

Asociación del fitness cardiorrespiratorio con marcadores de adiposidad corporal: estudio de corte transversal de la Encuesta Nacional de Salud Chile 2016-2017

JAIME VÁSQUEZ-GÓMEZ^{1,10,a,c}, CRISTIAN ÁLVAREZ^{2,a,c},
YENY CONCHA-CISTERNAS^{3,6,b,d}, ANA ROSA BELTRÁN^{4,a,c},
XIMENA DÍAZ-MARTÍNEZ^{5,a,c}, IGOR CIGARROA^{6,a,d},
SOLANGE PARRA-SOTO^{7,8,b,e}, FANNY PETERMANN-ROCHA^{8,9,a,e},
CARLOS CELIS-MORALES^{8,10,a,c} en representación del
Consortio de Investigación ELHOC
(Epidemiology of Lifestyle and Health Outcomes in Chile).

Association of cardiorespiratory fitness with adiposity markers

Background: Cardiorespiratory fitness (CRF) is inversely associated with metabolic diseases and adiposity markers. **Aim:** To assess the association of CRF with body mass index (BMI), waist circumference (WC) and obesity in a representative sample of the Chilean population. **Material and Methods:** Data from 5,958 participants in the Chilean National Health Survey 2016-1027 aged 15 years or above were analyzed. CRF was estimated by an equation that included sociodemographic, anthropometric and health-related data and expressed in metabolic equivalent units (METs). The association between CRF and adiposity was assessed using linear and Poisson regression models and the results were presented as Prevalence Ratio (PR). **Results:** One MET increment in CRF was associated with a 3.27 kg/m² (95% confidence intervals (CI): -3.35; -3.2) and 4.56 kg/m² (95% CI: -4.67; -4.46) lower BMI in men and women, respectively. Waist circumference was 6.7 cm [95% CI: -6.98; -6.42] and 9 cm [95% CI: -9.33; -8.67] lower per 1-MET increment in CRF. With one MET increment, the probability of being obese was 34% (PR = 0.66 [95%CI: 0.63; 0.69]) and 36% (PR = 0.64 [95%CI: 0.61; 0.67]) lower in men and women, respectively. The probability of having a central obesity was 26% (PR = 0.74 [95%CI: 0.71; 0.77]) and 30% (PR = 0.70 [95%CI: 0.68; 0.73]) lower in men and women, respectively. **Conclusions:** A higher estimated CRF was associated with lower adiposity levels and a lower risk of being obese in both men and women. Public health policies aiming to increase physical activity are needed to increase the CRF of the Chilean population.

(Rev Med Chile 2022; 150: 1152-1161)

Keywords: Adiposity; Adult; Cardiorespiratory Fitness; Obesity; Risk.

¹Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Maule (CIEAM), Universidad Católica del Maule. Talca, Chile.

²Exercise and Rehabilitation Sciences Institute, School of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Universidad Andres Bello, Santiago 7591538, Chile.

³Pedagogía en Educación Física, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Chile. Talca, Chile.

⁴Departamento de Educación, Facultad de Educación, Universidad de Antofagasta. Antofagasta, Chile.

⁵Grupo de Investigación Calidad de Vida, Departamento Ciencias de la Educación, Universidad del Bío-Bío. Chillán, Chile.

⁶Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomas. Chile.

⁷Departamento de Nutrición y Salud Pública, Facultad Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío. Chillán, Chile.

⁸School of Cardiovascular and Metabolic Health, University of Glasgow. Glasgow, United Kingdom.

⁹Centro de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina, Universidad Diego Portales. Santiago, Chile.

¹⁰Laboratorio de Rendimiento Humano, Grupo de Estudios en Educación, Actividad Física y Salud (GEEAFyS), Universidad Católica del Maule. Talca, Chile.

^aPhD.

^bMSc.

^cProfesor de Educación Física.

^dKinesiólogo.

^eNutricionista.

Trabajo no recibió financiamiento.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Recibido el 5 de agosto de 2021, aceptado el 26 de abril de 2022.

Correspondencia a:
Dr. Jaime Vásquez Gómez.
Universidad Católica del Maule,
Avenida San Miguel 3605, Talca,
Chile. CP: 3460000.
jvasquez@ucm.cl

Los niveles de fitness cardiorrespiratorio (FCR) presentan una fuerte asociación con un menor riesgo de desarrollar enfermedades cardiometabólicas y mortalidad prematura, dicha asociación se explica en parte por la asociación que existe entre actividad física (AF) y FCR, ya que a mayor nivel de actividad física mayor es el FCR¹⁻³. Si bien los niveles de FCR se pueden determinar mediante la aplicación de distintas pruebas, como lo son los test de laboratorio, los cuales se basan en mediciones directas de variables fisiológicas⁴, o los test de campo basados en mediciones indirectas⁵, no siempre es posible realizar este tipo de evaluaciones en estudios de gran escala como lo son las encuestas poblacionales. Esto se debe principalmente al elevado costo o requerimiento técnico necesario para llevar a cabo este tipo de evaluaciones⁶. Por este motivo, y considerando la fuerte asociación que existe entre FCR y diferentes marcadores de salud, es que se han derivado ecuaciones basadas en las características sociodemográficas, de estilos de vida y antropométricas de la población para determinar los niveles de FCR de manera indirecta y simple⁷⁻⁹ con el fin de aplicar este tipo de evaluación en estudios de gran escala¹⁰.

