

Cambios metabólicos y de aptitud cardiorrespiratoria en mujeres intervenidas con un programa de ejercicio físico asistido con una aplicación móvil: un estudio controlado no randomizado

RICHAR CÁRCAMO-REGLA^{1,a}, FERNANDA CARRASCO-MARÍN^{1,b}, CAROLINA OCHOA-ROSALES^{2,c}, RAFAEL ZAPATA-LAMANA^{1,3,d,e}, KATHERINE ROZAS^{1,e}, MIQUEL MARTORELL^{1,5,f}, GABRIELA NAZAR^{1,6,g}, IGOR CIGARROA^{8,h}, DANIEL REYES-MOLINA^{8,9,c}, MARCIA STUARDO-ÁLVAREZ^{1,h}, FELIPE GACITÚA^{1,5}, NATALIA ULLOA^{1,7,j}

Metabolic and cardiorespiratory fitness changes in women undergoing a physical exercise program assisted by a mobile application. A non-randomized controlled study

*Metabolic syndrome (MetS) is prevalent in our population. The purpose of this study is to evaluate the effect of physical exercise, assisted by a mobile application (m-Health), on cardiorespiratory fitness (ACR) and cardiovascular risk markers in women with metabolic disorders typical of MetS, and to compare it with the effect of exercise monitored face to face in women with similar characteristics. **Materials and Methods:** Controlled experimental study with two arms. Forty-one women with metabolic disorders were recruited; 14 completed the study and, for convenience, formed the intervention group with m-Health or the control group with the Vida Sana Program, both carried out for ten weeks. ACR, body composition, anthropometry, and blood pressure (BP) were evaluated before and after the intervention. **Results:** 95% of the women presented low and very low basal ACR. The group treated with m-Health after 10 weeks increased VO_{2max} (% change: + 44.4; $p = 0.035$) and decreased waist circumference (% change: -2.6; $p = 0.022$) and DBP (% change: -14.1; $p = 0.036$). Meanwhile, the control group decreased waist circumference (% change: -6.5; $p = 0.015$) and DBP (% change: -12.2; $p = 0.05$) but did not change VO_{2max} . Comparisons between groups did not show differences. **Conclusions:** A physical exercise program via m-Health improved ACR and anthropometric parameters in women with cardiometabolic disorders.*

(Rev Med Chile 2023; 151: 869-879)

Key words: Cardiorespiratory Fitness; Exercise; Metabolic Syndrome; Mobile Applications.

RESUMEN

El síndrome metabólico (SMet) es prevalente en nuestra población. El propósito de este estudio es evaluar el efecto del ejercicio físico, asistido con una aplicación móvil (m-Health), sobre la aptitud-cardiorrespiratoria (ACR) e indicadores de riesgo cardiovascular en mujeres con alteraciones metabólicas

¹Centro de Vida Saludable de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

²Latin American Brain Health Institute, Universidad Adolfo Ibáñez. Santiago, Chile.

³Departamento de Educación, Campus Los Ángeles, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

⁴Escuela de Educación Física, Facultad de Educación, Universidad de Concepción.

⁵Departamento de Nutrición y Dietética, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

⁶Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

⁷Departamento de Bioquímica Clínica e Inmunología, Facultad de Farmacia Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

⁸Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Los Ángeles, Chile.

⁹Doctorado en Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

^aProfesor de Educación Física, Magister en Ergonomía.

^bNutricionista, Magister en Promoción de Salud Familiar.

^cBioquímico, Doctor en Epidemiología.

^dProfesor de Educación Física, Doctor en Psicología de la Salud y el Deporte.

^eProfesor de Educación Física, Magister en Educación Física.

^fQuímico, Bioquímico, Doctor en Nutrición Humana.

^gPsicóloga, Doctora en Psicología.

^hBioquímico, Doctor en Ciencias Biológicas, Magister en Bioquímica Clínica.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por el Gobierno regional de la Región de Biobío mediante el proyecto FIC 40026768-0: Ejercicio Físico Vico 4002 Health: Un desarrollo innovador, FIC GORE BIOBIO, 2020-2022.

Los autores Richar Cárcamo y Fernanda Carrasco contribuyeron

propias del SMet, y compararlo con el efecto de ejercicio monitoreado de forma presencial en mujeres de similares características. **Materiales y Métodos:** Estudio controlado no-randomizado con dos brazos. Se reclutaron 41 mujeres con alteraciones metabólicas, 14 completaron el estudio y conformaron por conveniencia el grupo de intervención con *m-Health* o el control con el Programa Vida Sana, ejecutados durante 10 semanas. Se evaluó la ACR, composición corporal, antropometría, presión arterial (PA); pre y post-intervención. **Resultados:** El 95% de las mujeres presentaron baja y muy baja ACR basal. El grupo intervenido con *m-Health* luego de 10 semanas, aumentó el VO₂max (% cambio: + 44,4; $p = 0,035$) y disminuyó el perímetro de cintura (% cambio: -2,6; $p = 0,022$) y la PAD (% cambio: -14,1; $p = 0,036$). En tanto, el grupo control disminuyó el perímetro de cintura (% cambio: -6,5; $p = 0,015$) y la PAD (% cambio: -12,2; $p = 0,05$), pero no modificó el VO₂max. Las comparaciones entre grupos no arrojaron diferencias. **Conclusiones:** Un programa de ejercicio físico vía *m-Health* mejoró la ACR y parámetros antropométricos en mujeres con alteraciones cardiometabólicas.

