

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA
INDIVIDUALIZADO DE EJERCICIO MICT/HIIT
MEDIANTE CICLO INDOOR**

Tesis doctoral

Gemma Lacuey Lecumberri

**Departamento de Ciencias de la Salud
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
2020**

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
Departamento de Ciencias de la Salud

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

TESIS DOCTORAL

**EFEECTO DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA
INDIVIDUALIZADO DE EJERCICIO MICT/HIIT
MEDIANTE CICLO INDOOR**

Gemma Lacuey Lecumberri

Director y tutor: Prof. Juan Manuel Casas Fernández de Tejerina

Pamplona, 2020

AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR

Prof. Juan Manuel Casas Fernández de Tejerina

Memoria presentada por Gemma Lacuey Lecumberri para
optar al grado de Doctor por la Universidad Pública de Navarra

Autorización del director

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Juan Manuel Casas Fernández de Tejerina, profesor Titular de Universidad en el área de Medicina, miembro del Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad Pública de Navarra, como director del trabajo de tesis doctoral,

Informa,

*Que el trabajo presentado por Dña Gemma Lacuey Lecumberri, **"EFECTO DE LA APLICACION DE UN PROGRAMA INDIVIDUALIZADO DE EJERCICIO MICT/HIIT MEDIANTE CICLO INDOOR"**, reúne a su criterio los requisitos científicos y formales suficientes para poder ser presentado como Tesis Doctoral con la finalidad de optar al título de Doctor ante el tribunal que proceda, y para que conste donde convenga, expide el presente certificado en Pamplona a 27 de Febrero de 2020.*



Juan Manuel Casas Fernández de Tejerina

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos

Son muchas las personas las que han contribuido al desarrollo de esta tesis doctoral y a las que quiero mostrar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, gracias a mi familia. A mi madre y a mi padre por su apoyo y cariño incondicional, por permitirme crecer como soy y poner todos sus esfuerzos en alcanzar mis sueños. A mi hermana Nuria, por su ejemplo con su experiencia en investigación clínica, por enseñarme la importancia del proceso por encima de los resultados obtenidos y el valor del esfuerzo y la dedicación a un proyecto que puede mejorar la vida de los pacientes. Gracias a Silvia, por acompañarme en este largo camino, por su paciencia y comprensión ilimitadas y su firme apoyo. Sin sus consejos ni sus ánimos en los momentos difíciles no hubiera sido posible concluir este proyecto. A la pequeña Noa, “mi tesoro pirata”, por ser mi luz y mi inspiración.

Gracias también a mis compañeros. A todo el Área Clínica del Corazón de Navarra, porque pertenecer a este equipo me ha permitido crecer como cardióloga y como persona. A Juan Castillo, por inspirar este trabajo con sus enseñanzas sobre fisiología del ejercicio y prueba de esfuerzo cardiopulmonar. Gracias por transmitirme la importancia del ejercicio en prevención cardiovascular.

Quisiera dar las gracias a todos aquellos que han participado de forma directa en la elaboración de esta tesis. A Juan Manuel Casas mi director y tutor, por creer en el proyecto desde el primer día y por su disponibilidad permanente para guiarme y ayudarme en su desarrollo. A mi equipo de investigación formado por médicos y enfermeras de los centros de salud de Barañáin y, en especial, a su directora Itziar Blanco que fomentó nuestra estrecha colaboración. Con su participación activa han hecho posible que la inclusión de pacientes haya sido un éxito. A los instructores de ciclo indoor de Feel&Bike, que aplicaron la intervención de forma precisa y motivadora. Con su labor esforzada han hecho posible cumplir los objetivos marcados.

No quiero dejar pasar la oportunidad de agradecer a Jesús Zabaleta su colaboración en la elaboración de la base de datos y a Arkaitz Galbete de la unidad de metodología de Navarrabiomed por su apoyo en el análisis estadístico. Gracias a ambos por facilitar inmensamente el trabajo metodológico.

Finalmente, muchas gracias a todos los pacientes de los centros de salud de Barañáin, porque con su participación en este estudio de manera voluntaria y desinteresada contribuyen al progreso de la investigación clínica.