Recientemente se utilizó esta metodología basada en ecuaciones para determinar los niveles de FCR de población chilena con edades de 15 a 90 años que participaron de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017¹⁰. Dicho estudio reportó por primera vez los niveles de FCR en una muestra representativa de Chile. Considerando que la AF es uno de los principales determinantes de los niveles de FCR y que cerca de 90% de la población chilena es físicamente inactiva en su tiempo libre¹¹, el FCR podría ser un importante predictor de salud cardiometabólica en la población chilena. Especialmente si consideramos que los niveles de FCR representan la AF que ha realizado un individuo durante las últimas 8 a 12 semanas¹².

Si bien existen estudios que han determinado los niveles de FCR en adultos chilenos y reportado su asociación con marcadores antropométricos y cardiometabólicos¹³, a la fecha toda esta evidencia proviene de estudios de pequeña escala y no representativos de la población nacional. Por lo que es necesario generar evidencia que permita comprender en mejor medida la relación que existe entre FCR y marcadores de adiposidad.

Sobre todo, si consideramos que 7 de cada 10 chilenos presentan algún grado de sobrepeso u obesidad y 9 de 10 chilenos son sedentarios¹¹. Entender dicha asociación podría sustentar futuras iniciativas orientadas a incrementar mediante la práctica regular de AF los niveles de FCR de la población. El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación entre el FCR con el índice de masa corporal (IMC) y perímetro de cintura (PC) en una muestra representativa de la población chilena.

Material y Método

Diseño del estudio

Este estudio es de corte transversal y se enmarca en datos de la ENS 2016-2017. La ENS es un estudio de prevalencia, con representatividad nacional, en una muestra transversal aleatoria y estratificada por conglomerados, con personas ≥ 15 años de ambos sexos, chilenas o extranjeras que residieron habitualmente en viviendas particulares ocupadas de zonas urbanas y/o rurales de las quince regiones de Chile. De un total de 6.233 participantes de la ENS, solo 5.958 tuvieron datos disponibles sobre variables socio-demográficas, marcadores de adiposidad y hábitos de vida para estimar el FCR (2.207 hombres y 3.751 mujeres). La muestra se ponderó a población nacional aplicando los factores de expansión sugeridos por la ENS 2016-2017, por lo tanto, la muestra expandida representó a 14.062.504 personas a nivel nacional (7.387.643 mujeres y 7.131.326 hombres). Todos los participantes firmaron un consentimiento informado, y el protocolo de la investigación se aprobó por el Comité de Ética de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile (16-019).

Determinación del fitness cardiorrespiratorio

El FCR fue estimado a través de ecuaciones propuestas por Cáceres et al.,¹⁴ que incluyeron la edad (años), sexo (mujeres y hombres), peso corporal (kg), estatura (cm), hábito tabáquico (fumador regular u ocasional, exfumador o nunca ha fumado) y AF (activo o inactivo), como se reportó previamente¹⁰. Para calcular el fitness “fumador regular u ocasional” = 1 y “nunca ha

fumado” = 0; activo = 1 e inactivo = 0. Las fórmulas estimaron el FCR en valores de $\text{mlO}_2/\text{kg}/\text{min}$ los que se convirtieron a METs ($1\text{-MET} = 3,5 \text{ mlO}_2/\text{kg}/\text{min}$)¹².

Mediciones antropométricas

El peso corporal se midió con una balanza electrónica digital OMRON MODELO HN 289 (peso máximo de 150 kg, sensibilidad de 100 g), para la estatura se utilizó una cinta métrica metálica y para el PC una cinta métrica inextensible. Estas mediciones se realizaron solicitando a los participantes estar sin calzado y con vestimenta ligera, las cuales se llevaron a cabo por personal de salud capacitados, según el Manual de Aplicación F2 de la ENS 2016-2017¹¹. La valoración del estado nutricional se clasificó según IMC para adultos: bajo peso < 18,5 kg/m^2 ; normo peso: 18,5-24,9 kg/m^2 ; sobrepeso: 25,0-29,9 kg/m^2 y obesidad $\geq 30,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ¹⁵, y para personas mayores: bajo peso: < 22,9 kg/m^2 ; normo peso: 23,0-27,9 kg/m^2 ; sobrepeso: 28,0-31,9 kg/m^2 y obesidad: $\geq 32,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ¹⁶. La obesidad central se determinó por un PC $\geq 88 \text{ cm}$ en mujeres y $\geq 102 \text{ cm}$ en hombres¹⁷.

Variables sociodemográficas y de estilos de vida

Se incluyó la edad, sexo, zona de residencia, región, nivel educacional, tiempo sedente y multimorbilidades. Para los estilos de vida se incorporó el tabaquismo y los niveles de AF evaluados a través del “Global Physical Activity Questionnaire” (GPAQ v2)¹⁸ con el que se determinó la prevalencia de inactividad física según los puntos de corte sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (< 600 METs/minuto/semana)¹⁸.

Análisis estadístico

Los datos son presentados como promedios para variables continuas o como proporción para variables categóricas, con sus respectivos 95% de intervalo de confianza (95% IC) y según terciles de FCR. Para determinar la asociación de FRC con marcadores de adiposidad (IMC y PC), se realizaron análisis de regresión lineal y los resultados fueron expresados como coeficiente beta (β) y sus respectivos 95% IC. La asociación entre FRC y obesidad fue determinada mediante

regresión de Poisson y los resultados expresados como RP y sus respectivos 95% IC. Se utilizaron 3 modelos estadísticos ajustados de forma incremental, el modelo 1 fue no ajustado, el modelo 2 fue ajustado por edad, sexo, región y nivel educacional, el modelo 3 adicionalmente ajustado por tabaquismo, sedentarismo y multimorbilidad. Todo el análisis se realizó con el programa Stata MP v15 y el comando de “svyset” para muestras complejas. Se consideró significación estadística con un p-valor < 0,05.