Palabras clave: Aplicaciones Móviles; Capacidad Cardiovascular; Síndrome Metabólico Ejercicio físico.

de igual forma a este desarrollo debiendo ser reconocidos ambos como primeros autores.

Recibido el 5 de mayo de 2023, aceptado el 31 de julio de 2023.

Correspondencia a:
Natalia Ulloa Muñoz
nulloa@udec.cl

La inactividad física (IF) definida como el no cumplimiento de las recomendaciones de actividad física (AF) mínimas para mantener la salud de la población¹, es el cuarto factor de riesgo asociado a mortalidad prematura en adultos, se le atribuye 7% de los casos de diabetes mellitus tipo 2 y el 6% de las enfermedades cardiovasculares² siendo un importante factor de riesgo de multi-morbilidad³. A nivel mundial la IF alcanza a 27,5% de la población adulta y en Chile, a 35,1% de la población ≥ 15 años (42,5% mujeres y 27,4% hombres)⁵.

Ha sido ampliamente demostrado que el estilo de vida sedentario y la dieta con alta densidad calórica conducen a disfunción mitocondrial y a generación crónica de especies reactivas de oxígeno, con el consiguiente daño de estructuras celulares, formando parte de la fisiopatología del Síndrome Metabólico (SMet)⁶, un trastorno metabólico común derivado de la obesidad⁷⁻¹⁰ y que está definido por una serie alteraciones cardiometabólicas prevalentes¹¹. Se estima que la prevalencia global de SMet es alrededor un 25% de la población mundial¹². En Chile, la prevalencia de SMet es de 40,1% según la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017, con cifras aún superiores en población de bajo estrato educacional¹³.

La aptitud física incluye varios componentes medibles de los cuales la aptitud cardiorrespiratoria (ACR) es el más fuertemente asociado con resultantes de salud¹⁴. La ACR¹⁵ se refleja en

la medición del consumo máximo de oxígeno (VO₂max), se puede medir a través de un método estándar de oro, la ergoespirometría¹⁶, o bien, a través métodos de campo que utilizan una extrapolación del comportamiento de la frecuencia cardiaca como el *Incremental Shuttle Walking Test*¹⁷. En Chile, existe escasa evidencia acerca de la medición de la ACR asociada a enfermedades crónicas no transmisibles, entre éstas un trabajo con pacientes con diabetes mellitus 2¹⁸, pero no existe información nacional en sujetos que presentan SMet o alteraciones cardiometabólicas.

Por otro lado, la falta de ejercicio físico programado y monitoreado de nuestra población está asociado con una serie de barreras tales como la falta de tiempo, de infraestructura, de motivación, entre otros¹⁹. A lo anterior se sumó recientemente el confinamiento preventivo contra la infección por coronavirus, COVID-19 y que implicó dificultades de desplazamiento y práctica de ejercicio físico planificado en gimnasios. Este escenario ha motivado el desarrollo de soluciones tecnológicas como aplicaciones o “Apps” que permitan fomentar la actividad física proporcionando a los usuarios pautas de ejercicio físico adecuado a ciertos grupos, monitoreo, registro de indicadores propios de esta práctica y otros. El Centro de Vida Saludable de la Universidad de Concepción desarrolló una aplicación para este efecto, con el nombre de fantasía “*Apptivate*” (Nº registro de propiedad: 2023-A-739), financiado

por el gobierno regional del Biobío (Proyecto FIC 40026768-0).

El propósito de este estudio es evaluar cuál es el efecto del ejercicio físico monitoreado vía *m-Health* asistido por una aplicación móvil, sobre la aptitud-cardiorrespiratoria (ACR) y factores de riesgo cardiovascular en mujeres con alteraciones metabólicas propias del SMet, en comparación a mujeres de similares características que asistieron presencialmente al Programa Vida Sana de sus respectivos centros de salud.

Métodos

Diseño y población de estudio

Estudio experimental controlado, con grupos intervenidos y de control no aleatorizados, conformados por conveniencia, con mediciones pre- y

post-intervención. Se reclutó a 42 mujeres usuarias de dos Centros de Salud Familiar, CESFAM O'Higgins de Concepción y Entre Ríos de los Ángeles, región del Biobío, una mujer se perdió por falta de la VO_{2max} , quedando 41 voluntarias (Figura 1). Los criterios de inclusión fueron: usuarias de CESFAM, participantes del programa Vida Sana y que presentaran alteraciones metabólicas propias del Síndrome metabólico. Los criterios de exclusión aplicaron a: mujeres en tratamiento contra el cáncer, hipertensión no controlada (presión arterial sistólica PAS ≥ 150 y/o presión arterial diastólica PAD ≥ 90 mmHg), glicemia basal ≥ 126 mg/dL, Diabetes Mellitus no controlada, con diálisis renal, con enfermedad cardiovascular, físicamente dependientes, con antecedentes de enfermedad por COVID-19, o que no cumplan con requisitos de salud compatible según el cuestionario PAR-Q²⁰, ni embarazadas.