“Si no puedes volar, corre. Si no puedes correr, camina. Si no puedes caminar, gatea. Pero hagas lo que hagas, siempre sigue hacia adelante”

Martin Luther King Jr

***A mis padres y mi hermana,
a Silvia y a Noa***

MEMORIA DE LA TESIS DOCTORAL

ÍNDICE

ABREVIATURAS	21
RESUMEN	23
ABSTRACT	25
INTRODUCCIÓN	27
1. Factores de riesgo cardiovascular	27
1.1. Sedentarismo	27
1.2. Obesidad	29
2. Ejercicio físico	33
2.1. Fisiología del ejercicio	33
2.2. Entrenamiento con el método de los umbrales ventilatorios ...	34
3. Intervención con ejercicio físico en prevención primaria	37
3.1. Beneficio del ejercicio físico en prevención cardiovascular	37
3.2. Proceso de implementación de programas de ejercicio	38
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	43
1. Hipótesis	43
2. Objetivos	45
MATERIAL Y MÉTODOS	47
1. Diseño	47
2. Población del estudio	49
3. Intervención: programa de ejercicio	53
4. Variables y técnicas de medida	59
5. Análisis estadístico	67
6. Aspectos éticos y legales	69

RESULTADOS	71
1. Población del estudio	71
2. Composición corporal	79
3. Perfil metabólico	85
4. Perfil cardiovascular	93
5. Calidad de vida	107
DISCUSIÓN	111
1. Población del estudio	111
2. Composición corporal	115
3. Perfil metabólico	117
4. Perfil cardiovascular	123
5. Calidad de vida	127
6. Análisis por sexos	129
LIMITACIONES Y PROYECCIÓN DEL ESTUDIO	133
1. Limitaciones	133
2. Directrices para futuras investigaciones	135
CONCLUSIONES	137
ANEXOS	139
Anexo 1. Encuesta internacional de actividad física (IPAQ)	139
Anexo 2. Encuesta de calidad de vida EQ-5D-5L (EuroQol Group)	141
Anexo 3. Informe: Comité Ético de Investigación Clínica de Navarra	143
Anexo 4. Hoja de información al paciente y consentimiento informado	145
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
PUBLICACIONES Y COMUNICACIONES	167
1. Publicaciones	167
2. Comunicaciones	179

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1. Criterios de inclusión “población A” y “población B”	50
Tabla 2. Criterios de exclusión “población A” y “población B”	51
Tabla 3. Características de la población total del estudio	74
Tabla 4. Características de la “población A” del estudio	75
Tabla 5. Características de la “población B” del estudio	76
Tabla 6. Composición corporal de la población total	80
Tabla 7. Composición corporal de la “población A”	81
Tabla 8. Composición corporal de la “población B”	82
Tabla 9. Analítica de sangre de la población total	86
Tabla 10. Analítica de sangre de la “población A”	87
Tabla 11. Analítica de sangre de la “población B”	88
Tabla 12. Parámetros básicos de cicloergometría (población total)	94
Tabla 13. Parámetros básicos de cicloergometría (“población A”)	95
Tabla 14. Parámetros básicos de cicloergometría (“población B”)	96
Tabla 15. Parámetros ventilatorios (población total)	99
Tabla 16. Parámetros ventilatorios (“población A”)	101
Tabla 17. Parámetros ventilatorios (“población B”)	103
Tabla 18. Calidad de vida (población total)	107
Tabla 19. Calidad de vida (“población A”)	107
Tabla 20. Calidad de vida (“población B”)	108

