



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Estudio en vida real de una plataforma «online» para la prescripción de ejercicio físico a pacientes obesos: efecto sobre los parámetros antropométricos y bioquímicos, y sobre la calidad de vida

Real-world study of an online platform for the prescription of physical exercise to obese patients — Effect on anthropometric, biochemical parameters and quality of life

David Primo^{1,2}, Javier García Rioja^{1,3}, Olatz Izaola^{1,2}, Carlos del Río San Cristóbal³, Rubén Piñero Teno³, Daniel de Luis^{1,2}

¹Centro de Investigación de Endocrinología y Nutrición Clínica. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Valladolid. ²Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Universidad de Valladolid. Valladolid. ³Centro Vibra. Valladolid

Resumen

Introducción: uno de los factores de riesgo relacionados con la obesidad es el sedentarismo. La realización de ejercicio físico produce beneficios metabólicos; no obstante, su prescripción mediante herramientas *online* se ha evaluado escasamente.

Objetivo: el objetivo de nuestro trabajo fue valorar el efecto de la prescripción de ejercicio físico mediante una plataforma *online* sobre los parámetros antropométricos, los factores de riesgo cardiovascular y la calidad de vida de pacientes obesos sedentarios.

Material y métodos: en un total de 35 pacientes obesos se recogieron de manera basal y a las 12 semanas datos antropométricos, la masa muscular por ecografía a nivel del cuádriceps, una determinación analítica, la presión arterial y la calidad de vida con el test SF-36. Durante 12 semanas se prescribió un programa de ejercicio físico estructurado a través de una plataforma *online* (www.vibraup.com).

Resultados: tras el programa de ejercicio físico se produjo una mejoría significativa del índice de masa corporal ($-1,51 \pm 0,1$ kg/m²; $p = 0,01$), el peso ($-3,7 \pm 0,6$ kg; $p = 0,01$), la circunferencia de la cintura ($-6,9 \pm 0,3$ cm; $p = 0,01$), la masa grasa ($-3,9 \pm 0,2$ kg; $p = 0,01$), la masa muscular ($5,5 \pm 1,6$ kg; $p = 0,01$), la tensión arterial diastólica ($-4,5 \pm 0,4$ mm Hg; $p = 0,01$), la insulina ($-2,8 \pm 0,1$ UI/L; $p = 0,04$) y la resistencia a la insulina (HOMA-IR) ($-0,9 \pm 0,1$ unidades; $p = 0,03$). Los diferentes parámetros ecográficos del recto anterior del cuádriceps mejoraron significativamente. La prevalencia del síndrome metabólico disminuyó del 27,3 % al 12,1 % ($p = 0,03$). En el test de calidad de vida SF36 se obtuvo una mejoría significativa en las dimensiones de salud general ($20,9 \pm 4,1$ puntos; $p = 0,001$), rol físico ($6,9 \pm 0,9$ puntos; $p = 0,01$) y salud mental ($14,0 \pm 1,3$ puntos; $p = 0,01$).

Conclusión: la prescripción de ejercicio físico con una plataforma *online* a pacientes obesos mejora el peso y la masa grasa corporal, y aumenta la masa muscular, con disminución de la resistencia a la insulina y mejora de la calidad de vida.

Palabras clave:

Estudio vida real.
Ejercicio físico. Obesidad.
Plataforma *online*.

Recibido: 21/08/2021 • Aceptado: 13/12/2021

Conflictos de intereses: los autores declaran carecer de conflictos de intereses.

Primo D, García Rioja J, Izaola O, del Río San Cristóbal C, Piñero Teno R, de Luis D. Estudio en vida real de una plataforma «online» para la prescripción de ejercicio físico a pacientes obesos: efecto sobre los parámetros antropométricos y bioquímicos, y sobre la calidad de vida. *Nutr Hosp* 2022;39(2):337-347

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03842>

Correspondencia:

Daniel de Luis. Centro de Investigación de Endocrinología y Nutrición Clínica. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Av. Ramón y Cajal, 7. 47003 Valladolid

Abstract

Introduction: one of the risk factors related to obesity is a sedentary lifestyle. Physical exercise produces metabolic benefits. Its prescription through online tools has been poorly evaluated, though.

Objective: the objective of our study was to assess the effect of the prescription of physical exercise through an online platform on anthropometric parameters, cardiovascular risk factors, and quality of life in sedentary obese patients.

Material and methods: in a total of 35 obese patients, anthropometric data, muscle mass by ultrasound at the quadriceps level, laboratory parameters, blood pressure, and quality of life using the SF36 tool were collected at baseline and at 12 weeks. For 12 weeks, a structured physical exercise program was prescribed through an online platform — www.vibraup.com.

Results: after the physical exercise program with the online platform, there was a significant improvement in body mass index (-1.51 ± 0.1 kg/m²; $p = 0.01$), weight (-3.7 ± 0.6 kg; $p = 0.01$), waist circumference (-6.9 ± 0.3 cm; $p = 0.01$), fat mass (-3.9 ± 0.2 kg; $p = 0.01$), muscle mass (5.5 ± 1.6 kg; $p = 0.01$), diastolic blood pressure (-4.5 ± 0.4 mm Hg; $p = 0.01$), insulin (-2.8 ± 0.1 IU/L; $p = 0.04$), and insulin resistance (HOMA-IR) (-0.9 ± 0.1 units; $p = 0.03$). The ultrasound parameters of the anterior rectus muscle also improved significantly. The prevalence of metabolic syndrome decreased from 27.3 % to 12.1 % ($p = 0.03$). The SF36 quality of life test showed a significant improvement in general health (20.9 ± 4.1 points; $p = 0.001$), physical role (6.9 ± 0.9 points; $p = 0.01$), and mental health (14.0 ± 1.3 points; $p = 0.01$).

Conclusion: the prescription of physical exercise with an online platform to obese patients improves weight, decreases body fat mass and increases muscle mass, with a decrease in insulin resistance and an improvement in quality of life.

Keywords:

Real world study. Physical exercise. Obesity. Online platform.