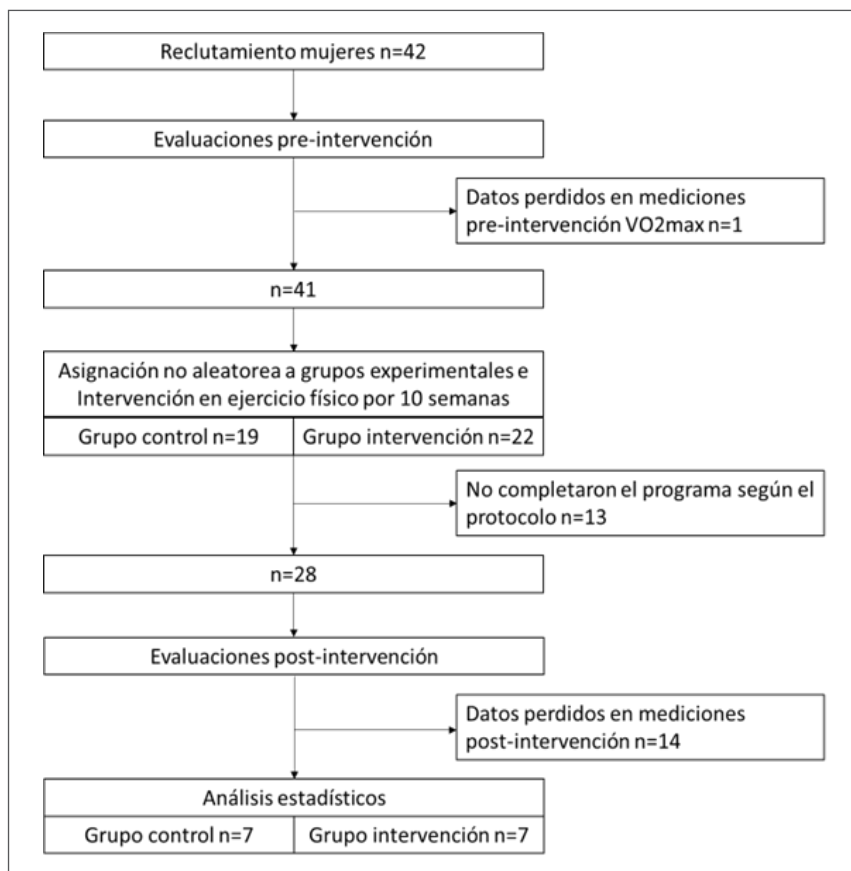


Figura 1. Diagrama de flujo que explica la pérdida de participantes desde el número reclutado inicialmente.

El reclutamiento se realizó a través de una convocatoria abierta por correo electrónico, a usuarias del programa Vida Sana. La participación fue voluntaria y sin compensación económica.

Variables e instrumentos de evaluación

i) Variables antropométricas y presión arterial. El estado nutricional fue evaluado por el Índice de Masa Corporal (IMC), según los puntos de corte propuestos por la OMS: bajo-peso: $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$; normo-peso: $18,5\text{-}24,9 \text{ kg/m}^2$; sobrepeso: $25,0\text{-}29,9 \text{ kg/m}^2$; obesidad tipo 1: $\geq 30,0\text{-}34,9 \text{ kg/m}^2$; obesidad tipo 2: $\geq 35,0\text{-}39,9 \text{ kg/m}^2$ y obesidad tipo 3 o extrema: $\geq 40,0 \text{ kg/m}^2$ ²¹. La composición corporal fue medida con un bio-impedanciómetro, marca Inbody, modelo 120. La PAS y PAD se midieron posterior a un reposo de 10 minutos, utilizando un tensiómetro digital marca OMROM, modelo HEM-7121 y se repitió al minuto 1 y 2 después de finalizar la prueba de caminata ISWT²².

ii) La determinación de la variable “número de componentes del SMet” se realizó adaptando la definición armonizada de SMet¹¹ de la siguiente forma: 1) presión arterial $\geq 130/85 \text{ mmHg}$ o diagnóstico médico de hipertensión auto-reportado; 2) diagnóstico médico de diabetes o insulino-resistencia auto-reportada; 3) perímetro de cintura $\geq 80 \text{ cm}$; 4) diagnóstico médico de dislipidemia auto-reportado. Así, la variable número de componentes del SMet puede tomar valores de 0 a 4, ya que no se pudo precisar si la dislipidemia era por aumento de triglicéridos o reducción de colesterol-HDL.

iii) Evaluaciones de la aptitud física. Fuerza de extremidades superiores mediante la prensión manual usando un dinamómetro hidráulico marca JAMAR® (*Jamar TMHydraulic Hand Dynamometer*). Se registró una fuerza de prensión máxima durante 3 segundos, con reposo de 1 min entre cada repetición, según describe Lee y cols²³.

Capacidad muscular extremidades inferiores mediante la prueba de sentarse y pararse de la silla²⁴. Evaluación de la musculatura abdominal mediante un ejercicio de flexión de tronco acostado y se registró la máxima cantidad de repeticiones correctas en 60 segundos²⁵.

La aptitud cardiorrespiratoria se estimó según el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{max}}$) mediante el *Incremental Shuttle Walking* que categoriza en, ACR muy bajo, bajo, promedio, bueno²⁶, usando monitor cardíaco de torso marca Polar,

modelo H10.

iv) Hábito tabáquico. Se realizaron entrevistas individuales desarrolladas online, donde las participantes completaron un cuestionario de hábito tabáquico.

v) Las variables sociodemográficas, edad, sexo, zona de residencia (rural y urbana) y nivel educacional (básica < 8 años, media 8 a 12 años, educación superior > 12 años) fueron inicialmente consignadas.

