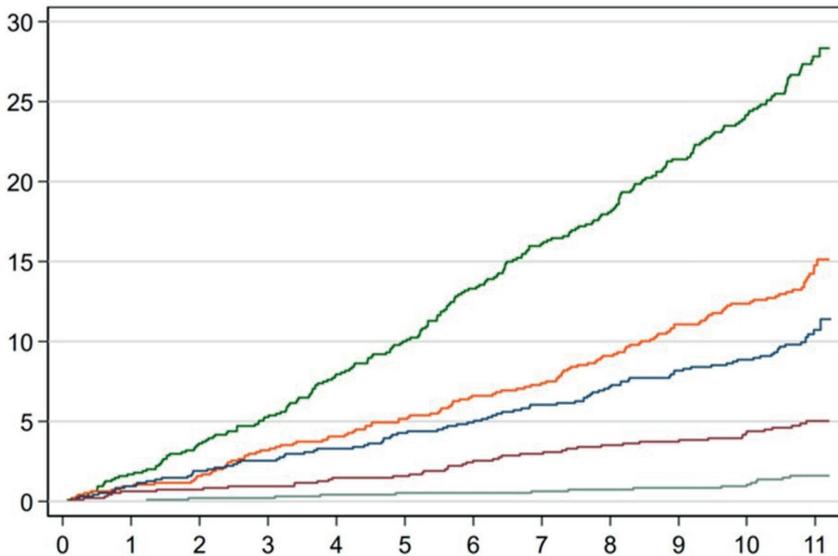
El propósito de este estudio fue evaluar la relación entre el fitness y la mortalidad por todas las causas en la población chilena. Los resultados más destacados indican una mayor tasa de mortalidad en individuos con

Tabla 2
 Asociación entre el riesgo de mortalidad por todas las causas y quintiles de fitness estimado con la ecuación de Myers *et al.* (24)

Quintiles de fitness	Bajo	Bajo-medio		Medio		Medio-alto		Alto	
		HR (95% IC)	p						
Modelo 0	Ref.	0,51 (0,41;0,63)	<0,001	0,38 (0,3;0,48)	<0,001	0,18 (0,13;0,24)	<0,001	0,05 (0,03;0,09)	<0,001
Modelo 1	Ref.	0,56 (0,41;0,77)	<0,001	0,38 (0,25;0,58)	<0,001	0,26 (0,15;0,46)	<0,001	0,21 (0,09;0,48)	<0,001
Modelo 2	Ref.	0,61 (0,44;0,84)	<0,001	0,41 (0,27;0,63)	<0,001	0,26 (0,15;0,46)	<0,001	0,21 (0,08;0,48)	<0,001
Modelo 3	Ref.	0,61 (0,44;0,85)	<0,001	0,41 (0,27;0,64)	<0,001	0,26 (0,15;0,47)	<0,001	0,21 (0,08;0,49)	<0,001

HR: *hazard ratio*; IC: intervalo de confianza; Ref.: grupo de referencia. Modelo 0: sin ajustar; modelo 1 ajustado por edad, sexo, nivel educacional e IMC; modelo 2: ajustado por modelo 1 más consumo de alcohol, hábito tabáquico y tiempo sentado; modelo 3 ajustado por modelo 1 y 2 más número de comorbilidades.

Figura 1
Curvas de Kaplan-Meier para supervivencia según quintiles de fitness estimado con la ecuación de Myers *et al.* (24)



Nota. Eje X: Tiempo de seguimiento (años). Línea verde: Bajo fitness. Línea naranja: Bajo-medio fitness. Línea azul: Medio fitness. Línea marrón: Medio-alto fitness. Línea gris: Alto fitness.
Eje Y: Supervivencia (%).

un fitness bajo después de 10,9 años de seguimiento. Además, poseer un fitness alto (>12 MET) se vincula con una reducción del 95% en el riesgo de mortalidad, independientemente de factores confundentes como los socio-demográficos, de los estilos de vida y de la salud. Curiosamente, aquellos en el rango de 7-8,7 MET, correspondiente al quintil bajo-medio de fitness, experimentan un 49% menos riesgo de mortalidad comparado con aquellos con un nivel bajo de aptitud física (<7 MET). Esto subraya que incluso modestas mejoras en el fitness pueden traducirse en significativas disminuciones del riesgo de mortalidad por todas las causas. Además, nuestro estudio estima que el 15,7% de las defunciones

en Chile podrían atribuirse a un bajo nivel de fitness, destacando que individuos con una baja aptitud física enfrentan un riesgo de mortalidad comparable al de personas con altos niveles de fitness, pero 16,6 años antes.