INTRODUCCIÓN

La prevalencia de la obesidad a nivel mundial ha aumentado considerablemente en los últimos años. Se estima que el 13 % de los adultos son obesos (11 % de hombres y 15 % de mujeres) y que hasta el 39 % de los adultos presentan sobrepeso (39 % de hombres y 40 % de mujeres) (1). La obesidad es un factor de riesgo de desarrollar hipertensión arterial, dislipemia, hipertensión arterial, eventos cardiovasculares, osteoartritis, cáncer y un largo etcétera de comorbilidades (2). Por otra parte, es frecuente encontrar en el paciente obeso una disminución de la masa muscular, lo que denominamos sarcopenia. La unión de estas dos entidades es lo que denominamos obesidad sarcopénica (3). Los pacientes que presentan estas dos situaciones tienen aun un mayor riesgo de sufrir trastornos metabólicos, una mayor prevalencia de enfermedades cardiovasculares, elevadas tasas de mortalidad y un menor rendimiento físico (4).

Uno de los factores de riesgo relacionados con este aumento de la obesidad es el sedentarismo. El aumento de las jornadas laborales, la implantación de tiempos de ocio con perfil sedentario, así como la utilización de medios de transporte para cualquier desplazamiento ha incrementado la inactividad física. Todo esto ha llevado a que casi un tercio de la población adulta mundial pueda considerarse sedentaria (2). Existen diversas estrategias para abordar la obesidad, entre ellas el abordaje nutricional, la terapia conductual, los tratamientos farmacológicos, los procedimientos quirúrgicos bariátricos y, sin duda, el incremento del ejercicio físico (5). En cuanto al abordaje de la obesidad mediante el ejercicio físico, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que los adultos de 18 a 64 años deben realizar al menos 150 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada durante la semana o al menos 75 minutos de actividad física aeróbica de intensidad vigorosa durante la semana (6). Por otra parte, no debemos olvidar que el entrenamiento de fuerza tiene un papel fundamental en la pérdida de peso, así como en el mantenimiento y la ganancia de la masa muscular (7).

En las situaciones en que se logra una pérdida significativa de peso mediante un programa de ejercicio físico se han demostrado beneficios importantes para las personas con obesidad. Entre estos beneficios destacan un menor riesgo de desarrollar hipertensión, enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de mama y depresión, así como un incremento de los niveles de colesterol HDL y mejoras en el sistema inmunológico (8-10). Sin embargo, está por determinarse la prescripción de ejercicio físico que permitiría alcanzar los mejores beneficios para la salud (11). Existen varios métodos eficaces para prescribir ejercicio físico en el tratamiento de la obesidad, como puede ser el entrenamiento en circuito, el entrenamiento concurrente y el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT). El entrenamiento en circuito ha demostrado mejorar la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria en el paciente obeso (12). En cuanto a los entrenamientos concurrente y HIIT, estos han demostrado ser capaces de disminuir la grasa corporal y la circunferencia de la cintura en adultos con sobrepeso y obesidad, teniendo efectos similares a los del entrenamiento continuo de intensidad moderada pero con un 40 % menos de tiempo invertido a la semana (13). No obstante, una de las barreras detectadas para realizar ejercicio físico es la inversión de tiempo por parte del sujeto (14). Por ello, la utilización de plataformas *online* que permitan realizar ejercicio físico en el entorno del propio paciente están demostrando una buena aceptación por parte del usuario (15).

El objetivo de nuestro trabajo es valorar el efecto de la prescripción de ejercicio físico en la consulta médica, mediante una plataforma *online*, sobre los parámetros antropométricos, los factores de riesgo cardiovascular y la calidad de vida de pacientes obesos sedentarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio se reclutaron pacientes obesos con hábitos sedentarios que acudían a las consultas de nuestro hospital para evaluar su obesidad (índice de masa corporal ≥ 30 kg/m²). Un

total de 35 pacientes obesos aceptaron participar en el estudio y todos firmaron un consentimiento informado para su inclusión antes de participar en el estudio. El trabajo científico se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki y el protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del HCUVa (PI20/2062).

Los criterios de inclusión de los pacientes fueron la presencia de obesidad diagnosticada con un índice de masa corporal ≥ 30 kg/m², así como la utilización habitual por parte del paciente de un ordenador, una tableta o un móvil para el acceso a la información. Los criterios de exclusión fueron los siguientes: antecedentes de eventos cardiovasculares, hábito enólico, proceso oncológico activo, limitación funcional grave para realizar ejercicio físico de manera habitual, toma durante los 6 meses anteriores al estudio de fármacos que influyeran en los niveles de lípidos o glucosa y haber realizado una dieta hipocalórica durante ese periodo.

Durante la visita basal se recogieron datos antropométricos (peso, talla, índice de masa corporal (IMC), masa grasa por impedancia y circunferencia de la cintura), la masa muscular por ecografía a nivel del cuádriceps, la presión arterial y la calidad de vida con el test SF-36. Para determinar los parámetros bioquímicos se alicuotaron 5 ml de sangre venosa en tubos recubiertos con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) después de un ayuno nocturno de 10 horas. Se midieron los siguientes parámetros; insulina, colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL, triglicéridos y proteína C-reactiva. También se registró la ingesta dietética mediante una encuesta de 3 días. La presencia de síndrome metabólico (SM) se definió de acuerdo con los criterios establecidos por el Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) (16). Los pacientes debían cumplir al menos 3 de los siguientes criterios para ser diagnosticados de SM; glucosa en ayunas elevada o tratamiento para la diabetes, triglicéridos elevados (≥ 150 mg/dl) o tratamiento para la dislipemia, colesterol HDL bajo ≤ 40 mg/

dl (hombres) o ≤ 50 mg/dl (mujeres), presión arterial sistólica o diastólica elevada ($\geq 130/85$ mm Hg o tratamiento antihipertensivo) y aumento de la circunferencia de la cintura (≥ 94 cm (hombres) o ≥ 80 cm (mujeres)). Los pacientes recibieron el mes anterior a la inclusión en el programa de ejercicio físico instrucciones para seguir unas recomendaciones dietéticas estándar con 1600 calorías al día, 80 gramos de proteínas, 70 gramos de lípidos con un 50 % de grasas monoinsaturadas, y 160 gramos de hidratos de carbono y 15 gramos de fibra, para evitar modificaciones dietéticas a lo largo del programa de ejercicio físico.

PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO A TRAVÉS DE UNA PLATAFORMA ONLINE

El programa de ejercicio físico llevado a cabo por los sujetos se realiza mediante registro en la plataforma web (www.vibraup.com), ya sea en dispositivo móvil, tableta u ordenador. Los pacientes realizaron este registro mediante un código de acceso facilitado por su endocrinólogo a través de la propia plataforma web (correo electrónico) o bien en papel. El programa de entrenamiento tuvo una duración de 12 semanas. Cada sujeto realizaba 3 niveles de 4 semanas de duración y con una frecuencia semanal de 2 días de entrenamiento dirigidos por la plataforma web; los entrenamientos tenían una duración de entre 10 y 30 minutos aproximadamente, variando en función del nivel del paciente. La tabla I refleja a modo de ejemplo 4 semanas de un nivel de este programa de entrenamiento, que consistió en la realización de una serie de ejercicios multiarticulares que combinaban trabajo de fuerza con trabajo cardiovascular, lo que se denomina entrenamiento concurrente. En la programación se plantea una progresión lineal ascendente tanto del volumen como de la intensidad. Los ejercicios llevados a cabo

Tabla I. Nivel 1 con 4 semanas de ejercicio programado por la plataforma www.vibraup.com

Semana 1									
Autoevaluación					Fuerza 2				
Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso	Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso
Calentamiento	Círculos hombros				Calentamiento	Círculos rodillas			
	Rotaciones de tronco					Dorsiflexión de tobillo en el aire			
	Círculos cadera					Círculos cadera			

(Continúa en la página siguiente)

Tabla I (Cont.). Nivel 1 con 4 semanas de ejercicio programado por la plataforma www.vibraup.com

Semana 1									
Autoevaluación					Fuerza 2				
Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso	Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso
Parte principal	Sentarse y levantarse	1	15"	30"	Parte principal	Bracing	3	15"	15"
	Sentarse y levantarse	1	30" máximo número de repes	30"					
	Fondos de rodillas en banco	1	15"	30"		Sentadilla	3	20"	30"
	Fondos de rodillas en banco	1	30" máximo número de repes	30"		Bisagra de cadera	3	20"	30"
Vuelta a la calma	Estiramiento de hombro				Vuelta a la calma	Estiramiento isquiotibiales			
	Estiramiento escápulas					Estiramiento aductores			
						Liberación con pelota			
Actividad semanal									
Autoevaluación actividad física	Tiempo de actividad	Número de pasos/pisos	Intensidad		Distancia				
Caminar	Menor posible		Alta		1500 metros				
Actividad semanal	Objetivo	Recomendación	Actividad semanal	Objetivo	Recomendación				
Caminar	18000 pasos	2500 pasos diarios	Subir escaleras	20 pisos	2-3 pisos diarios				
Semana 2									
Fuerza 1					Fuerza 2				
Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso	Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso
Calentamiento	Círculos hombros				Calentamiento	Círculos rodillas			
	Rotaciones de tronco					Dorsiflexión de tobillo en el aire			
	Círculos cadera					Círculos cadera			

(Continúa en la página siguiente)

Tabla I (Cont.). Nivel 1 con 4 semanas de ejercicio programado por la plataforma www.vibraup.com

Semana 2									
Fuerza 1					Fuerza 2				
Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso	Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso
Parte principal	Bracing	3	15"	15"	Parte principal	Bracing	3	15"	15"
	Movilidad de hombro con toalla	3	20"	30"		Sentadilla	3	25"	30"
	Fondos de rodillas en banco	3	20"	30"		Bisagra de cadera	3	25"	30"
Vuelta a la calma	Estiramiento pectoral				Vuelta a la calma	Estiramiento isquiotibiales			
	Estiramiento dorsal					Estiramiento aductores			
						Liberación con pelota			
Actividad semanal									
Actividad semanal	Objetivo	Recomendación	Actividad semanal	Objetivo	Recomendación				
Caminar	21000 Pasos	3000 pasos diarios	Subir escaleras	25 pisos	3-4 pisos diarios				
Semana 3									
Fuerza 1					Fuerza 2				
Tiempo total sesión: 12 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso	Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso
Calentamiento	Círculos hombros				Calentamiento	Círculos rodillas			
	Rotaciones de tronco					Dorsiflexión de tobillo en el aire			
	Círculos cadera					Círculos cadera			
Parte principal	Bracing	3	20"	20"	Parte principal	Bracing	3	20"	20"
	Movilidad de hombro con toalla	3	25"	30"		Sentadilla	3	30"	30"
	Fondos de rodillas en banco	3	25"	30"		Bisagra de cadera	3	30"	30"

(Continúa en la página siguiente)

Tabla I (Cont.). Nivel 1 con 4 semanas de ejercicio programado por la plataforma www.vibraup.com

Semana 3									
Fuerza 1					Fuerza 2				
Tiempo total sesión: 12 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso	Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso
Vuelta a la calma	Estiramiento de hombro				Vuelta a la calma	Estiramiento isquiotibiales			
	Estiramiento dorsal					Estiramiento aductores			
						Liberación con pelota			
Actividad semanal									
Actividad semanal	Objetivo	Recomendación	Actividad semanal	Objetivo	Recomendación				
Caminar	24500 Pasos	3500 pasos diarios	Subir escaleras	28 Pisos	4 Pisos diarios				
Semana 4									
Fuerza 1					Fuerza 2				
Tiempo total sesión: 14 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso	Tiempo total sesión: 10 minutos	Nombre ejercicio	N.º series	Tiempo	Descanso
Calentamiento	Círculos hombros				Calentamiento	Círculos rodillas			
	Rotaciones de tronco					Dorsiflexión de tobillo en el aire			
	Círculos cadera					Círculos cadera			
Parte principal	<i>Bracing</i>	3	20"	20"	Parte principal	<i>Bracing</i>	3	20"	20"
	Movilidad de hombro con toalla	3	30"	30"		Sentadilla	3	30"	20"
	Fondos de rodillas en banco	3	30"	30"		Bisagra de cadera	3	30"	20"
Vuelta a la calma	Estiramiento pectoral				Vuelta a la calma	Estiramiento isquiotibiales			
	Estiramiento escápulas					Estiramiento aductores			
	Estiramiento dorsal					Liberación con pelota			
Actividad semanal									
Actividad semanal	Objetivo	Recomendación	Actividad semanal	Objetivo	Recomendación				
Caminar	28000 Pasos	4000 pasos diarios	Subir escaleras	30 Pisos	4-5 Pisos diarios				