FIGURAS

Figura 1. Zona de entrenamiento de máxima eficacia (ZEME)	35
Figura 2. Proceso de implementación de programas de ejercicio	41
Figura 3. Ejemplo de sesión: primera etapa de ejercicio	54
Figura 4. Ejemplo de sesión: segunda etapa de ejercicio	55
Figura 5. Ejemplo de sesión: tercera etapa de ejercicio	55
Figura 6. Cicloergómetro IC7 - Team ICG® de Life Fitness	56
Figura 7. Consola con el sistema Coach By Color®	57
Figura 8. Fórmula IPAQ	59
Figura 9. Ergostik X-Scribe	60
Figura 10. Ergoselec 200P	60
Figura 11. Bioimpedancia multifrecuencia InBody 770 – Microcaya	63
Figura 12. Cronograma del estudio	71
Figura 13. Esquema del estudio	72
Figura 14. Tabaquismo y asistencia a clase	77
Figura 15. Sexo y asistencia a clase	78
Figura 16. Sexo y reducción absoluta de peso	83
Figura 17. Parámetros de perfil glucémico y parámetros de inflamación ..	89
Figura 18. Sexo y descenso de HOMA-IR	90
Figura 19. Sexo y descenso de PCR	91
Figura 20. Sexo y aumento de la RFC	97
Figura 21. Sexo y aumento absoluto del % previsto del pico de VO ₂	105
Figura 22. Sexo y aumento en la calidad de vida	109
Figura 23. Esferas de calidad de vida	110

ABREVIATURAS

AGV: área de grasa visceral (cm²).

DE: desviación estándar o típica.

DM: diabetes mellitus.

EQ EVA: escala visual analógica de calidad de vida de la EuroQol.

EQ índice: índice de calidad de vida de la EuroQol.

FC: frecuencia cardiaca (lpm).

FCM: frecuencia cardiaca máxima (lpm).

FCMT: frecuencia cardiaca máxima teórica (lpm).

FRCV: factores de riesgo cardiovascular.

HbA1c: glicohemoglobina (%).

HIIT: “high intensity intervalic training” (ejercicio interválico a alta intensidad).

HLP: hiperlipidemia.

HOMA-IR: “homeostatic model assessment” (índice de resistencia a insulina).

HTA: hipertensión arterial.

IMC: índice de masa corporal (kg/m²).

IPAQ: cuestionario internacional de actividad física.

MET: equivalentes metabólicos.

MICT: “moderate intensity continuous training” (ejercicio continuo moderado).

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PCR: proteína C reactiva (mg/L).

PetCO₂: presión parcial de dióxido de carbono al final de espiración (mmHg).

PetO₂: presión parcial de oxígeno al final de espiración (mmHg).

PO₂: pulso de oxígeno (ml/latido).

RER: cociente respiratorio VCO₂/VO₂.

ABREVIATURAS

RFC: recuperación de la FC en el primer minuto post-esfuerzo (lpm).

RIQ: rango intercuartil.

RR: reserva respiratoria (%).

TA: tensión arterial (mmHg).

TAD: tensión arterial diastólica (mmHg).

TAS: tensión arterial sistólica (mmHg).

VE: ventilación por minuto (L/min).

VCO₂: eliminación de dióxido de carbono (L/min o ml/kg/min).

VE/VCO₂: equivalente ventilatorio de dióxido de carbono.

VE/VO₂: equivalente ventilatorio de oxígeno.

VO₂: consumo de oxígeno (L/min o ml/kg/min).

VSG: velocidad de sedimentación globular (mm/h).

VT1: primer umbral ventilatorio o umbral anaeróbico.

VT2: segundo umbral ventilatorio o punto de compensación respiratoria.

W: trabajo en vatios.

ZEME: zona de entrenamiento de máxima eficacia.

RESUMEN

Fundamento y objetivo:

El sedentarismo y el exceso de peso constituyen un problema de salud pública por su elevada prevalencia, morbimortalidad y carga económica. La práctica regular de ejercicio físico puede mejorar la salud de la población. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto de un programa de ejercicio en pacientes sedentarios con sobrepeso u obesidad u otros factores de riesgo cardiovascular (FRCV).

Muestra y métodos:

Estudio cuasi-experimental de intervención, tipo pre-post, sin grupo control. Se evaluaron 101 pacientes (población total): 52 individuos sedentarios con ≥ 1 FRCV ("población A") y 49 individuos sedentarios con sobrepeso u obesidad +/- otros FRCV ("población B"). Se seleccionaron 70 pacientes, iniciaron el entrenamiento 68. La intervención consistió en un plan de entrenamiento individualizado con cicloergómetro: 45 min/día, 3 días/semana, 12 semanas. Las sesiones combinaron ejercicio aeróbico continuo moderado (MICT) con ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT). Se determinaron basalmente y post-intervención: composición corporal (peso, índice de masa corporal o IMC, % masa grasa, área de grasa visceral o AGV); analítica de sangre (perfil lipídico, perfil glucémico, inflamación); tiempo de ejercicio, carga de trabajo en vatios (W), recuperación de la frecuencia cardíaca (RFC) y pico de consumo de oxígeno (VO_2); y calidad de vida (cuestionario EQ-5D-5L).