Nuestros hallazgos coinciden con investigaciones previas demostrando que mantener un alto nivel de fitness se asocia con menores tasas de mortalidad. De esta forma, se ha determinado que tener un bajo nivel de fitness, medido a través de pruebas en cinta rodante, incrementa significativamente el riesgo de mortalidad (30). Específicamente, individuos con la categoría más baja de fitness tienen un riesgo 4,09 veces mayor (IC: 3,94; 4,24) en compa-

ración con aquellos de alto fitness (30). Además, se observa que personas con alto fitness presentan una mayor longevidad en comparación a sus pares con bajos niveles de fitness (30). Respecto a esto último, nuestros resultados muestran que individuos con bajos niveles de fitness enfrentan riesgos similares a aquellos con alto fitness, pero con una antelación de 16,6 años, lo que sugiere una menor expectativa de vida para quienes poseen bajo fitness. Adicionalmente, notamos una mayor prevalencia de enfermedades crónicas en individuos con menor fitness, aunque la relación entre fitness y mortalidad parece ser independiente de la multimorbilidad.

El uso de ecuaciones para estimar el fitness ha emergido como una solución crucial en la investigación científica, superando los obstáculos asociados con su medición directa (31), ya que esta última resulta poco práctica para chequeos habituales y estudios extensos debido a requerir de especialización y equipamiento avanzado (9). En este contexto, las ecuaciones se presentan como alternativas viables y accesibles, especialmente útiles en investigaciones poblacionales. Recientemente, un metanálisis que recopila y examina estudios en los cuales se estimó el fitness mediante estas ecuaciones destacó su impresionante precisión predictiva asociada a la mortalidad (17). Este análisis consolida información de entre 154.000 y 174.000 sujetos de ocho estudios prospectivos, concluyendo que un aumento promedio del fitness en 1-MET se vincula con una reducción del 17% en el riesgo de muerte por cualquier causa (HR: 0,83; 95% IC 0,78; 0,88), indicando además que veintitrés de veinticinco estudios tuvieron resultados estadísticamente significativos (17).

Adicionalmente, otro reciente metanálisis que abarca estudios con periodos de seguimiento que varían entre 3,2 y 47,4 años revela que el riesgo de mortalidad por todas las causas se reduce en un 45% (HR: 0,55; 95% IC: 0,5; 0,61) en aquellos clasificados en la categoría más alta de fitness medido directamente, comparado con aquellos en la categoría más baja, en donde treinta y seis de treinta y siete estudios demostraron significación estadística. De manera similar, en veintitrés estudios donde el fitness se estima mediante pruebas de esfuerzo, el riesgo de mortalidad por todas las causas disminuye en un 44% (HR: 0,56; 95% IC: 0,5; 0,62) para aquellos con niveles más altos de fitness en comparación con los niveles más bajos, con veintidós investigaciones mostrando asociaciones estadísticamente significativas (8).

Por último, nuestros hallazgos se vuelven a respaldar por un metanálisis publicado en 2024 que observó 3,8 millones de casos con un seguimiento entre tres y treinta y cinco años, en donde se encontró que, por una parte, no hay diferencias estadísticamente significativas en la evaluación del fitness entre medición directa, indirecta y por medio de ecuaciones, y, por otra parte, que treinta y cinco cohortes mostraron que a mayor nivel de fitness el riesgo de mortalidad por todas las causas disminuye significativamente entre un 3% y un 41% (32).

Estas investigaciones recientemente expuestas ofrecen evidencia de que ambos métodos, tanto fitness medido de forma directa como indirecta, son comparables y presentan una alta predicción en salud y mortalidad (18). Así, nuestros hallazgos resaltan la importancia de integrar la eva-

luación del fitness, ya sea mediante métodos directos o estimaciones, tanto en la práctica clínica como en la investigación epidemiológica.