Intervención mediante el uso de la aplicación *Apptivate*

Apptivate es una herramienta *mHealth* (DDI 2023-A-739, Concepción, Chile) para los sistemas IOS y Android, que permite prescribir y monitorear programas de ejercicio de manera remota a través de un computador o dispositivo móvil, con conexión a internet.

Esta aplicación fue usada por primera vez con el grupo intervenido que estuvo compuesto finalmente por 7 mujeres que participaron del programa de ejercicio físico *m-Health* de 10 semanas, con 3 sesiones de ejercicio semanal, de 45 minutos, a una intensidad moderada a moderada-vigorosa con una percepción del esfuerzo entre 4 a 7 en Escala de Borg (0-10). Cada participante recibió un kit de ejercicio (banda elástica, balón fitball, mat de yoga y un monitor de frecuencia cardíaca de torso) y los programas de entrenamiento incorporaron ejercicio concurrente (ejercicios de resistencia muscular y ejercicios aeróbicos). Las sesiones de ejercicio prescritas se realizaron de manera remota a través de la aplicación “*Apptivate*”, de modo sincrónico o asincrónico. La plataforma permitió contar con registros en cada sesión; asistencia, niveles de intensidad reportada por la usuarias, según la escala de Borg. Además, se realizó un registro de la frecuencia cardíaca consignada en la plataforma Polar Flow (Figura 2). El grupo control correspondió a 7 mujeres que participaron durante 10 semanas en sesiones de ejercicio físico en el marco del programa Vida Sana acudiendo a un programa desarrollado de manera presencial en instalaciones dispuestas por el Centro de Salud Familiar, en el marco del Programa Vida Sana. La frecuencia de entrenamiento fue de 3 sesiones semanales con una duración entre 50 a 60 minutos. Las sesiones estuvieron a cargo de un Profesor de Educación Física quien prescribió ejercicio en modalidad de entrenamien-



Figura 2.

to concurrente, combinando ejercicios de fuerza resistencia muscular utilizando peso corporal, mancuernas y bandas elásticas, y ejercicio aeróbico mediante baile y desplazamientos de intensidad moderada-vigorosa. Para las comparaciones se consideraron aquellas mujeres que completaron 10 semanas, tanto para el grupo intervenido con AppTivate, como el grupo control.

Análisis estadístico. La descripción de las variables se realizó con la media y la desviación estándar para las variables cuantitativas de distribución normal, o la mediana y el rango intercuartílico para aquellas de distribución no normal. Para la descripción de las variables cualitativas se utilizó la frecuencia absoluta y relativa.

La comparación de las variaciones pre y post test se realizó mediante el test de Wilcoxon para datos pareados, y la comparación de la media de las variaciones entre grupos intervenido con la aplicación *m-Health* y el grupo control, que permaneció con clases presenciales del Programa Vida Sana se realizó mediante el test de Mann y Whitney.

La distribución normal de las variables cuantitativas se realizó mediante el test de Shapiro Willks. Se consideró como significancia estadística un valor $p < 0,05$. Para todos los análisis se utilizó el software estadístico R versión 4.2.1 (R Project, Viena, Austria).

Consideraciones éticas. Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico del Servicio

de Salud Concepción (CEC-SSC 21-06-30). Los participantes entregaron consentimiento informado firmado.

Resultados

Se reclutó un total de 42 mujeres, una se perdió por falta de la medida de VO_{2max} , quedando 41 voluntarias, con una edad promedio de 41,2 años ($\pm 19,5$) años, el 61,0% de las mujeres presentaron obesidad y el 22,0% declaró ser fumadora habitual (Tabla 1). Del total de participantes un 46,3% de las mujeres presentaron 2 componentes de SMet y 41,5% presentaron solo un componente. La mayoría, 95,2 % presentó un consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) deficiente, siendo muy bajo en un 65,9% de las mujeres. Los grupos se conformaron por conveniencia con 19 mujeres en grupo control y 22 en el grupo de intervención. Luego, durante el desarrollo se perdieron 27 mujeres (Figura 1) quedando solo 7 mujeres en cada grupo, con el estudio y medidas completas.

En los participantes del grupo control (Tabla 2a), se encontraron reducciones estadísticamente significativas, en el perímetro de cintura, perímetro de cuello, porcentaje de grasa corporal y en la presión arterial diastólica. Además, se observó un aumento significativo en la masa magra. En las mujeres que participaron del programa de intervención con *m-Health* usando la App AppTivate