se han planteado sobre la base de una organización tradicional en los primeros niveles, progresando hacia un formato en circuito en los niveles posteriores, donde se alternan ejercicios con diferentes objetivos (fuerza, estabilización, cardiovasculares). De manera adicional, los sujetos tuvieron una tarea basada en incrementar su actividad física, concretamente subir escaleras y caminar. También se les pidió a los sujetos que registrasen de forma diaria su actividad física en la propia plataforma (pisos subidos, medidos por el propio sujeto, y pasos realizados, medidos mediante la aplicación móvil G-Step (Green Health Care, LA, CA, EE. UU.)). Los sujetos fueron asignados a un nivel concreto bajo un algoritmo ejecutado con parámetros y datos introducidos por el sujeto como: edad, estado físico y de entrenamiento, índice de masa corporal y presencia de problemas articulares. Una vez asignado, el sujeto comenzaba su periodo de entrenamiento. Tanto el médico como el paciente tenían acceso a una pestaña de seguimiento en la propia plataforma web, donde podían consultar sus progresos y registros de datos diarios y así conocer la evolución y posible adherencia al programa de ejercicio.

PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS, ECOGRAFÍA MUSCULAR Y PRESIÓN ARTERIAL

La altura (cm) y la circunferencia de la cintura (cm) se midieron con una cinta métrica no elástica (Omrom, LA, CA, EE. UU.). El peso corporal se determinó con los sujetos sin ropa, utilizando una báscula digital (Omrom, LA, CA, EE. UU.). Utilizando estos parámetros se calculó el índice de masa corporal (IMC) (peso corporal (kg) dividido por el cuadrado de la altura (m)). La masa grasa se determinó por bioimpedancia, con una precisión de 5 g (17) (EFG BIA 101 Anniversary, Akern, Italia), utilizando la siguiente ecuación para su cálculo: $(0,756 \text{ Altura}^2 / \text{Resistencia}) + (0,110 \times \text{Masa corporal}) + (0,107 \times \text{Reactancia}) - 5,463$.

A todos los sujetos se les hizo una ecografía muscular del recto anterior del cuádriceps de las extremidades inferiores izquierda y derecha con una sonda de 10 a 12 MHz y una matriz lineal multifrecuencia (Mindray Z60, Madrid, España). La sonda se alineó perpendicularmente al eje longitudinal y transversal del recto anterior del cuádriceps, y la evaluación se realizó sin comprensión a nivel del tercio inferior desde el polo superior de la rótula y la espina iliaca anterosuperior, midiendo el área, la circunferencia y los diámetros anteroposterior y trasversal.

Las presiones arteriales sistólica y diastólica medias se calcularon promediando tres mediciones consecutivas (Omrom, LA, CA, EE. UU.) después de que los sujetos se sentaran durante 10 minutos.

TEST DE CALIDAD DE VIDA SF-36 Y VALORACIÓN PERSONAL

También se realizó el test de calidad de vida SF-36 con 11 ítems, que evalúa 8 dimensiones, antes de iniciar el pro-

grama y a las 12 semanas. Por último, se realizó una pregunta directa antes y después de realizar el programa de ejercicio físico con una escala Likert («¿Cómo te encuentras antes de realizar este programa de ejercicio físico?» y «¿Cómo te encuentras tras realizar este programa de ejercicio físico de 12 semanas?») con las siguientes respuestas: 0 = me cuesta moverme, 1 = me muevo bien pero me fatigo, 2 = me muevo perfectamente y 3 = me encuentro al 100 %).

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

Se indicó a los participantes que autoevaluasen dos pruebas de fuerza dirigidas por la plataforma web, de modo que en la semana 1, día 1 (que coincidía con un inicio de nivel), el sujeto hiciera una medición de los siguientes parámetros: fuerza del tren superior (máximo número de flexiones en 30 segundos), fuerza del tren inferior (máximo número de sentadillas en 30 segundos) y caminar 1500 metros en el menor tiempo posible. La primera medición fue supervisada y realizada por el paciente junto con uno de los profesionales investigadores, asegurando la comprensión, correcta ejecución y el modo de registrar los resultados obtenidos para posteriores meses.

PARÁMETROS BIOQUÍMICOS

Para evaluar el perfil lipídico determinamos los niveles de colesterol total, colesterol HDL y triglicéridos utilizando el analizador COBAS INTEGRA 400 (Roche Diagnostic, Montreal, Canadá). El colesterol LDL se calculó mediante la fórmula de Friedewald (colesterol LDL = colesterol total - colesterol HDL - triglicéridos / 5) (18). Los niveles de glucosa se determinaron mediante un método automatizado de hexoquinasa-oxidasa y la insulina se midió mediante un ensayo de electroquimioluminiscencia con el analizador COBAS INTEGRA 400 (Roche Diagnostic, Montreal, Canadá). Para el cálculo de la resistencia a la insulina se utilizó el *Homeostasis Model Assessment* (HOMA-IR), que se calculó utilizando estos valores: $\text{glucosa} \times \text{insulina} / 22,5$ (19). La proteína C-reactiva (PCR) se midió por inmunoturbimetría (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Alemania).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el software estadístico SPSS para Windows, versión 23.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, EE. UU.). Los valores de p por debajo de 0,05 se consideraron estadísticamente significativos. El tamaño de la muestra se determinó para detectar diferencias de 3 kg de peso corporal tras la intervención con un 90 % de potencia y un 5 % de significación. La prueba de Bonferroni se aplicó para pruebas múltiples para reducir el error de tipo I en el análisis de asociación. Las estadísticas descriptivas de todos los valores de las variables se presentan como media y desviación estándar para las variables

continuas y como porcentaje para las variables categóricas. Las variables se analizaron con la prueba ANOVA más la prueba *post hoc* de Bonferroni y la prueba de la t de Student (para la variable de distribución normal) o la prueba de Kruskal-Wallis (para la variable de distribución no normal). El test del chi cuadrado se utilizó para valorar las variables cualitativas.