Esta investigación tiene potenciales limitaciones que se deben mencionar. Una de ellas es haber estimado el fitness por medio de la ecuación de Myers *et al.* (24) y no con pruebas de esfuerzo. Sin embargo, este método en particular se ha estudiado en población chilena (33) y, además, estos métodos basados en ecuaciones son bastante utilizados en la literatura crítica, ya que tienen buena asociación con la medición objetiva. Por su parte, otra limitación es que los datos de las covariables son autorreportados, lo que puede hacer que los participantes subestimen o sobrestimen sus respuestas, especialmente las variables sobre estilos de vida como el tiempo sedente, el consumo de alcohol o el número de comorbilidades (que no inciden en la estimación del fitness ni en el registro de mortalidad). Otro aspecto es que el fitness y las variables confundentes se evalúan solo en la línea de base, por lo que no se pueden estudiar posibles cambios durante el período de seguimiento. También, la mayoría de los resultados de esta investigación tienen el carácter de corresponder a un estudio observacional de tipo prospectivo, por lo que la relación causa-efecto entre fitness y mortalidad debe ser establecida con cautela, pues lo que existe es temporalidad y no causalidad.

Una de las fortalezas es que esta investigación es un estudio pionero en Chile, el cual demuestra la asociación que tiene el fitness con la mortalidad utilizando el seguimiento de datos poblacionales. Otro aspecto es que los datos de la ENS fueron recolectados con instrumentos validados, que además

brindaron el fácil acceso a las variables independientes para estimar el fitness. A partir de aquello es posible proyectar la evaluación del fitness con ecuaciones en estudios de campo a gran escala, asociarlo con variables como la mortalidad, las enfermedades cardiometabólicas y otras exploratorias, para así elaborar recomendaciones para el desarrollo del fitness y su implementación en Salud Pública y Medicina preventiva. Se concluye que un mayor nivel de fitness se asocia con un menor riesgo de mortalidad independiente de factores confundentes en población chilena después de 10,9 años de seguimiento.

Resaltamos como utilidad práctica la notable capacidad predictiva del fitness, lo que motiva su propuesta de inclusión como uno de los signos vitales, junto a los factores de riesgo convencionales, en el ámbito de la atención de la salud (9,17,31,34,35,36). Es así como la transferencia al campo ocupacional en la incorporación de la evaluación del fitness promete fortalecer las estrategias preventivas y de manejo en el sector de la Salud Pública como políticas de estado a nivel ministerial, al igual que su materialización en los centros de salud estatales y privados, destacando su valor como un elemento clave en la evaluación del bienestar individual y colectivo.

Se recomienda la evaluación del fitness no solo para calcular el riesgo de mortalidad, sino también como herramienta potencial para prever la mortalidad y la aparición de enfermedades crónicas a través de futuras investigaciones epidemiológicas basadas, por ejemplo, en bases de datos de encuestas poblacionales, ya sea con diseños transversales o longitudinales para hacer un seguimiento a mediano y largo plazo. ①