Tabla 1. Características del total de las participantes iniciales

Total, al inicio del estudio	
N de participantes	41
Datos demográficos	
Edad (promedio [DE]) (años)	41,5 (19,5)
Habitan zona urbana %	100%
Habitan zona rural %	0%
Factores de riesgo cardiovascular	
Hipertensión (n, %)	22 (53,7)
Diabetes/insulinorresistencia (n, %)	5 (9,8)
Dislipidemia (n, %)	6 (14,6)
Fumadora actualmente (n, %)	8 (22,0)
Perímetro de cintura > 80 cm	39 (95,1)
Presión sistólica mmHg (mediana [RIQ])	123,0 [113,0, 132,0]
Presión diastólica mmHg (mediana [RIQ])	81,0 [74,0, 87,0]
Clasificación de PA según OMS (n, %)	
PA óptima (< 120/80 mmHg)	15 (36,6)
PA normal (< 130/85 mmHg)	3 (7,3)
PA alta (130-139/85-89 mmHg)	15 (36,6)
HTA grado I (140-159/90-99 mmHg)	5 (12,2)
HTA grado II (160-179/100-109 mmHg)	2 (4,9)
HTA grado III ($\geq 180/\geq 110$ mmHg)	1 (2,4)
Estado nutricional (n, %)	
Bajo peso	0 (0,0)
Normo peso	2 (4,9)
Sobrepeso	12 (29,3)
Obesidad tipo I	18 (43,9)
Obesidad tipo II	9 (21,9)
N° de componentes del SMet * (n, %)	
0	0 (0,0)
1	17 (41,5)
2	19 (46,3)
3	5 (12,2)
4	0 (0,0)
Antropometría y composición corporal	
Índice de masa corporal kg/m ² (media [DE])	31,5 (4,3)
Porcentaje de grasa (mediana [RIQ])	43,8 [39,5, 47,4]
Perímetro de cintura (cm), promedio (DE)	96,0 (10,1)
Condición física	
Fuerza de presión mano derecha (kg) (mediana [RIQ])	25,0 [22,0, 31,0]
Fuerza de presión mano izquierda (kg) (mediana [RIQ])	26,0 [21,0, 29,0]
VO _{2max} (mediana [RIQ]) (mL/kg/min)	16,8 [16,8, 18,2]
VO_{2max} categorías (n, %)	
Muy bajo	27 (65,9)
Bajo	12 (29,3)
Bueno	2 (4,9)

*El síndrome metabólico (SMet) se definió cuando la persona presenta 3 o más de los siguientes componentes: 1) HTA: presión arterial igual o superior a 130/85 mmHg o diagnóstico médico auto reportado de hipertensión; 2) Diagnóstico médico de diabetes o insulino-resistencia auto-reportada; 3) Perímetro de cintura mayor a 80 cm; 4) Diagnóstico médico de dislipidemia o condición auto-reportada. Esta variable puede tomar valores de 0 a 4. RIQ = Rango Intercuatílico, DE = desviación estándar; 6) VO_{2max} = consumo máximo de oxígeno.

Tabla 2a. Comparación pre y post intervención de las variables antropométricas, de composición corporal, condición física y salud mental, según grupo de estudio en el grupo control

Grupo control (n = 7)	Pre-intervención	Post-intervención	% de cambio	valor p
Índice de masa corporal (kg/m ²)	30,3 [28,0, 32,5]	30,2 [28,1, 32,1]	1,1 [-1,5, 1,7]	1,000
Perímetro de cintura (cm)	92,7 [87,6, 98,3]	86,0 [83,3, 92,3]*	-6,5 [-7,6, -3,7]	0,015*
Perímetro de cadera (cm)	107,0 [101,0, 112,3]	106,0 [99,1, 110,8]	5,0 [-1,2, 21,9]	0,399
Perímetro de cuello (cm)	34,0 [32,6, 36,2]	33,5 [32,5, 36,0]*	-16,7 [-27,2, -7,1]	0,042*
Masa magra (kg)	23,8 [21,5, 26,5]	24,8 [21,9, 27,2]*	3,3 [2,1, 3,6]	0,022*
Masa grasa (kg)	31,5 [25,2, 36,5]	30,6 [24,1, 33,7]	-2,9 [-7,1, -0,3]	0,093
Porcentaje grasa (%)	42,2 [37,0, 44,0]	40,5 [35,7, 41,6]*	-4,0 [-5,6, -1,8]	0,031*
Presión sistólica (mmHg)	110,0 [108,0, 121,5]	119,0 [116,0, 125,0]	8,2 [-1,5, 9,6]	0,528
Presión diastólica (mmHg)	78,0 [70,0, 83,0]	69,0 [65,0, 71,0]*	-12,2 [-15,1, -5,0]	0,051*
VO _{2max} (mL/kg/min)	16,8 [16,5, 17,5]	18,2 [17,5, 27,8]	0,0 [0,0, 65,6]	0,201
Fuerza de prensión mano derecha (kg)	28,0 [24,0, 31,5]	27,0 [24,0, 29,0]	-3,6 [-13,4, 9,5]	0,832
Fuerza de prensión mano izquierda (kg)	28,0 [25,0, 30,0]	23,0 [21,5, 28,0]	-13,0 [-16,3, 6,1]	0,495

Los valores representan la mediana y el rango intercuartílico [RIQ]. (*) indica diferencia estadísticamente significativa.

(Tabla 2b) se encontró una reducción significativa en el perímetro de cintura y en la presión arterial diastólica, y un aumento significativo en el V_{2máx}. No se detectaron diferencias significativas en las otras variables.

Se comparó el porcentaje de cambio antes-después de la intervención en las variables de interés, de los participantes del grupo intervenido versus el grupo control y no se detectaron diferencias significativas entre ambos grupos para ninguna de las variables (Tabla 3).

Discusión

Este trabajo aporta una primera evidencia local acerca de la deficiente ACR, en un grupo de mujeres con alteraciones cardiometabólicas propias del SMet, que asisten a dos CESFAM de la región del Biobío. En efecto, la mayoría de las mujeres en su condición basal fue categorizada con un VO_{2max} muy bajo o bajo (95,2%). Si se considera la elevada prevalencia de SMet (37,4% de las mujeres en Chile)¹³ es preocupante la deficiente ACR en estas mujeres con alteraciones asociadas a SMet y edad promedio de 41 años, una etapa de la vida

altamente productiva (en lo laboral y/o en el de cuidado de sus familias). Desde el punto de vista fisiopatológico, una baja ACR conduce a estrés oxidativo crónico, SMet y enfermedades crónicas no transmisibles y además es un importante predictor de mortalidad²⁷.