Resultados

En la Tabla 1 se presentan las características de la muestra. En comparación al tercil más alto de FCR, aquellos clasificados en el tercil más bajo, eran principalmente mujeres (26,8% vs. 81,2%), personas de mayor edad (32,4 vs. 62,6 años), tenían un IMC más elevado (26,4 vs. 33,1 kg/m^2), mayoritariamente obesos (18,3% vs. 66,5%), realizaban menos AF (5.416 vs. 3.713 METs/min/semana) y presentaron una mayor prevalencia de multimorbilidad (2 o más enfermedades cardiometabólicas) (14,8% vs. 67,0%). Sin embargo, personas con altos niveles de FCR reportaron un mayor tiempo destinado a estar sentados que aquellas clasificadas en el tercil más bajo de FCR (3,8 vs. 2,8 h/día).

Al investigar la asociación entre FCR e IMC, se identificó una asociación inversa tanto para hombres como para mujeres. Por cada 1-MET de incremento en FCR el IMC disminuyó en 3,27 y 4,56 kg/m^2 para mujeres y hombres en el modelo más ajustado, respectivamente (Tabla 2 y Figura 1). Para PC se observó una disminución de 6,7 y 9,0 cm por cada 1-MET de incremento en FCR en mujeres y hombres, respectivamente (Tabla 2 y Figura 2).

Al investigar la probabilidad de tener obesidad según niveles de FCR encontramos una menor probabilidad de obesidad a mayor FCR. Por cada 1-MET de incremento en FCR la probabilidad de ser obeso, definido por IMC, fue 44% y 46% menor para mujeres y hombres, respectivamente (Tabla 3 y Figura 3). Al definir obesidad según PC, la probabilidad de tener obesidad central fue 26% y 30% menor en mujeres y hombres por cada 1-MET de incremento en FCR (Tabla 3 y Figura 4).

Tabla 1. Características de la muestra según terciles de fitness cardiorrespiratorio

	Terciles de fitness cardiorrespiratorio		
	Bajo	Medio	Alto
Población encuestada (n)	2.146	2.014	1.798
Población expandida (n)	2.825.903	4.553.312	6.683.289
Sexo			
Hombres (%)	18,7 (15,3; 22,6)	33,6 (29,9; 37,5)	73,2 (69,8; 76,1)
Mujeres (%)	81,3 (77,3; 84,6)	66,4 (62,4; 70,1)	26,8 (23,8; 30,1)
Edad (años)	62,6 (61,3; 63,9)	48,8 (47,7; 49,8)	32,4 (31,5; 33,3)
Zona de residencia			
Rural (%)	13,9 (11,9; 16,1)	11,5 (0,09; 0,13)	9,3 (7,6; 11,1)
Urbana (%)	86,1 (83,8; 88,1)	88,5 (86,5; 90,1)	90,7 (88,8; 92,3)
Antropometría			
Peso (kg)	80,3 (78,8; 81,8)	75,5 (74,4; 76,7)	74,5 (73,4; 75,7)
Estatura (m)	1,55 (1,54; 1,56)	1,60 (1,59; 1,61)	1,67 (1,66; 1,68)
IMC (kg/m ²)	33,1 (32,5; 33,6)	29,2 (28,9; 29,6)	26,4 (26,1; 26,7)
IMC (%)			
Bajo peso	0,02 (0,005; 0,09)	0,6 (0,23; 1,23)	0,6 (0,27; 1,1)
Normal	6,2 (4,62; 8,23)	15,5 (12,8; 18,5)	36,1 (32,6; 39,7)
Sobrepeso	27,2 (23,5; 31,2)	43,3 (39,4; 47,3)	44,9 (41,1; 48,7)
Obeso	66,6 (62,3; 70,5)	40,6 (36,7; 44,5)	18,4 (15,5; 21,5)
PC (cm)	103,2 (102,1; 104,3)	94,7 (93,7; 95,7)	89,2 (88,3; 90,1)
Obesidad central (%)			
Normal	10,5 (8,6; 12,8)	28,4 (24,9; 31,9)	55,8 (51,9; 59,5)
Obeso	89,5 (87,1; 91,3)	71,6 (68,1; 75,1)	44,2 (40,4; 48)
Estilos de vida			
Actividad Física total (MET/min/ semana)	3.713,5 (2.957,6; 4.469,3)	5.179,6 (4.357,6; 6.001,5)	5.416,5 (4.656,2; 6.176,7)
Fitness cardiorrespiratorio (MET)	5,4 (5,3; 5,4)	7,5 (7,5; 7,6)	10,8 (10,7; 10,9)
Tiempo sedente (h/día)	2,8 (2,6; 3,1)	2,9 (2,7; 3,1)	3,8 (3,6; 4,1)
Multimorbilidad (%)			
Ninguna	10,9 (8,6; 13,7)	30,2 (26,7; 33,8)	62,3 (58,6; 65,8)
1 enfermedad	22,1 (18,4; 26,1)	29,6 (26,0; 33,4)	22,9 (19,8; 26,1)
2 o más enfermedades	67 (62,7; 71)	40,2 (36,3; 44,2)	14,8 (12,4; 17,5)
Tabaquismo (%)			
Fumador regular	13,5 (10,2; 17,7)	22,6 (19,4; 25,9)	30,2 (26,8; 33,9)
Fumador ocasional	3,1 (1,7; 5,3)	7,2 (5,4; 9,5)	10,7 (8,5; 13,3)
Exfumador	25,8 (22,2; 29,7)	30,7 (27,1; 34,6)	22,8 (19,6; 26,1)
Nunca he fumado	57,6 (53; 61,9)	39,5 (35,7; 43,4)	36,3 (32,7; 39,8)

Datos presentados en promedios o porcentajes y su respectivo intervalo de confianza (95% IC). cm: centímetros; h/día: horas por día; IMC: índice de masa corporal; kg: kilogramos; kg/m²: kilogramos sobre metro cuadrado; m: metros; MET: unidad metabólica basal; PC: perímetro de cintura.