BIBLIOGRAFÍA

1. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Data Resources. Disponible en: <https://ghdx.healthdata.org/gbd-2019>. [Consultado noviembre de 2023].
2. Tomkinson GR, Lang JJ, Tremblay MS, Dale M, Leblanc AG, Belanger K et al. International normative 20 m shuttle run values from 1 142 026 children and youth representing 50 countries. Br J Sports Med. 2017; 51(21): 1545-1554. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27208067/>
3. Hingorjo MR, Zehra S, Hasan Z, Qureshi MA. Cardiorespiratory fitness and its association with adiposity indices in young adults. Pak J Med Sci. 2017; 33(3): 659-664. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2881790/>
4. Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Després JP, Franklin BA et al. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2016; 134(24): e653-e699. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27881567/>
5. Wilmore J, Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. 6ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2007.
6. Han M, Qie R, Shi X, Yang Y, Lu J, Hu F et al. Cardiorespiratory fitness and mortality from all causes, cardiovascular disease and cancer: dose-response meta-analysis of cohort studies. Br J Sports Med. 2022; 56(13): 733-739. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35022163/>
7. Steell L, Ho FK, Sillars A, Petermann-Rocha F, Li H, Lyall DM et al. Dose-response associations of cardiorespiratory fitness with all-cause mortality and incidence and mortality of cancer and cardiovascular and respiratory diseases: the UK Biobank cohort study. Br J Sports Med. 2019; 53(21): 1371-1378. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30796106/>
8. Laukkanen JA, Isozior NM, Kunutsor SK. Objectively assessed cardiorespiratory fitness and all-cause mortality risk: an updated meta-analysis of 37 cohort studies involving 2,258,029 participants. Mayo Clin Proc. 2022; 97(6): 1054-1073. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35562197/>
9. Ross R, Myers J. Cardiorespiratory fitness and its place in medicine. Rev Cardiovasc Med. 2023; 24(1): 14. <https://www.imrpess.com/journal/RCM/24/1/10.31083/j.rcm2401014/htm>
10. Riddle W, Younes M, Remmers J, DeGroot W. Graphical analysis of patient performance in the pulmonary function laboratory. Proceedings of the annual symposium on computer application in medical care. 1980; 5(1): 283-290. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2203743/>
11. Cáceres J, Ulbrich A, Panigas T, Benetti M. Equações de predição da aptidão cardiorespiratória de adultos sem teste de exercícios físicos. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2012; 14(3): 287-295. <https://www.scielo.br/j/rbcbdh/a/c7skHS-7PPBrgmBmCWvPnBYH/?lang=pt>
12. Jackson A, Blair S, Mahar M, Wier L, Ross R, Stuteville J. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. Med Sci Sports Exerc. 1990; 22(6): 863-870. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2287267/>
13. Peterman J, Harber M, Imboden M, Whaley M, Fleenor B, Myers J et al. Accuracy of nonexercise prediction equations for assessing longitudinal changes to cardiorespiratory fitness in apparently healthy adults: BALL ST Cohort. J Am Heart Assoc. 2020; 9(11): e015117. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3245876/>
14. Schembre S, Riebe D. Non-exercise estimation of $\dot{V}O_2$ max using the International Physical Activity Questionnaire. Meas Phys Educ Exerc Sci. 2011; 15(3): 168-181. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21927551/>
15. Sloan RA, Haaland BA, Leung C, Padmanabhan U, Koh HC, Zee A. Cross-validation of a non-exercise measure for cardiorespiratory fitness in Singaporean adults. Singap Med J. 2013; 54(10): 576-580. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24154583/>
16. Sloan RA, Kim Y, Kenyon J, Visentini-Scarzanella M, Sawada SS, Sui X et al. Association between estimated cardiorespiratory fitness and abnormal glucose risk: a cohort study. J Clin Med. 2023; 12(7): 2740. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37048823/>
17. Qiu S, Cai X, Sun Z, Wu T, Schumann U. Is estimated cardiorespiratory fitness an effective predictor for cardiovascular and all-cause mortality? A meta-analysis. Atherosclerosis. 2021; 330: 22-28. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34225102/>
18. Wang Y, Chen S, Lavie CJ, Zhang J, Sui X. An overview of non-exercise estimated cardiorespiratory fitness: estimation equations, cross-validation and application. Journal of Science in Sport and Exercise. 2019; 1(1): 38-53. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42978-019-0003-x>