RESULTADOS

En total, se incluyeron 35 pacientes obesos (25 mujeres y 10 varones) con una edad media $46,4 \pm 6,4$ años. El índice de masa corporal medio fue de $34,1 \pm 5,7$ kg/m² con un peso medio de $93,7 \pm 12,1$ kg.

La tabla II muestra la evolución de las variables antropométricas y la bioimpedanciometría tras la intervención con ejercicio físico. Con respecto a las variables antropométricas clásicas, existió una disminución significativa del IMC ($-1,51 \pm 0,1$ kg/m²; $p = 0,01$), el peso ($-3,7 \pm 0,6$ kg; $p = 0,01$) y la circunferencia de la cintura ($-6,9 \pm 0,3$ cm; $p = 0,01$). Con respecto a las variables de la bioimpedanciometría, existió una disminución significativa de la masa grasa ($-3,9 \pm 0,2$ kg; $p = 0,01$) y un aumento de la masa muscular ($5,5 \pm 1,6$ kg; $p = 0,01$). La tensión arterial diastólica también disminuyó significativamente ($-4,5 \pm 0,4$ mm Hg; $p = 0,01$).

En la tabla III se muestra la evolución de los diferentes parámetros ecográficos del recto anterior del cuádriceps, con un incremento significativo del área muscular, de la circunferencia muscular y del eje Y de este músculo tanto en la extremidad inferior derecha como en la izquierda.

Con respecto a las variables bioquímicas, en la tabla IV se muestra una disminución significativa de los niveles de insulina ($-2,8 \pm 0,1$ UI/L; $p = 0,04$) y de la resistencia a la insulina (HOMA-IR) ($-0,9 \pm 0,1$ unidades; $p = 0,03$). El resto de parámetros no se modificaron significativamente.

Tabla II. Parámetros antropométricos, bioimpedanciometría y tensión arterial

	Basal	12 semanas	p
Peso (kg)	$93,7 \pm 12,1$	$90,0 \pm 13,1^*$	0,01
IMC (kg/m ²)	$34,1 \pm 5,7$	$31,6 \pm 7,9^*$	0,01
Circunferencia de cintura	$110,3 \pm 15,6$	$103,7 \pm 9,6^*$	0,01
Angulo de fase (°)	$6,2 \pm 0,9$	$6,3 \pm 0,7$	0,61
Masa grasa (kg)	$36,8 \pm 10,2$	$32,9 \pm 9,6^*$	0,01
Masa muscular (kg)	$25,7 \pm 7,4$	$31,2 \pm 9,5^*$	0,01
TAS (mm Hg)	$129,0 \pm 19,6$	$126,4 \pm 18,7$	0,32
TAD (mm Hg)	$83,4 \pm 9,7$	$78,9 \pm 9,3^*$	0,01

TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica. * $p < 0,05$.

Tabla III. Parámetros de ecografía muscular del recto anterior del cuádriceps derecho e izquierdo

	Basal	12 semanas	p
Área muscular derecha (cm ²)	$3,9 \pm 1,3$	$4,8 \pm 1,6^*$	0,002
Área muscular izquierda (cm ²)	$4,1 \pm 1,6$	$5,0 \pm 1,9^*$	0,01
Circunferencia muscular derecha (cm)	$8,4 \pm 1,3$	$9,0 \pm 1,3^*$	0,02
Circunferencia muscular izquierda (cm)	$8,6 \pm 1,5$	$9,4 \pm 1,5^*$	0,02
Eje X muscular derecho (cm)	$3,2 \pm 0,5$	$3,4 \pm 0,5$	0,11
Eje X muscular izquierdo (cm)	$3,3 \pm 0,5$	$3,7 \pm 0,6^*$	0,03
Eje Y muscular derecho (cm)	$1,3 \pm 0,3$	$1,6 \pm 0,4^*$	0,01
Eje Y muscular izquierdo (cm)	$1,3 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,4^*$	0,01

* $p < 0,05$.

Tabla IV. Parámetros bioquímicos

	Basal	12 semanas	p
Glucosa (mg/dl)	$93,4 \pm 8,9$	$93,9 \pm 8,5$	0,74
Creatinina (mg/dl)	$0,76 \pm 0,1$	$0,77 \pm 0,1$	0,71
Colesterol total (mg/dl)	$197,1 \pm 41,2$	$186,1 \pm 32,6$	0,26
LDL-colesterol (mg/dl)	$117,7 \pm 33,6$	$117,4 \pm 27,4$	0,91
HDL-colesterol (mg/dl)	$54,1 \pm 15,6$	$51,1 \pm 12,7$	0,21
Triglicéridos (mg/dl)	$113,4 \pm 41,7$	$119,5 \pm 59,3$	0,01
Insulina (UI/L)	$17,4 \pm 9,1$	$14,6 \pm 8,2^*$	0,04
HOMA-IR	$4,3 \pm 1,2$	$3,4 \pm 1,9^*$	0,03
PCR (mg/dl)	$4,1 \pm 2,2$	$4,6 \pm 1,9$	0,33

PCR: proteína C-reactiva. * $p < 0,05$.

Tras el análisis de las variables antropométricas y bioquímicas, los pacientes se clasificaron en función de la presencia de síndrome metabólico (SM), presentando SM antes del inicio del programa de ejercicio físico un 27,3 % de los pacientes, porcentaje que, tras la realización del programa, descendió al 12,1 % ($p = 0,03$). El 100 % de los pacientes, antes de iniciar el programa de ejercicio físico, presentaban al menos un criterio de SM del ATP III, mientras que un 33,4 % tenían 2 o más criterios de SM. Tras las 12 semanas de ejercicio físico, solo el 93,7 % de los pacientes presentaba uno o más criterios de SM y solo un 28,2 % dos o más criterios ($p = 0,03$), con un 6,3 % de los pacientes sin ningún criterio de SM.