Resultados:

El 79,5% de la población total completó el programa de entrenamiento y ningún individuo presentó eventos adversos. La asistencia a las sesiones tuvo asociación inversa con el tabaquismo activo: 84,7% en no fumadores y 66,5% en fumadores, $p = 0,012$. Se analizó el beneficio de la intervención entre los que completaron el entrenamiento ($N = 54$). Se observó una disminución de peso corporal (-2,9 kg, IC 95%: -3,8, -2,0), IMC (-1,1 puntos, IC 95%: -1,4, -0,8), masa grasa (-1,9%, IC 95%: -2,8, -1,0) y AGV (-12,6 cm^2 , IC 95%: -16,5,

-8,7). Se objetivó una reducción de glucemia basal (mediana PRE: 99,9 mg/dL y POST: 90,5 mg/dL), glicohemoglobina o HbA1c (mediana PRE: 5,7% y POST: 5,5%), índice de resistencia a la insulina u HOMA-IR (mediana PRE: 2,54 y POST: 1,65) y proteína C reactiva o PCR (mediana PRE: 3,27 mg/L y POST: 2,00 mg/L). Aumentaron tiempo de ejercicio (2,07 min; IC 95%: 1,67, 2,47; $p < 0,001$), W alcanzados (32,54 W; IC 95%: 23,02, 42,06; $p < 0,001$), RFC (11,25 lpm; IC 95%: 8,35, 14,15; $p < 0,001$) y pico de VO_2 (6,53 mL/kg/min; IC 95%: 4,42, 8,44; $p < 0,001$). Se incrementaron el EQ índice (PRE: 0,836 y POST: 0,938) y la EQ EVA (7,84 puntos, IC 95%: 4,97, 10,71), $p < 0,001$. Los resultados no fueron diferentes entre mujeres y hombres.

Conclusiones:

El plan de ejercicio propuesto mejora el perfil metabólico, el perfil cardiovascular y la calidad de vida de los pacientes sedentarios con sobrepeso u obesidad u otros FRCV. Logra elevada tasa de adherencia, sin registrar eventos adversos. Los beneficios no presentan diferencias por sexo.

ABSTRACT

Background and objective:

Sedentary lifestyle and excess weight are a public health problem due to their high prevalence, morbimortality and economic burden. Regular physical exercise can improve general population health. We aimed to evaluate the effect of an exercise program in sedentary patients with overweight or obesity or other cardiovascular risk factors (CVRF).

Patients and methods:

Quasi-experimental intervention study, pre-post type, without control group. 101 patients were evaluated (total population): 52 sedentary individuals with ≥ 1 CVRF ("population A") and 49 sedentary individuals with overweight or obesity +/- other CVRF ("population B"). 70 patients were selected, 68 patients started training. An individualized training plan with cycle ergometer was the intervention: 45 min/day, 3 days/week, 12 weeks. The sessions combined moderate intensity continuous training (MICT) with high intensity interval training (HIIT). Body composition (weight, body mass index or BMI, fat mass %, visceral fat area or VFA); blood test (lipid profile, glycemic profile, inflammation); exercise time, workload in watts (W), heart rate recovery (HRR) and peak oxygen uptake (VO_2); and quality of life (EQ-5D-5L questionnaire) were baseline and post-intervention determined.