No obstante, lo más relevante que este trabajo muestra es que una intervención *m-Health* realizada mediante la “Apps” *Apptivate*, desarrollada en el Centro de Vida Saludable de la UdeC, mejoró el valor de la VO_{2max} en sus usuarias, así como también en perímetro de cintura y PAD luego de 10 semanas de intervención, al comparar su valor pre y post intervención.

Referente a la VO_{2max}, los resultados indican que el ejercicio físico en modalidad *m-Health* logró ser efectivo en la mejoría de la ACR y otros marcadores de riesgo cardiometabólico. En el caso del efecto de la modalidad *m-Health* el resultado es plausible, dada la posibilidad de adherir a un programa en línea, que elimina barreras de transporte, tiempo y otras reportadas para la práctica de ejercicio físico¹⁹ y cuya aplicación permite la flexibilidad de realizar las sesiones desde cualquier lugar con conectividad y en cualquier momento. Así, esta innovación para ejercicio vía *m-Health*

Tabla 2b. Comparación pre y post intervención de las variables antropométricas, de composición corporal, condición física y salud mental, según grupo de estudio en el grupo de intervención

Grupo Intervención (n = 7)	Pre-intervención	Post-intervención	% de cambio	valor p
Índice de masa corporal (kg/m ²)	34,1 [31,2, 35,0]	34,3 [31,7, 35,7]	0,9 [0,1, 3,2]	0,156
Perímetro de cintura (cm)	103,2 [95,6, 105,5]	99,50 [92,3,101,5]*	-2,6 [-5,2, -2,0]	0,022*
Perímetro de cadera (cm)	112,2 [110,3, 116,0]	110,0 [109,5, 113,3]	10,5 [6,2, 11,2]	0,309
Perímetro de cuello (cm)	35,0 [35,0, 38,0]	35,0 [34,3, 37,3]	-11,1 [-22,1, 12,4]	0,059
Masa magra (kg)	24,0 [23,4, 25,6]	24,0 [23,4, 25,6]	2,95 [1,6, 3,1]	0,268
Masa grasa (kg)	39,6 [34,5, 42,7]	38,8 [35,4, 44,0]	3,1 [-1,7, 3,2]	0,553
Porcentaje grasa (%)	45,6 [44,8, 47,5]	45,5 [44,9, 48,0]	-0,2 [-1,7, 1,1]	0,675
Presión sistólica (mmHg)	131,0 [129,0, 146,5]	133,0 [124,5, 137,5]	-4,2 [-8,3, 0,3]	0,271
Presión diastólica (mmHg)	87,0 [85,5, 91,5]	73,0 [70,0, 80,0]	-14,1 [-22,4, -6,4]	0,036*
VO _{2max} (mL/kg/min)	16,8 [16,8, 18,2]	18,2 [18,2, 35,2]	44,4 [8,3, 100,1]	0,035*
Fuerza de prensión mano derecha (kg)	25,0 [24,5, 27,0]	28,0 [24,0, 28,0]	0,0 [-5,7, 11,9]	0,916
Fuerza de prensión mano izquierda (kg)	26,0 [25,0, 26,5]	24,0 [23,0, 27,0]	-6,7 [-10,1, 0,0]	0,496

Los valores representan la mediana y el rango intercuartílico [RIQ]. (*) indica diferencia estadísticamente significativa.

puede ser una herramienta efectiva en distintas situaciones, por ejemplo, para mujeres que la prefieran, en etapas de confinamiento social, clima adverso, para personas con difícil acceso, para descongestionar los servicios de atención primaria o para recintos que no dispongan del espacio para destinar a esta práctica.

En efecto, la innovación *m-Health* usada en este estudio puede ser auspiciosa si se considera la efectividad que otros autores han reportado para innovaciones similares. Una revisión reciente que analizó 2501 artículos concluye *m-Health* tiene el potencial de apoyar el asesoramiento de la actividad física en atención primaria, si bien, señala que los problemas técnicos y la complejidad de los programas son las barreras para la usabilidad²⁸; en nuestro estudio, parte de la deserción en el grupo *m-Health* pudo ser debida a esta causa. Otra revisión sistemática señala que, pese a las diferencias en la duración de los estudios, el diseño y las variables, 13 de 14 estudios informaron que las aplicaciones fueron efectivas para aumentar la actividad física y otros hábitos saludables²⁹. Muchos de esos estudios sugieren que los usuarios estarían dispuestos a seguir usando las

aplicaciones y las recomendarían. Sin embargo, la mayoría de los autores concuerda que se necesita más investigación, a más largo plazo y con muestras más grandes para confirmar la eficacia de las aplicaciones en la mantención actividad física. Es importante destacar lo planteado por Claudel y cols.³⁰ acerca de la importancia de la participación de los usuarios finales como parte de un diseño conjunto para desarrollar tecnologías de salud móvil, ya que tal participación resultaría útil para la adopción sostenida de esta herramienta de auto-cuidado.

En general se sostiene que la ubicuidad del uso de teléfonos inteligentes presenta una oportunidad para expandir las intervenciones cardiovasculares basadas en la salud móvil (*m-Health*), incluidas las centradas en la actividad física y que tienen el potencial de provocar el cambio de grupos relativamente grandes de la población hacia niveles de actividad física que cumplan con las recomendaciones³¹.