La tabla V muestra la evolución de las diferentes dimensiones del test de calidad de vida SF-36. Se obtuvo una mejoría significativa en las dimensiones de salud general ($20,9 \pm 4,1$ puntos; $p = 0,001$), rol físico ($6,9 \pm 0,9$ puntos; $p = 0,01$) y salud mental ($14,0 \pm 1,3$ puntos; $p = 0,01$). A la pregunta «¿Cómo te encuentras antes y tras realizar este programa de ejercicio físico?», un 8,6 % respondieron que, antes de realizar el programa de ejercicio físico, les costaba moverse, un 34,3 % que se movían bien pero fatigándose y el resto que se movían perfectamente o al 100 % (57,1 %). Tras la realización del programa de ejercicio, las puntuaciones mejoraron, con tan solo un 2,9 % de pacientes respondiendo que les costaba moverse y un 11,4 % que se movían bien pero con fatiga, respondiendo el resto de pacientes que se movían perfectamente o al 100 % (85,7 % ($p = 0,01$)).

En el autorregistro de 3 actividades se detectó que, tras el programa de ejercicio físico, mejoraron significativamente las sentadillas en 30 segundos ($17,2 \pm 5,9$ vs. $21,8 \pm 6,2$; $p = 0,01$), los fondos en 30 segundos ($16,2 \pm 3,5$ vs. $19,6 \pm 4,1$; $p = 0,01$) y el tiempo en segundos necesario para recorrer 1,5 km ($971,7 \pm 192,9$ vs. $828,4 \pm 169,2$; $p = 0,01$) después del programa de 12 semanas de ejercicio físico.

Tabla V. Test de calidad de vida SF-36

	Basal	12 semanas	p
Salud general	51,4 \pm 426,9	72,1 \pm 22,2*	0,001
Actividad física	80,0 \pm 19,0	85,7 \pm 16,3	0,09
Rol físico	80,6 \pm 22,8	87,5 \pm 20,3*	0,01
Rol emocional	90,1 \pm 23,1	91,6 \pm 22,6	0,31
Función social	94,8 \pm 10,6	94,1 \pm 8,6	0,12
Dolor	72,5 \pm 28,7	75,3 \pm 27,6	0,53
Vitalidad	71,7 \pm 13,9	74,6 \pm 16,2	0,51
Salud mental	59,3 \pm 22,2	73,7 \pm 21,1*	0,01

* $p < 0,05$.

DISCUSIÓN

En nuestro estudio en vida real, la prescripción de ejercicio físico con una plataforma *online* durante 12 semanas a pacientes obesos sedentarios mejoró el peso, disminuyendo la masa grasa y aumentando la masa muscular. Por otra parte, mejoraron la resistencia a la insulina y la presencia del síndrome metabólico, con una mejoría significativa de la calidad de vida y de la condición física de los pacientes obesos.

La intervención con ejercicio físico a través de plataformas *online* puede ser una metodología de trabajo interesante para disminuir el sedentarismo y mejorar la salud de los pacientes obesos. Algunos trabajos ya han mostrado la buena aceptación de este tipo de herramientas en obesos (14, 15); no obstante, su efecto sobre las variables antropométricas, bioquímicas y de calidad de vida no se ha evaluado en este colectivo. Esta ausencia de estudios se debe a múltiples factores: la dificultad de diseñar herramientas de este tipo, la baja adherencia del paciente obeso al ejercicio y los problemas de diseño de los estudios en forma de ensayo clínico aleatorizado capaces de evaluar la eficacia de estas intervenciones *online*. Por todo ello, en nuestro caso hemos realizado un trabajo en vida real. Estos estudios en vida real en medicina generan datos obtenidos del mundo real, es decir, fuera del contexto de los ensayos controlados aleatorios, y generados durante la práctica clínica habitual (20).

La mejoría del peso y del índice de masa corporal (IMC) (-3,8 %) observada en nuestro trabajo es similar a la mostrada en otros estudios con intervenciones presenciales de ejercicio físico (21) y muy similar a la de las intervenciones de ejercicio físico presencial combinado con una ingesta calórica controlada (5,8 % del IMC) (22). En otros estudios también se ha demostrado una disminución de otros parámetros de adiposidad con el ejercicio físico, como la circunferencia de la cintura (23). Por otra parte, otros trabajos han demostrado una mejoría de la presión arterial en torno al 4 o 5 % (24); en nuestro estudio, esta mejoría se situó alrededor del 6 %. Los programas de ejercicio físico basados en la fuerza han demostrado mayores disminuciones (24). Estos resultados pueden deberse a la adecuada combinación de los protocolos de entrenamiento, pues el entrenamiento en formato circuito ha mostrado tener una gran capacidad para generar un gasto energético mayor con un esfuerzo percibido menor (25). Es necesario tener en cuenta que la estimulación del músculo esquelético produce como respuesta el proceso de angiogénesis (26), con formación de nuevos vasos sanguíneos a partir de los preexistentes, produciendo una disminución de la resistencia vascular periférica (27), lo que podría explicar la disminución de la tensión arterial junto al ejercicio cardiovascular. También podría estar asociado a una mejor función endotelial por una mayor producción de óxido nítrico (28).

Con respecto a las mejorías metabólicas observadas en nuestro grupo de obesos con un programa de ejercicio físico a través de una plataforma *online*, estas son similares a las encontradas en la literatura con la prescripción de ejercicio de manera presencial (29-31). La disminución de la resistencia a la insulina en los pacientes obesos, junto a la disminución del número de criterios que

forman parte del síndrome metabólico, es un hallazgo relevante. En un trabajo realizado con mujeres sedentarias prediabéticas con obesidad, de una duración de 12 semanas, los niveles de glucemia postintervención disminuyeron significativamente (29). En otro estudio con un programa de 8 semanas de sesiones de ejercicio físico, disminuyó significativamente la resistencia a la insulina de los sujetos hiperglicémicos y hiperlipémicos (30), mejorando en otros trabajos también el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) en los pacientes con intolerancia a la glucosa tras la realización de un programa de ejercicio físico (31). Si bien es cierto que un adecuado entrenamiento concurrente contribuye a la mejora del metabolismo de la glucosa en sangre, en algunos trabajos, la metodología HIIT ha demostrado tener más potencia para lograr este objetivo (32). Por sus características metodológicas, los sustratos energéticos de los esfuerzos de alta intensidad son fundamentalmente la glucosa y los fosfágenos, lo que podría explicar esa mejoría de la glucosa basal.