Tabla 2. Asociación entre el fitness cardiorrespiratorio y la adiposidad corporal

	Hombres		Mujeres	
	β (95% IC)	p	β (95% IC)	p
IMC (kg/m ²)				
Modelo 1	-0,99 (-1,06; -0,92)	< 0,001	-2,0 (-2,09; -1,9)	< 0,001
Modelo 2	-3,04 (-3,13; -2,96)	< 0,001	-4,49 (-4,6; -4,38)	< 0,001
Modelo 3	-3,27 (-3,35; -3,20)	< 0,001	-4,56 (-4,67; -4,46)	< 0,001
PC (cm)				
Modelo 1	-2,83 (-3,01; -2,66)	< 0,001	-4,94 (-5,17; -4,71)	< 0,001
Modelo 2	-6,18 (-6,47; -5,89)	< 0,001	-8,88 (-9,22; -8,55)	< 0,001
Modelo 3	-6,7 (-6,98; -6,42)	< 0,001	-9,0 (-9,33; -8,67)	< 0,001

Datos presentados como coeficiente beta y sus respectivos intervalos de confianza del 95% por cada 1-MET de incremento en FCR. El modelo 1 no fue ajustado; el modelo 2 fue ajustado por edad, región, zona de residencia y nivel educacional; el modelo 3, ajustado por modelo 2 además de hábito tabáquico, tiempo sentado y multimorbilidad. cm: centímetros; IC: intervalo de confianza; IMC: índice de masa corporal; kg/m²: kilogramos sobre metro cuadrado; PC: circunferencia de cintura.

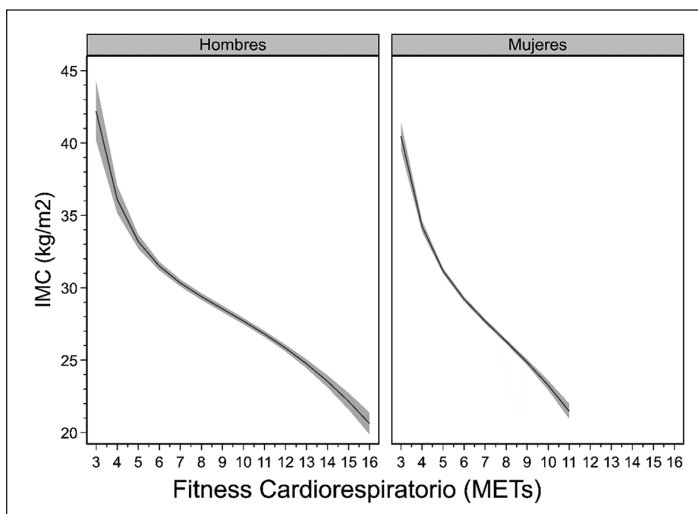


Figura 1. Asociación no lineal entre fitness cardiorrespiratorio e índice de masa corporal en mujeres y hombres. Datos presentados como promedio ajustado de IMC (línea negrita) y sus intervalos de confianza del 95% (área gris). Los análisis fueron ajustados por edad, región, zona de residencia, nivel educacional, hábito tabáquico, tiempo sentado y multimorbilidad. IMC: índice de masa corporal; kg/m²: kilogramos sobre metro cuadrado; METs: unidades metabólicas basales.

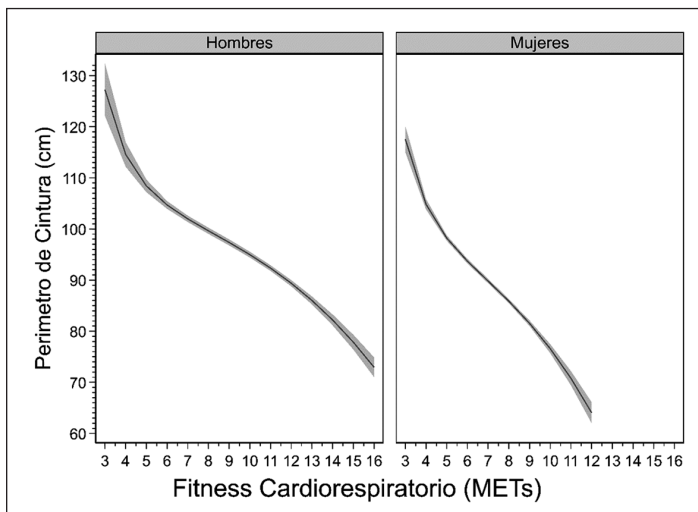


Figura 2. Asociación no lineal entre fitness cardiorrespiratorio y perímetro de cintura en mujeres y hombres. Datos presentados como promedio ajustado de perímetro de cintura (línea negrita) y sus intervalos de confianza del 95% (área gris). Los análisis fueron ajustados por edad, región, zona de residencia, nivel educacional, hábito tabáquico, tiempo sentado y multimorbilidad. IMC: índice de masa corporal; kg/m²: kilogramos sobre metro cuadrado; METs: unidades metabólicas basales.