Results:

79,5% in total population completed the exercise program and none presented adverse events. Session attendance had an inverse association with active smoking: 84,7% in non-smokers and 66,5% in smokers. Benefit of the intervention among those who completed the training was analysed (N = 54). A decrease in body weight (-2,9 kg, 95% CI: -3,8, -2,0), BMI (-1,1 points, 95% CI: -1,4, -0,8), fat mass (-2,5%, 95% CI: -3,4, -1,6) and VFA (-12,6 cm², 95% CI: -16,5, -8,7) were observed. A reduction in baseline blood glucose (median PRE: 99,9 mg/dL and POST: 90,5 mg/dL), glycohemoglobin or HbA1c (median PRE: 5,7% and POST: 5,5%), insulin resistance index or HOMA-IR (median

ABSTRACT

PRE: 2,54 and POST: 1,65) and C-reactive protein or CRP (median PRE: 3,27 mg/L and POST: 2,00 mg/L) were observed. An increase in exercise time (2,07 min; 95% CI: 1,67, 2,47; $p < 0,001$), in W reached (32,54 W; 95% CI: 23,02, 42,06; $p < 0,001$), in HRR (11,25 bpm; 95% CI: 8,35, 14,15; $p < 0,001$) and in VO₂ peak (6,53 mL/kg/min; 95% CI: 4,42, 8,44; $p < 0,001$) were achieved. EQ index (PRE: 0,836 and POST: 0,938) and EQ VAS (7,84 points, 95% CI: 4,97, 10,71) were increased, $p < 0,001$. Results were not different between women and men.

Conclusions:

Proposed exercise plan demonstrates improving metabolic profile, cardiovascular profile and quality of life of sedentary patients with overweight or obesity or other cardiovascular risk factors (CVRF). Intervention achieves high adherence rate, without adverse events. Benefit do not present differences by sex.

INTRODUCCIÓN

1. Factores de riesgo cardiovascular

Los FRCV son condiciones que se asocian a una mayor probabilidad de desarrollar enfermedades y eventos cardiovasculares (cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular y arteriopatía periférica). Los principales factores de riesgo son aquellos que han demostrado asociación fuerte e independiente con la enfermedad. En este grupo se encuentran los factores clásicos: diabetes mellitus (DM), hipertensión arterial (HTA), hiperlipidemia (HLP), tabaquismo, herencia genética, sexo y edad. Además, se deben de tener en cuenta los factores que se han ido incorporado posteriormente y que cuentan con un importante peso específico en la actualidad, como son el sedentarismo y la obesidad.

1.1. Sedentarismo

El sedentarismo constituye un problema de salud pública dada su elevada prevalencia, morbimortalidad y coste económico. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su plan de acción mundial para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles 2013-2020 la reconoce como pandemia que requiere una acción global e incluye como objetivo una reducción relativa de su prevalencia de un 10% para el año 2025¹. No obstante, la OMS advierte que la prevalencia de inactividad física se ha mantenido estable durante los últimos 15 años a nivel mundial, siendo del 28,5% en 2001 y del 27,5% en 2016². Como consecuencia de esta tendencia a la estabilización, no es probable ni esperada la consecución del objetivo marcado.

El estudio que proporciona la descripción más completa de los niveles de inactividad física por regiones a nivel mundial es el publicado por Guthold et al (The Lancet, 2018)³. Incluyó datos de 168 países con un total de 1,9 millones de participantes. Estimó que en 2016 a nivel mundial el 32% de las mujeres y el 23% de los hombres mayores de 18 años realizaron actividad

física insuficiente. Los niveles más altos de inactividad se observaron en mujeres de América latina y Caribe (43,7%), Asia meridional (43,0%) y países occidentales con altos ingresos (42,3%), mientras que los niveles más bajos se observaron en hombres de Oceanía (12,3%), Asia oriental y sudoriental (17,6%) y África subsaharina (17,9%). La prevalencia en 2016 fue más del doble en los países de altos ingresos (36,8%) que en países de bajos ingresos (16,2%).

En España, la Encuesta Nacional de Salud 2017⁴ pone de manifiesto que la vida laboral es principalmente sedentaria en nuestro entorno, el 38% de la población adulta pasa la mayor parte de su actividad laboral sentada. Respecto al tiempo de ocio, el 42% de las mujeres y el 32% de los hombres lo ocupan con actividades sedentarias. El sedentarismo es más frecuente en las clases sociales más desfavorecidas: una cuarta parte (24,3%) en la clase I frente a casi la mitad (46,7%) en la clase VI. Esto ocurre tanto en mujeres como en hombres, aunque es más acusado en las primeras. También existe una relación inversa con el nivel educativo y con el nivel de ingresos en ambos sexos, más marcada en mujeres. Con estos datos, se concluye que en nuestro país más de un tercio (35,3%) de la población entre 15 y 69 años no alcanza el nivel de actividad física saludable recomendado por la OMS; el incumplimiento de estas recomendaciones es más frecuente en mujeres (37%) que en hombres (33,5%) y es superior en las clases sociales menos acomodadas.