Además de todos estos beneficios sobre el peso, la masa grasa y los parámetros bioquímicos, demostrados también en otros trabajos previamente mencionados (21-33), es necesario reseñar el aumento de la masa muscular observado en nuestro estudio. Sánchez y cols. (34), en un estudio de intervención con 10 pacientes obesos candidatos a cirugía bariátrica, demostraron mediante impedanciometría un incremento a los 2 meses de la masa magra. En nuestro caso, el aumento de la masa magra se detectó no solo por impedanciometría sino que también la ecografía del recto anterior del cuádriceps mostró una mejoría significativa. Sin duda, este aumento de la masa muscular mejorará la capacidad funcional de estos pacientes y mejorará la sarcopenia existente en muchos pacientes obesos (3,4). Por ejemplo, se ha demostrado que los programas de 12 semanas de ejercicio físico mejoran significativamente la fuerza funcional y la fuerza dinámica de los pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica, aumentando la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria (35)

Un último punto de interés en los pacientes con la patología crónica e incapacitante que es la obesidad, y que requiere la colaboración del paciente, es la calidad de vida. En nuestro trabajo, al analizar el test SF36 mejoraron los campos de salud general, actividad física y salud mental. Este apartado se ha evaluado escasamente. Por ejemplo, en el trabajo de Sánchez y cols. (34) no se encontraron mejorías significativas de la calidad de vida tras el programa de ejercicio; tal vez el bajo tamaño muestral y la utilización de un test con un menor número de preguntas (EUroQol-5D) no permitió detectar la mejoría. No obstante, este trabajo (34) también demostró un alto grado de satisfacción por parte de los pacientes obesos con el programa de ejercicio físico, como también sucedió en nuestro diseño. El entorno *online* ya ha demostrado una alta aceptación en este colectivo y un aumento de la actividad física a 3 y 6 meses (15) pero sin evaluar las modificaciones antropométricas y metabólicas, siendo por tanto relevantes nuestros resultados.

Dentro de las limitaciones del estudio podemos destacar el pequeño tamaño muestral, así como la duración limitada de la intervención. Otra limitación es la ausencia de un grupo de control,

realizándose la comparación de cada paciente consigo mismo en el tiempo basal. No obstante, estas deficiencias se contrarrestan con fortalezas como es la utilización de una plataforma *online* de prescripción de ejercicio, que permitió que el paciente obeso pudiera desarrollar los ejercicios físicos en su entorno habitual. La mayor parte de los trabajos de intervención con ejercicio físico en el paciente obeso se han realizado con programas presenciales, incluso acompañados de dietas hipocalóricas simultáneas, como muestra la revisión de Cuadri y cols. (36). Sin embargo, en la era digital en la que estamos inmersos, las aplicaciones móviles sencillas han conseguido demostrar un aumento de la adherencia al ejercicio físico (37). Por tanto, es necesario evaluar la posibilidad de prescribir ejercicio físico con un programa estructurado a través de aplicaciones móviles.

En conclusión, la prescripción de ejercicio físico con una plataforma *online* a pacientes obesos mejora el peso, disminuye la masa grasa corporal y aumenta la masa muscular, con una disminución de la resistencia a la insulina y una mejoría de la calidad de vida. Esta herramienta es un método de bajo coste económico que facilita la labor de prescripción del ejercicio físico. Esto permite que el paciente tenga una pauta de ejercicio físico adaptada a sus características individuales. Así mismo, la aplicación permite al personal sanitario tener control sobre la evolución de este paciente, teniendo acceso a todos los parámetros necesarios para realizar un adecuado seguimiento. Las herramientas de prescripción de ejercicio *online*, como la evaluada en este caso (Vibraup), supone un área de conocimiento que aún necesita investigación y evidencia para poder establecer las bases de su uso. Se deben plantear futuras líneas de investigación evaluando periodos mayores de entrenamiento, distintas poblaciones y la aplicación en el tratamiento de otro tipo de patologías donde el ejercicio físico sea de utilidad terapéutica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. OMS [Online]; 2020 [citado 2020]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
2. Brady AO, Straight CR, Evans EM. Body composition, muscle capacity, and physical function in older adults: An Integrated Conceptual Model. *J Aging Phys* 2014;(22):441-52. DOI: 10.1123/JAPA.2013-0009
3. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann NY Acad Sci* 2000;(904):437-48. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb06498.x
4. Hirani V, Naganathan V, Blyth F, Le Couteur DG, Seibel MJ, Waite LM, et al. Longitudinal associations between body composition, sarcopenic obesity and outcomes of frailty, disability, institutionalisation and mortality in community-dwelling older men: The concord health and ageing in men project. *Age Ageing* 2017;(46):413-20. DOI: 10.1093/ageing/afw214
5. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM. 2013 AHA/ACC/TOS Guideline for the management of overweight and obesity in adults. *Circulation* 2014;(129):102-38. DOI: 10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee
6. Heber D, Ingles S, Ashley JM, Maxwell MH, Lyons RF, Elashoff RM. Clinical detection of sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1996;64(3 Suppl):472S-7S. DOI: 10.1093/ajcn/64.3.472S
7. Shaw K, Gennat H, O'Rourke P, Del Mar C. Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;(4):CD003817. DOI: 10.1002/14651858.CD003817.pub3
8. Armenta BI, Díaz RG, Valencia MEF, Quizán T. Manejo de la obesidad en el primer nivel de atención con un programa intensivo de cambio de estilo de vida. *Nutrición Hospitalaria* 2015;32(4):1526-34.