Tabla 3. Asociación entre el fitness cardiorrespiratorio y obesidad

	Hombres		Mujeres	
	RP (95% IC)	p	RP (95% IC)	p
IMC (obesidad)				
Modelo 1	0,82 (0,79; 0,84)	< 0,001	0,76 (0,74; 0,79)	< 0,001
Modelo 2	0,67 (0,64; 0,70)	< 0,001	0,65 (0,62; 0,68)	< 0,001
Modelo 3	0,66 (0,63; 0,69)	< 0,001	0,64 (0,61; 0,67)	< 0,001
PC (obesidad)				
Modelo 1	0,85 (0,84; 0,87)	< 0,001	0,79 (0,77; 0,81)	< 0,001
Modelo 2	0,75 (0,73; 0,78)	< 0,001	0,71 (0,68; 0,73)	< 0,001
Modelo 3	0,74 (0,71; 0,77)	< 0,001	0,70 (0,68; 0,73)	< 0,001

Datos presentados como razón de prevalencia (RP) y sus respectivos intervalos de confianza del 95% por cada 1-MET de incremento en FCR. El modelo 1 no fue ajustado; el modelo 2 fue ajustado por edad, región, zona de residencia y nivel educacional; el modelo 3, ajustado por modelo 2 además de hábito tabáquico, tiempo sentado y multimorbilidad. Obesidad según IMC fue definida como un IMC $\geq 30,0$ kg/m². Obesidad central fue definida en base a PC ≥ 88 cm en mujeres y ≥ 102 cm en hombres. IC; intervalo de confianza; IMC: índice de masa corporal; PC: perímetro de cintura.

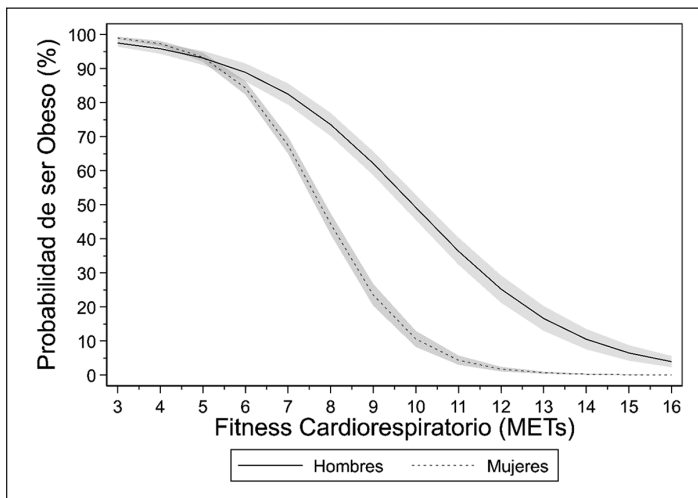


Figura 3. Probabilidad de tener obesidad según niveles de fitness cardiorrespiratorio en mujeres y hombres. Datos presentados como probabilidad ajustada (línea o punteada negra) y sus intervalos de confianza del 95% (área gris). La probabilidad fue estimada con regresión de Poisson. Los análisis fueron ajustados por edad, región, zona de residencia, nivel educacional, hábito tabáquico, tiempo sentado y multimorbilidad. METs: unidades metabólicas basales.

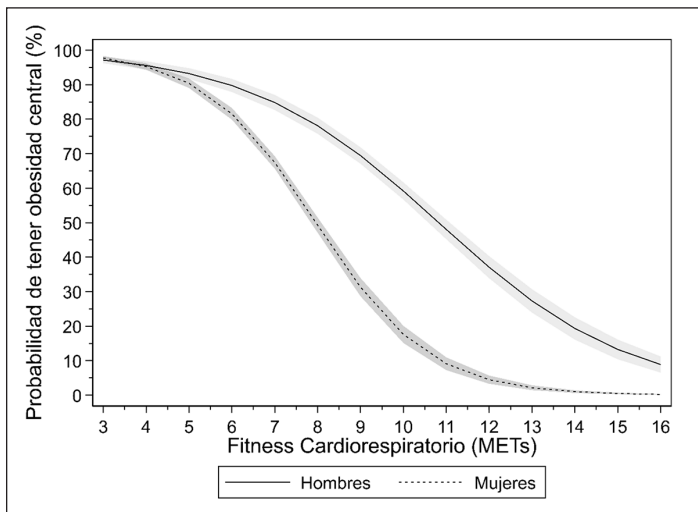


Figura 4. Probabilidad de tener obesidad central según niveles de fitness cardiorrespiratorio en mujeres y hombres. Datos presentados como probabilidad ajustada (línea o punteada negra) y sus intervalos de confianza del 95% (área gris). La probabilidad fue estimada con regresión de Poisson. Los análisis fueron ajustados por edad, región, zona de residencia, nivel educacional, hábito tabáquico, tiempo sentado y multimorbilidad. METs: unidades metabólicas basales.

Discusión

Entre los resultados de este estudio destaca la fuerte asociación identificada entre FCR y marcadores de adiposidad como también así la probabilidad de tener obesidad, tanto en mujeres como hombres. Por otra parte, cabe mencionar que uno de los principales factores que contribuye al FCR son los niveles de AF, por lo que los resultados de este estudio respaldan la promoción de la práctica regular de AF para aumentar los niveles de FCR de la población y así poder hacer frente a los altos niveles de obesidad presentes en la población chilena.