En la última década diversos estudios, revisiones sistemáticas y meta-análisis han puesto de manifiesto que existe una relación directa entre el tiempo dedicado a comportamientos sedentarios y la carga total de enfermedad, la mortalidad cardiovascular y la mortalidad total⁵⁻¹¹. Los datos publicados al respecto provienen de estudios que presentan una marcada heterogeneidad en su diseño y en su modo de evaluar el tiempo de inactividad, pero a pesar de estas limitaciones los resultados son concordantes. El sedentarismo se ha asociado a diferentes problemas de salud entre los que se encuentran: enfermedad cardiovascular, DM, obesidad o cáncer. Además, tiene influencia sobre la salud mental favoreciendo la aparición de depresión, ansiedad o problemas del sueño¹²⁻¹⁵.

El sedentarismo es un factor de riesgo independiente de mortalidad total y de mortalidad cardiovascular. El efecto deletéreo del exceso de tiempo de inactividad sobre la mortalidad es independiente del tiempo empleado en realizar actividad física moderada-vigorosa. Se ha observado que entre los sujetos con el porcentaje de tiempo de inactividad en el cuartil superior (media: 76,6%) la mortalidad por todas las causas es aproximadamente 6 veces mayor que en el cuartil inferior (media: 48,3%)¹⁶. A nivel mundial se calcula que la inactividad física es la causa del 9% de la muertes prematuras y que su eliminación podría incrementar la expectativa de vida de la población en 0,68 años de media (0,41-0,95)¹⁷.

La carga económica del sedentarismo es elevada, con un coste para los sistemas de salud a nivel internacional valorado en 53.8 billones de dólares. Da lugar a una pérdida de 13.7 billones de dólares en productividad y a una pérdida 13,4 millones de años de vida ajustados por discapacidad¹⁸.

1.2. Obesidad

La OMS define sobrepeso como un IMC, cociente entre peso y estatura al cuadrado, entre 25 y 29,9 kg/m² y obesidad como un IMC igual y superior a 30 kg/m². La obesidad se clasifica en obesidad de grado 1 si el IMC es de 30 a 34,9 kg/m², de grado 2 o grave si el IMC es de 35 a 39,9 kg/m² y de grado 3 o mórbida si el IMC es igual o mayor a 40 kg/m².

De manera análoga al sedentarismo, el exceso de peso supone un problema de salud pública por su prevalencia, morbimortalidad y coste económico. La OMS destaca su propagación a nivel mundial, siendo espacialmente preocupante en la edad infantil y en la adolescencia. Con el fin de favorecer la puesta en marcha una respuesta integral a la obesidad infantil, la OMS constituyó una comisión que desarrolló un informe consensuado en el que se definen las estrategias para acabar con la obesidad infantil¹⁹.

Los colaboradores del estudio “Global Burden of Disease” han analizado la tendencia de la prevalencia de la obesidad y sus efectos entre 1990 y 2015 (N Engl J Med, 2017)²⁰. Incluyeron datos de 195 países con un total de 68,5 millones de participantes. Observaron que en 2015 603,7 millones

de adultos y 107,7 millones de niños eran obesos, con una prevalencia global del 12% y del 5%, respectivamente. En 70 de los países estudiados la prevalencia se duplicó desde el año 1980 hasta 2015.