Los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre el SMet han sido evidenciados, cada componente del SMet es favorecido por la actividad física y los mecanismos subyacentes

Tabla 3. Comparación pre y post intervención de las variables antropométricas, de composición corporal, condición física y salud mental, entre grupos control e intervenido

Porcentaje de cambio	Grupo control (n = 7)	Grupo Intervención (n = 7)	valor p
Índice de masa corporal (kg/m ²)	1,1 [-1,5, 1,7]	0,9 [0,1, 3,1]	0,523
Perímetro de cintura (cm)	-6,5 [-7,6, -3,7]	-2,6 [-5,2, -2,0]	0,201
Perímetro de cadera (cm)	5,0 [-1,2, 21,9]	10,5 [6,2, 11,1]	0,798
Perímetro de cuello (cm)	-16,7 [-27,2, -7,1]	-11,1 [-22,1, 12,4]	0,523
Masa magra (kg)	3,3 [2,2, 3,6]	3,0 [1,6, 3,1]	0,371
Masa grasa (kg)	-2,9 [-7,2, -0,3]	3,1 [-1,7, 3,2]	0,160
Porcentaje grasa (%)	-4,03 [-5,6, -1,8]	-0,2 [-1,7, 1,1]	0,125
Presión sistólica (mmHg)	8,2 [-1,5, 9,6]	-4,2 [-8,3, 0,3]	0,097
Presión diastólica (mmHg)	-12,2 [-15,1, -5,0]	-14,1 [-22,4, -6,4]	0,523
VO ₂ max (mL/kg/min)	0,0 [0,0, 65,6]	44,4 [8,3, 101,0]	0,476
Fuerza de prensión mano derecha (kg)	-3,6 [-13,4, 9,5]	0,0 [-5,7, 11,9]	0,848
Fuerza de prensión mano izquierda (kg)	-13,0 [-16,3, 6,1]	-6,7 [-10,1, 0,0]	0,701
Escala de salud mental general	0,0 [-9,9, 13,5]	29,6 [3,0, 57,6]	0,370
Escala de afecto positivo	12,5 [-2,8, 60,0]	27,7 [15,5, 36,8]	0,798
Escala de afecto negativo	-69,4 [-126,0, -32,9]	-61,7 [-103,6, 63,0]	0,523

incluyen una mejoría de la aptitud cardiorrespiratoria³²⁻³⁴.

El presente estudio concluye que 95% de la población de mujeres con alteraciones metabólicas propias del SMet, presentaron baja y muy baja ACR y, que una intervención vía *m-Health* mejoró la ACR, el perímetro de cintura y la PAD luego de 10 semanas de intervención. El resto de las variables analizadas no demostró modificaciones significativas, hecho que puede estar enmascarado por las limitantes de este estudio.

Este estudio tiene varias limitaciones, incluido el tamaño de muestra pequeño, la corta duración, el hecho de que algunas variables estudiadas fueron auto-informadas lo que podría resultar en el sesgo característico de esta forma de recopilar la información. Aun así, este desarrollo exploratorio ha dejado una valiosa experiencia para la formulación y desarrollo de estudios a mayor escala, tanto en la región del Biobío, como extendido a otras regiones y, por otro lado, la “*App Apptivate*” constituye una herramienta disponible para su uso en atención primaria en prácticas de ejercicio físico vía *m-Health* y eventualmente para mejorar la adherencia al estilo de vida físico activo.

Agradecimientos

Agradecemos al Gobierno Regional del Biobío y al Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). A los municipios de Concepción, Penco y Los Ángeles quienes participaron de esta innovación para la salud. También agradecemos el compromiso de los profesionales de los CESFAM y a los usuarios participantes del Programa Vida Sana que participaron de esta iniciativa.

Referencias

1. Cristi-Montero C, Celis-Morales C, Ramírez-Campillo R, Aguilar-Farías N, Álvarez C, Rodríguez-Rodríguez F. ¿Sedentarismo e inactividad física no son lo mismo!: una actualización de conceptos orientada a la prescripción del ejercicio físico para la salud. *Rev Med Chile*. 2015; 143: 1089-90.
2. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair S, Katzmarzyk P, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012; 380: 219-29.

3. Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles 2014; Organización Mundial de la Salud: Ginebra, Suiza, 2014.
4. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health* 2018; 6 (10): e1077-86.
5. Leppe J, Munizaga B, Margozzini P. Actividad física y conducta sedentaria en la Encuesta Nacional de Salud 2016-17. *Medwave* 2019; 19(Suppl 1): SP74.
6. Cornier MA, Dabelea D, Hernández TL, Lindstrom RC, Steig AJ, Stob NR, et al. The metabolic syndrome. *Endocr Rev*. 2008; 29: 777-822.
7. Gami AS, Witt BJ, Howard DE, Erwin PJ, Gami LA, Somers VK, Montori VM.. Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 49: 403-14.
8. Arden CI, Katzmarzyk PT, Janssen I, Church TS, Blair SN. Revised Adult Treatment Panel III guidelines and cardiovascular disease mortality in men attending a preventive medical clinic. *Circulation*. 2005; 112(10): 1478-85.
9. Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol*. 2012; 2: 1143-211.
10. Hu G, Qiao Q, Tuomilehto J, Balkau B, Borch-Johnsen K, Pyörälä K; DECODE Study Group. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in nondiabetic European men and women. *Arch InternMed*. 2004; 164: 1066-76.
11. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009; 120: 1640-5.
12. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep*. 2018; 20: 12.
13. MINSAL. Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. 2017. Chile: Ministerio de Salud [Consultado el 15 de julio de 2022].
14. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2009; 43: 909-23.
15. Steell L, Ho FK, Sillars A, Petermann-Rocha F, Li H, Lyall DM. Asociaciones de dosis-respuesta de aptitud cardiorrespiratoria con mortalidad por todas las causas e incidencia y mortalidad de cáncer y enfermedades cardiovasculares y respiratorias: el estudio de cohorte del Biobanco del Reino Unido. *Br J Sports Med* 2019; 53: 1371-8.
16. Pedraza Montenegro A, Monares Zepeda E, Aguirre Sánchez JS, Camarena A, et al. (2017). Determinación del umbral del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) estimado por fórmula como marcador pronóstico en pacientes con sepsis y choque séptico en una unidad de terapia intensiva. *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)*, 3, 145-51.
17. Marsico A, Dal Corso S, DE Carvalho EF, Arakelian V, Phillips S, Stirbulov R, et al. A more effective alternative to the 6-minute walk test for the assessment of functional capacity in patients with pulmonary hypertension. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021; 57: 645-52.
18. Huallpa-Cornejo V, Maucaylli-Campos V, Moretti-Sakuray G, Molina-Sotomayor E, Gómez-Campos R, Ulloa-Tapia E, et al. Estado cognitivo y el ejercicio en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 [Cognitive status and exercise in patients with type 2 diabetes mellitus]. *Rev Med Chil*. 2021; 149: 1094-7.
19. ENHAFD, 2016. Encuesta nacional de hábitos de actividad física y deporte en población mayor de 18 años. Disponible en: <http://deportes.utem.cl/wp-content/uploads/2016/11/04-Encuesta-Nacional-de-H%C3%A1bitos-de-Actividad-F%C3%ADsica-y-Deportes-2015-en-la-Poblaci%C3%B3n-de-18-a%C3%B1os-o-m%C3%A1s-Ministerio-del-Deporte.pdf>
20. Warburton DER, Gledhill N, Jamnik VK, Bredin SSD, McKenzie DC, Stone J, et al. Evidence-based risk assessment and recommendations for physical activity clearance: Consensus Document 2011. *Appl Physiol Nutr Metab* . 2011; 36(S1): S266-98.
21. Executive Summary: Guidelines (2013) for the Management of Overweight and Obesity in Adults, 2014 Obesity: 22(S2): 24-39
22. Organización Panamericana de la salud. Especificaciones técnicas de la OMS para dispositivos automáticos de medición de la presión arterial no invasivos y con brazalete. 2020. ISBN: 978-92-75-32305-2.
23. Lee SC, Wu LC, Chiang SL, Lu LH, Chen CY, Lin CH, et al. Validating the Capability for Measuring Age-Related Changes in Grip-Force Strength Using a Digital Hand-Held Dynamometer in Healthy Young and Elderly Adults. *Biomed Res Int*. 2020; 2020:6936879.
24. Bohannon RW, Bubela DJ, Magasi SR, Wang Y-C,

- Gershon RC. Sit-to-stand test: Performance and determinants across the age-span. *Isokinet Exer Sci.* 2010; 18: 235–40.
25. Naclerio Ayllón F, Forte Fernández D. Función y Entrenamiento de la Musculatura Abdominal. Una Visión Científica. *JHSE.* 2006; 1: 15–23.
 26. Haddad Herdy A, Uhlendorf D. Artículo Original Valores de Referencia para el Test Cardiopulmonar para Hombres y Mujeres Sedentarios y Activos. *Arq Bras Cardiol* 2011; 96: 54-9.
 27. Kolodziej F, O'Halloran KD. Re-Evaluating the Oxidative Phenotype: Can Endurance Exercise Save the Western World? *Antioxidants.* 2021; 10: 609.
 28. Wattanapisit A, Tuangratananon T, Wattanapisit S. Usability and utility of eHealth for physical activity counselling in primary health care: a scoping review. *BMC Fam. Pract.* 2020; 21: 229.
 29. Pradal-Cano L, Lozano-Ruiz C, Pereyra-Rodríguez JJ, Saigí-Rubió F, Bach-Faig A, Esquiús L, et al. Using Mobile Applications to Increase Physical Activity: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17: 8238-55
 30. Claudel SE, Ceasar JN, Andrews MR, El-Toukhy S, Farmer N, Middleton KR, et al. Time to listen: a mixed-method study examining community-based views of mobile technology for interventions to promote physical activity. *BMJ Health Care Inform.* 2020; 27: e100140.
 31. Owen N, Sparling PB, Healy GN, Dunstan DW, Matthews CE. Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. *Mayo Clin Proc* 2010; 85: 1138–41.
 32. Myers J, Kokkinos P, Nyelin E. Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. *Nutrients.* 2019; 11: 1652-70.
 33. Stabelini Neto A, Sasaki JE, Mascarenhas LP, Boguszewski MC, Bozza R, Ulbrich AZ, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011; 11: 674-81.
 34. Clarke SL, Reaven GM, Leonard D, Barlow CE, Haskell WL, Willis BL, et al.. Cardiorespiratory Fitness, Body Mass Index, and Markers of Insulin Resistance in Apparently Healthy Women and Men. *Am J Med.* 2020; 133: 825-30.