En primera instancia, los resultados de nuestro estudio concuerdan con investigaciones en población extranjera y nacionales que han reportado un mayor IMC, PC y porcentaje graso (aunque este no se investigó en nuestro trabajo) en sujetos con bajo FCR^{13,19-24}. Si bien los modelos de asociación consideraron diferentes marcadores de la adiposidad corporal y variables de ajuste, no es posible afirmar con certeza una relación causa-efecto entre dichos factores y el FCR debido al diseño transversal de estas investigaciones. Según nuestros resultados el aumento del FCR en 1-MET ocasionó disminuciones en el IMC entre 3,27 y 4,56 kg/m² y en el PC entre 6,7 y 9,0 cm. Este comportamiento fue similar a otros estudios realizados en hombres y mujeres en que ante un incremento del FCR en 1 ml/kg/min (1-MET = 3,5 mlO₂/kg/min) el IMC decreció entre 0,72 y 0,48 kg/m²²³, produjo disminuciones en el PC de 3,6 a 12 cm²² y desde 0,63 hasta 0,82 cm²³. Inclusive un mejor desempeño en un test de FCR se asoció a una disminución del IMC²⁴. Así mismo, una disminución en 1 mlO₂/kg/min produjo un aumento del IMC entre 1,1 y 1,76 kg/m²²¹. La mayoría de estas asociaciones fueron ajustadas por variables de confusión y las magnitudes de incremento o disminución de los marcadores de adiposidad corporal variaron dependiendo de la unidad de medida del FCR. Por su parte, también se ha encontrado disminuciones en el índice cintura-estatura, la grasa visceral²⁵ y el tejido graso²³. Consideramos que se debe asumir con cautela nuestros resultados respecto a la asociación causa-efecto de las variables en estudio debido al carácter transversal de la investigación pese a la evidencia comparada citada recientemente, esto porque sería interesante examinar los cambios e interacciones a largo plazo en la población chilena,

como lo reportan estudios longitudinales respecto a la disminución en el desempeño aeróbico en población adulta de ambos sexos, que a la vez registraron aumentos en el IMC, el peso corporal y PC después de 20 años²⁶.

Como bien hemos argumentado a lo largo del trabajo el FCR puede tener efecto sobre el manejo de marcadores de la adiposidad corporal ya que se relaciona inversamente con el perímetro de cadera y PC¹³, inclusive en mujeres adultas obesas mórbidas el FCR ha tenido relaciones inversas con el perímetro de cadera e índice de adiposidad²⁷. Uno de los mecanismos fisiológicos en la reducción de la masa grasa es atribuible a la activación de las catecolaminas que favorecen la lipólisis al desarrollar el FCR^{28,29}, esto refuerza la idea que la población chilena con obesidad según IMC y PC debe fortalecer su FCR con medios como la AF aeróbica o la caminata de baja, o moderada intensidad, caminatas de vigorosa intensidad (por ejemplo en pocos segundos), pero de manera intermitente, es decir, tomando pausas de descanso a modo de adherir a las recomendaciones internacionales de AF por semana, o bien adhiriendo a programas específicos de AF guiados por profesionales del área, para así mejorar su salud metabólica. Considerando el potencial impacto que pueden tener los resultados de la presente investigación con el fin de complementar las políticas públicas de nuestro país, se debe incentivar el incremento de los niveles de AF, partiendo con las actividades diarias de la vida. Por ejemplo, mayor velocidad al caminar en personas obesas para disminuir enfermedades cardiovasculares y mortalidad prematura^{30,31}, y programas de AF aeróbica de intensidad vigorosa y ejercicios de fuerza muscular con alta carga, ya que ambos traen mejoras en el FCR, PC y porcentaje graso³².

Otro resultado importante fue que las personas que nunca fumaron, pasaron más tiempo al día sentados, y los más activos físicamente tuvieron bajo nivel de FCR. También podríamos pensar que estos hallazgos se produjeron debido al carácter transversal de nuestra investigación por el fenómeno causa-efecto, sin embargo, estudios longitudinales han reportado evidencia que va en la misma línea sugiriendo que el mayor porcentaje de personas adultas que nunca habían fumado estuvieron clasificadas en el nivel más bajo de fitness en su línea de base³³, que los efectos del ejercicio físico sobre el FCR fueron similares entre un grupo

de cardíacos fumadores y ex-fumadores comparado con los no fumadores³⁴ y que el “endurance” o resistencia aeróbica ha disminuido en adultos que indistintamente pasaron sentados < 4 o ≥ 4 horas al día³⁵. Por el contrario, respecto a nuestros hallazgos sobre los más activos físicamente, pero con bajo nivel de fitness, personas con obesidad que siguieron programas de AF disminuyeron la adiposidad e incrementaron su FCR³⁶ y obesas mórbidas candidatas a cirugía bariátrica disminuyeron su adiposidad y mejoraron su aptitud cardiorrespiratoria para caminar debido al efecto de un programa de AF³⁷, así mismo personas obesas que tuvieron un incremento en sus niveles de AF post-operatorio mostraron mayor FCR³⁸.

No obstante, aún existen algunos aspectos que potencialmente podrían complementar posibles nuevas investigaciones. Entre ellos, considerar el FCR y su asociación con la masa libre de grasa o con la masa magra para abordar la problemática de la obesidad, para enriquecer la relación del FCR con el peso corporal y el cálculo del IMC, tal como se ha reportado en la literatura^{25,38-40}.

El presente estudio es pionero en Chile debido a que se aplicó un método abreviado para estimar el FCR, lo que es un aspecto novedoso respecto a la transferencia que se hace desde los métodos directos desde el laboratorio hacia la recolección de datos en terreno, y por lo que implica la proyección que los métodos abreviados puedan ser parte de las mediciones de línea de base y de seguimiento en investigaciones poblacionales. Otro aspecto importante es que se consideró una muestra expandida a nivel nacional y se utilizó instrumentos validados para la recolección de datos como son los utilizados en la ENS 2016-2017. Por su parte, una limitación es que algunas variables de los estilos de vida se midieron a través de cuestionarios, por lo cual los participantes podrían subestimar o sobreestimar sus respuestas.