9. Conroy MB, Sward KL, Spadaro KC, Tudorascu D, Karpov I, Jones BL, et al. Effectiveness of a physical activity and weight loss intervention for middle-aged women: healthy bodies, healthy hearts randomized trial. *J Gen Intern Med* 2015;30(2):207-13. DOI: 10.1007/s11606-014-3077-5
10. Jakicic JM, King WC, Marcus MD, Davis KK, Helsel D, Rickman AD, et al. Short-term weight loss with diet and physical activity in young adults: The IDEA study. *Obesity* 2015;23(12):2385-97. DOI: 10.1002/oby.21241
11. Ross R, Hudson R, Stotz PJ, Lam M. Effects of exercise amount and intensity on abdominal obesity and glucose tolerance in obese adults: a randomized trial. *An Inter Med* 2015;162(5):325-34. DOI: 10.7326/M14-1189
12. Stuart CA, Lee ML, South MA, Howell MEA, Cartwright BM, Ramsey MW, et al. Pre-Training Muscle Characteristics of Subjects Who Are Obese Determine How Well Exercise Training Will Improve Their Insulin Responsiveness. *J Strength Cond Res* 2017;31(3):798-808. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001530
13. Kim YG, Noh SHM, Young S. Weight loss effects of circuit training interventions: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews* 2019;20(11):1642-50. DOI: 10.1111/obr.12911
14. Arboleda Serna VH, Arango Vélez EF, Feito Y. Physical activity and perceptions of benefits and barriers in a Colombian university. *Retos* 2016;30:15-9. DOI: 10.47197/retos.v0i30.35175
15. Joseph RP, Dutton GR, Cherrington A, Fontaine K, Baskin M, Casazza K, et al. Feasibility, acceptability, and characteristics associated with adherence and completion of a culturally relevant internet-enhanced physical activity pilot intervention for overweight and obese young adult African American women enrolled in college. *BMC Res Notes* 2015;2:8:209. DOI: 10.1186/s13104-015-1159-z
16. Expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Executive summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP). *JAMA* 2001;285:2486-97. DOI: 10.1001/jama.285.19.2486
17. Lukaski H, Johnson PE. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985;41:810-7. DOI: 10.1093/ajcn/41.4.810
18. Friedewald WT, Levy RJ, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18:499-502. DOI: 10.1093/clinchem/18.6.499
19. Mathews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985;28:412-4. DOI: 10.1007/BF00280883
20. Czosnek L, Richards J, Zopf E, Cormie P, Rosenbaum S, Rankin NM. Exercise interventions for people diagnosed with cancer: a systematic review of implementation outcomes. *BMC Cancer* 2021;21:643. DOI: 10.1186/s12885-021-08196-7
21. Jepsen R, Aadland E, Robertson L, Kristiansen M, Andersen JR, Natvig GK. Factors and associations for physical activity in severely obese adults during a two-year lifestyle intervention. *Peer J* 2014;2:e505. DOI: 10.7717/peerj.505
22. Danielsen KK, Svendsen M, Mahlum S, Sundgot-Borgen J. Changes in body composition, cardiovascular disease risk factors, and eating behavior after an intensive lifestyle intervention with high volume of physical activity in severely obese subjects: a prospective clinical controlled trial. *J Obes* 2013;2013:325464. DOI: 10.1155/2013/325464
23. Collier SR, Kanaley JA, Carhart R Jr, Frechette V, Tobin MM, Hall AK, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *J Hum Hypertens* 2008;22:678-86. DOI: 10.1038/jhh.2008.36
24. Delgado Floody P, Caamaño Navarrete F, Ovalle Elgueta H, Concha Díaz M, Jerez Mayorga D, Osorio Poblete A. Efectos de un programa de ejercicio físico estructurado sobre los niveles de condición física y el estado nutricional de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades. *Nutr Hosp* 2016;33:107. DOI: 10.20960/nh.107
25. Batrakoulis A, Jamurtas AZ, Georgakouli K, Draganidis D, Deli CK, Papanikolaou K, et al. High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: A 10-month training-detraining randomized controlled trial. *PLoS One* 2018;13(8):e0202390. DOI: 10.1371/journal.pone.0202390
26. Gustafsson T, Kraus WE. Exercise-induced angiogenesis-related growth and transcription factors in skeletal muscle, and their modification in muscle pathology. *Front Biosci* 2001;1:75-89.
27. Ouchi N, Shibata R, Walsh K. AMP-Activated Protein Kinase Signaling Stimulates VEGF Expression and Angiogenesis in Skeletal Muscle. *Circ Res* 2005;96:838-46. DOI: 10.1161/01.RES.0000163633.10240.3b
28. Higashi Y, Yoshizumi M. Exercise and endothelial function: Role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients. *Pharmacology & Therapeutics* 2004;102:87-96. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2004.02.003
29. Álvarez C, Ramírez R, Flores M, Zúñiga C, Celis-Morales CA. Efectos del ejercicio físico de alta intensidad y sobrecarga en parámetros de salud metabólica en mujeres sedentarias, pre-diabéticas con sobrepeso u obesidad. *Rev Méd Chile* 2012;140:1289-96. DOI: 10.4067/S0034-98872012001000008
30. Álvarez C, Ramírez-Campillo R, Henríquez-Olguín C, Castro-Sepúlveda M, Carrasco V, Martínez C. ¿Pueden ocho semanas de ejercicio físico combinado normalizar marcadores metabólicos de sujetos hiperglicémicos y dislipidémicos? *Rev Méd Chile* 2014;142:458-66. DOI: 10.4067/S0034-98872014000400007
31. Mancilla R, Torres P, Álvarez C, Schifferli I, Sapunar J, Díaz E. Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Rev Méd Chile* 2014;142:34-9. DOI: 10.4067/S0034-98872014000100006
32. Milanovi Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Med* 2015;45(10):1469-81. DOI: 10.1007/s40279-015-0365-0
33. Delgado Floody P, Jerez Mayorga D, Caamaño Navarrete F, Osorio Poblete A, Thuillier Lepeley N, Alarcón Hormazábal M. Doce semanas de ejercicio físico intercalado con sobrecarga mejora las variables antropométricas de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades postulante a cirugía bariátrica. *Nutr Hosp* 2015;32:2007-11.
34. Sánchez Ortega L, Sánchez Juan C, García AA. Valoración de un programa de ejercicio físico estructurado en pacientes con obesidad mórbida pendientes de cirugía bariátrica. *Nutr Hosp* 2014;29:64-72.
35. Huck CJ. Effects of supervised resistance training on fitness and functional strength in patients succeeding bariatric surgery. *J Strength Cond Res* 2015;29(3):589-95. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000667
36. Cuadri Fernández J, Tornero I, Sierra A, Saez J. Systematic review of physical activity programs for the treatment of obesity. *Retos* 2018;33:261-6.
37. Glynn LG, Hayes PS, Casey M, Glynn F, Alvarez-Iglesias A, Newell J, et al. Effectiveness of a smartphone application to promote physical activity in primary care: the SMART MOVE randomised controlled trial. *Br J Gen Pract* 2014;64:e384-91. DOI: 10.3399/bjgp14X680461