- 19.** Cristi-Montero C, Ramírez-Campillo R, Alvarez C, Méndez AG, Martínez MA, Martínez XD et al. *Fitness cardiorespiratorio se asocia a una mejora en marcadores metabólicos en adultos chilenos*. Rev Med Chil. 2016; 144(8): 980-989. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27905643/>
- 20.** Vásquez-Gómez J, Garrido-Méndez A, Matus-Castillo C, Poblete-Valderrama F, Díaz-Martínez X, Concha-Cisternas Y et al. *Fitness cardiorespiratorio estimado mediante ecuación y su caracterización sociodemográfica en población chilena: resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017*. Rev Med Chil. 2020; 148(12): 1750-1758. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33844740/>
- 21.** Vásquez-Gómez J, Álvarez C, Concha-Cisternas Y, Beltrán AR, Díaz-Martínez X, Cigarroa I et al. *Asociación del fitness cardiorespiratorio con marcadores de adiposidad corporal: estudio de corte transversal de la Encuesta Nacional de Salud Chile 2016-2017*. Rev Med Chil. 2022; 150(9): 1152-1161. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37358125/>
- 22.** Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. *The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies*. Lancet. 2007; 370(9596): 1453-1457. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18064739/>
- 23.** The World Medical Association. *Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Disponible en: <https://www.wma.net/es/politicas-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>. [Consultado abril de 2024].
- 24.** Myers J, Kaminsky L, Lima R, Christle J, Ashley E, Arena R. *A reference equation for normal standards for VO₂ Max: analysis from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database (FRIEND Registry)*. Prog Cardiovasc Dis. 2017; 60(1): 21-29. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28377168/>
- 25.** Hoos T, Espinoza N, Marshall S, Arredondo EM. *Validity of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) in adult Latinas*. J Phys Act Health. 2012; 9(5): 698-705. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22733873/>
- 26.** Alvarado ME, Garmendia ML, Acuña G, Santis R, Arteaga O. *Validez y confiabilidad de la versión chilena del Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT)*. Rev Med Chil. 2009; 137(11): 1463-1468. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872009001100008&Ing=es&nrm=iso&tlng=en
- 27.** Organización Mundial de la Salud. *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation*. Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/42330>. [Consultado noviembre de 2023].
- 28.** Discacciati A, Bellavia A, Orsini N, Greenland S. *On the interpretation of risk and rate advancement periods*. Int J Epidemiol. 2016; 45(1): 278-284. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26675753/>
- 29.** Talbot LA, Morrell CH, Metter EJ, Fleg JL. *Comparison of cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as predictors of coronary events in men aged ≤65 years and >65 years*. Am J Cardiol. 2002; 89(10): 1187-1192. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12008173/>
- 30.** Peter Kokkinos P, Charles Faselis M, Immanuel Babu Henry Samuel P, Andreas Pittaras M, Michael Doulmas M, Raylynn Murphy M et al. *Cardiorespiratory fitness and mortality risk across the spectra of age, race, and sex*. J Am Coll Cardiol. 2022; 80(6): 598-609. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35926933/>
- 31.** Vainshelboim B, Myers J, Matthews CE. *Non-exercise estimated cardiorespiratory fitness and mortality from all-causes, cardiovascular disease, and cancer in the NIH-AARP diet and health study*. Eur J Prev Cardiol. 2022; 29(4): 599-607. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33624091/>
- 32.** Singh B, Cadenas-Sanchez C, da Costa BGG, Castro-Piñero J, Chaput JP, Cuenca-García M et al. *Comparison of objectively measured and estimated cardiorespiratory fitness to predict all-cause and cardiovascular disease mortality in adults: A systematic review and meta-analysis of 42 studies representing 35 cohorts and 3.8 million observations*. J Sport Health Sci. 2024; 100986. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39271056/>
- 33.** Reyes-Ferrada W, Solís-Urra P, Plaza-Díaz J, Sadarangani KP, Ferrarí GL de M, Rodríguez-Rodríguez F et al. *Cardiorespiratory fitness, physical activity, sedentary time and its association with the atherogenic index of plasma in Chilean adults: influence of the waist circumference to height ratio*. Nutrients. 2020; 12(5): 1250. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32354005/>
- 34.** Ahmed I. *COVID-19-does exercise prescription and maximal oxygen uptake (VO₂ max) have a role in risk-stratifying patients?* Clin Med. 2020; 20(3): 282-284. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32327405/>

35. Mihalick V, Canada J, Arena R, Abbate A, Kirkman D. *Cardiopulmonary exercise testing during the COVID-19 pandemic*. *Prog Cardiovasc Dis*. 2021; 67: 35-39. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33964290/>

physical activity status in healthy adults: regression model development and validation. *JMIR Public Health Surveill*. 2022; 8(7): e34717. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35793133/>

36. Sloan R, Visentini-Scarzanella M, Sawada S, Sui X, Myers J. *Estimating cardiorespiratory fitness without exercise testing or*