Se concluye que las personas con mayores niveles FCR, medidos a través de una ecuación predictiva, presentaron menores niveles en marcadores de adiposidad medidos a través del IMC y PC. Además, personas con mayores niveles de FCR presentaron menor probabilidad de presentar obesidad, y que variables sociodemográficas influyeron en reducirlos. Por tanto, el FCR es un indicador importante en la salud general y para el control de marcadores de adiposidad corporal de la población chilena, aspecto que debe abordarse

desde los estilos de vida como la práctica de AF, especialmente del FCR, y variables nutricionales, las cuales tengan un papel preventivo en primera instancia y como parte de su tratamiento o control de esta enfermedad cardiometabólica en los casos de mayor prevalencia.

Agradecimientos: Se agradece de manera especial a todos los participantes de la ENS 2016-2017, al equipo profesional de la Escuela de Salud Pública de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, quienes desarrollaron y aplicaron la Encuesta Nacional de Salud, y al Ministerio de Salud del Gobierno de Chile.

Rererencias

- Hingorjo MR, Zehra S, Hasan Z, Qureshi MA. Cardio-respiratory fitness and its association with adiposity indices in young adults. *Pak J Med Sci.* 2017; 33 (3): 659-64.
- 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 Sport Med.* 2017; 51 (21): 1545-54.
- 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): e653-99.
- Poole DC, Jones AM. Measurement of the maximum oxygen uptake Vo_{2max} : Vo_{2peak} is no longer acceptable. *J Appl Physiol.* 2017; 122 (4): 997-1002.
- Hong SH, Yang HI, Kim D II, Gonzales TI, Brage S, Jeon JY. Validation of submaximal step tests and the 6-min walk test for predicting maximal oxygen consumption in young and healthy participants. *Int J Env Res Public Heal* 2019; 16 (23): e4858.
- Vásquez-Gómez J, Salas NG, Villarroel PJ, Rojas-Araya L, Faundez-Casanova C, Castillo-Retamal M. Cardiorespiratory fitness: reference on the six-minute walk test and oxygen consumption in adolescents from south-central Chile. *Int J Env Res Public Heal* 2021; 18 (5): 1-11.
- 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): 576-80.

8. de Souza e Silva CG, Kaminsky LA, Arena R, Christle JW, Araújo CGS, Lima RM, et al. A reference equation for maximal aerobic power for treadmill and cycle ergometer exercise testing: Analysis from the FRIEND registry. *Eu J Prev Cardiol.* 2018; 25 (7): 742-50.
9. Peterman JE, Harber MP, Imboden MT, Whaley MH, Fleenor BS, 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 Hear Assoc.* 2020; 9 (11): e015117.
10. Vásquez-Gómez JA, Garrido-Méndez A, Matus-Castillo C, Poblete-Valderrama F, Díaz-Martínez X, Concha-Cisternas Y, et al. Fitness cardiorrespiratorio estimado mediante ecuación y su caracterización sociodemográfica en población chilena: resultados de la encuesta nacional de salud 2016-2017. *Rev Med Chile* 2020; 148 (12): 1750-8.
11. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Chile: Ministerio de Salud [Internet]. 2017. Disponible en: http://www.ipsuss.cl/ipsuss/site/artic/20171122/asocfile/20171122142253/ens_2016_17_primeros_resultados.pdf [Consultado el 15 de julio de 2019].
12. Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del deporte, 6ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo 2007.
13. Cristi-Montero C, Ramírez-Campillo R, Alvarez C, Méndez AG, Martínez MA, Martínez XD, et al. Fitness cardiorrespiratorio se asocia a una mejora en marcadores metabólicos en adultos chilenos. *Rev Med Chile* 2016; 144 (8): 980-9.
14. Cáceres JM, Ulbrich AZ, Panigas TF, Benetti M. Equações de predição da aptidão cardiorrespiratória de adultos sem teste de exercícios físicos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2012; 14 (3): 287-95.
15. Organización Mundial de la Salud. Global Physical Activity Questionnaire Analysis Guide GPAQ Analysis Guide Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) Analysis Guide [Internet]. 2009. Disponible en: <http://www.who.int/chp/steps/GPAQ/en/index.html> [consultado el 13 de septiembre de 2021].
16. Organización Mundial de la Salud. Obesity: preventing and managing the global epidemic [Internet]. 2000. Disponible en: https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/ [consultado el 9 de marzo de 2019]
17. Organización Panamericana de la Salud. Parte 1, módulos de valoración clínica, módulo 5 valoración nutricional del adulto mayor [Internet] 2003. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/gericuba/modulo5.pdf> [consultado el 28 de octubre de 2019].
18. Organización Mundial de la Salud. Global Physical Activity Questionnaire Analysis Guide (GPAQ) [Internet]. 2009. Disponible en: <http://www.who.int/chp/steps/GPAQ/en/index.html> [consultado el 13 de septiembre de 2021]
19. Strauss M, Foshag P, Jehn U, Brz k A, Littwitz H, Leischik R. Higher cardiorespiratory fitness is strongly associated with lower cardiovascular risk factors in firefighters: a cross-sectional study in a German fire brigade. *Sci Rep.* 2021; 11 (1): 1-7.
20. D'souza UJA, Damodar D, Kurunji MR, Prabhu V, Chodankar N, Hayati F, et al. Association and correlation between cardiorespiratory fitness, bmi, musculo-skeletal and handgrip strength among young adult student girl population in Sullia, Karnataka, India. *Bangladesh J Med Sci.* 2021; 20 (2): 384-9.
21. Lin YT, Lee PF, Lee TS, Ho CC. Poor physical fitness performance as a predictor of general adiposity in taiwanese adults. *Int J Env Res Public Heal.* 2020; 17 (8): e2686.
22. McDonald SM, Ortaglia A, Bottai M, Supino C. Differential association of cardiorespiratory fitness and central adiposity among US adolescents and adults: A quantile regression approach. *Prev Med.* 2016; 88 (1): 1-7.
23. Rebollo-Ramos M, Velázquez-Díaz D, Corral-Pérez J, Barany-Ruiz A, Pérez-Bey A, Fernández-Ponce C, et al. Aerobic fitness, mediterranean diet and cardiometabolic risk factors in adults. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2019; 67 (2): 113-21.
24. Chen PH, Chen W, Wang CW, Yang HF, Huang WT, Huang HC, et al. Association of physical fitness performance tests and anthropometric indices in taiwanese adults. *Front Physiol.* 2020; 11 (20): e1421.
25. Jukarainen S, Holst R, Dalgård C, Piirilä P, Lundbom J, Hakkarainen A, et al. Cardiorespiratory fitness and adiposity as determinants of metabolic health-pooled analysis of two twin cohorts. *J Clin Endocrinol Metab.* 2017; 102 (5): 1520-8.
26. Chen LY, Zmora R, Duval S, Chow LS, Lloyd-Jones DM, Schreiner PJ. Cardiorespiratory fitness, adiposity, and heart rate variability: the coronary artery risk development in young adults study. *Med Sci Sport Exerc.* 2019; 51 (3): 509-14.
27. Onofre T, Oliver N, Carlos R, Felismino A, Corte RC, Silva E, et al. Oxygen uptake efficiency slope as a useful measure of cardiorespiratory fitness in morbidly obese women. *PLoS One* 2017; 12 (4): e0172894.
28. Bermejo FJ, Olcina G, Martínez I, Timón R. Efectos de un protocolo HIIT con ejercicios funcionales sobre el rendimiento y la composición corporal. *Arch Med Deport.* 2018; 6 (35): 386-91.

29. Boutcher S. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes*. 2011; e1.
30. Stamatakis E, Kelly P, Strain T, Murtagh EM, Ding D, Murphy MH. Self-rated walking pace and all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality: Individual participant pooled analysis of 50 225 walkers from 11 population British cohorts. *Br J Sports Med*. 2018; 52 (12): 761-8.
31. Yates T, Zaccardi F, Dhalwani NN, Davies MJ, Bakrania K, Celis-Morales C, et al. Association of walking pace and handgrip strength with all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: a UK Biobank observational study. *Eur Heart J*. 2017; 38 (43): 3232-40.
32. O'Donoghue G, Blake C, Cunningham C, Lennon O, Perrotta C. What exercise prescription is optimal to improve body composition and cardiorespiratory fitness in adults living with obesity? A network meta-analysis. *Obes Rev*. 2021; 22 (2): e13137.
33. Tarp J, Grøntved A, Sanchez-Lastra MA, Dalene KE, Ding D, Ekelund U. Fitness, fatness, and mortality in men and women from the UK biobank: Prospective cohort study. *J Am Hear Assoc*. 2021; 10 (6): e019605.
34. Noguchi KS, Pryzbek M, Moncion K, McQuarrie A, Macdonald MJ, Tang A. A history of smoking does not reduce long-term benefits of cardiac rehabilitation on cardiorespiratory fitness in men and women with cardiovascular disease. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2021; 46 (2): 155-60.
35. Gomez-Bruton A, Navarrete-Villanueva D, Pérez-Gómez J, Vila-Maldonado S, Gesteiro E, Gusi N, et al. The effects of age, organized physical activity and sedentarism on fitness in older adults: An 8-year longitudinal study. *Int J Env Res Public Heal*. 2020; 17 (12): 1-17.
36. Delgado-Floody P, Izquierdo M, Ramírez-Vélez R, Caamaño-Navarrete F, Moris R, Jerez-Mayorga, et al. Effect of high-intensity interval training on body composition, cardiorespiratory fitness, blood pressure, and substrate utilization during exercise among prehypertensive and hypertensive patients with excessive adiposity. *Front Physiol*. 2020; 11: e1.
37. Delgado-Floody P, Álvarez C, Cadore EL, Flores-Opazo M, Caamaño-Navarrete F, Izquierdo M. Preventing metabolic syndrome in morbid obesity with resistance training: Reporting interindividual variability. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2019; 29 (12): 1368-81.
38. Nuijten MAH, Tettero OM, Wolf RJ, Bakker EA, Eijssvogels TMH, Montpellier VM, et al. Changes in physical activity in relation to body composition, fitness and quality of life after primary bariatric surgery: a two-year follow-up study. *Obes Surg*. 2021; 31 (3): 1120-8.
39. Sævarsson ES, Magnússon KT, Sveinsson T, Jóhannsson E, Arngrímsson SÁ. The association of cardiorespiratory fitness to health independent of adiposity depends upon its expression. *Ann Hum Biol*. 2016; 43 (3): 229-34.
40. Boidin M, Handfield N, Ribeiro PAB, Desjardins-Crépeau L, Gagnon C, Lapierre G, et al. Obese but fit: the benefits of fitness on cognition in obese older adults. *Can J Cardiol*. 2020; 36 (11): 1747-53.