Los miembros del “NCD Risk Factor Collaboration” han evaluado la distribución de la obesidad en la población mundial entre 1975 y 2018 (The Lancet, 2016)²¹. Incorporaron a su estudio 19,2 millones de adultos de 200 países diferentes. Objetivaron un aumento de la prevalencia de obesidad del 6,4% en 1975 al 14,9% en 2014 en mujeres y del 3,2% en 1975 al 10,8% en 2014 en hombres. El 5,0% de las mujeres y el 2,3% de los hombres tenía obesidad grave y el 1,6% de las mujeres y el 0,64% de los hombres tenían obesidad mórbida. Si la tendencia actual continua se espera que 2025 la prevalencia global de obesidad alcance el 21% en mujeres y el 18% en hombres.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en España continua aumentando de forma progresiva. Según los datos de la Encuesta Nacional de Salud 2017^{22,23} más de la mitad de adultos (54,5%) tiene exceso de peso y el 17,4% son obesos. En los últimos 30 años la prevalencia de la obesidad se ha multiplicado por 7, siendo del 2,4% en 1987. En nuestro medio tanto la obesidad como el sobrepeso son más frecuentes en hombres (18,2% vs 16,7% y 44,3% vs 30%, respectivamente). La distribución del exceso de peso está influida por la clase social, siendo más frecuente entre las más desfavorecidas.

La elevación del IMC en general y el aumento de grasa visceral en particular, desencadenan un proceso fisiopatológico que conduce a un estado inflamatorio crónico, disfunción endotelial y resistencia a la insulina²⁴. Este mecanismo explica que la obesidad se asocie fuertemente al incremento de FRCV como son la HTA²⁵, la HLP y la DM²⁶. Además, se ha relacionado de forma independiente con el desarrollo de aterosclerosis y enfermedad cardiovascular²⁷⁻²⁸. Entre las enfermedades cardiovasculares podemos destacar la enfermedad coronaria, la insuficiencia cardiaca, las arritmias y el ictus.

El exceso de peso es responsable aproximadamente del 20% de los casos de cáncer²⁹. Al contrario, la ausencia del exceso de peso disminuye el riesgo de la mayoría de los cánceres tal y como observa la “International Agency for Research on Cancer” tras evaluar más de 1000 estudios epidemiológicos³⁰. El sobrepeso y la obesidad se han vinculado al aumento del riesgo de diferentes tipos de cáncer, que en su conjunto suponen el 27% de la carga total de neoplasias malignas³¹. Dentro de este grupo se encuentran enfermedades en las que la obesidad tiene un efecto causal confirmado, como son el cáncer de mama, endometrio, riñón, esófago, páncreas, hígado y colo-rectal. Además, se incluyen otros tipos de cáncer en los que el riesgo en obesos probablemente esté aumentado: ovario, próstata, vesícula biliar y estómago³².

En cuanto a la mortalidad a nivel mundial, la obesidad provocó 4 millones de muertes en 2015 (7,1% de la mortalidad total) y contribuyó con 120 millones de años de vida perdidos ajustados por discapacidad (4,9% del total)^{20,33,34}. El 70% de las muertes relacionadas con la obesidad se deben a enfermedad cardiovascular y más del 60% de las muertes por enfermedad cardiovascular se dan en personas obesas. Existe un fenómeno denominado “paradoja de la obesidad” en el que aparentemente se observa un beneficio pronóstico del sobrepeso sobre el normopeso y el bajo peso en pacientes con enfermedad cardiovascular establecida³⁵. Sin embargo, actualmente se cree que entre los pacientes con peso normal o bajo se están incluyendo individuos con enfermedad avanzada con un estado catabólico que conduce a la pérdida de masa muscular y, por lo tanto, con mal pronóstico vital.

La carga económica de la obesidad es enorme ³⁶⁻³⁹, aunque difícil de calcular dada la heterogeneidad de los estudios realizados al respecto. Solamente en Estados Unidos el coste económico es de 209,7 billones de dólares al año, suponiendo un 20% del gasto sanitario total. A esta cifra hay que añadir 66 billones más al año de gastos indirectos.

INTRODUCCIÓN

2. Ejercicio físico

2.1. Fisiología del ejercicio físico

El entrenamiento con ejercicio físico induce adaptaciones estructurales y funcionales en el organismo que aumentan la capacidad funcional y el rendimiento físico⁴⁰. A nivel cardiovascular, el ejercicio induce un incremento en el gasto cardiaco por aumento del volumen sistólico, un incremento en el volumen y grosor parietal de las cámaras cardíacas, una disminución de la frecuencia cardíaca (FC) y de la tensión arterial (TA) tanto en reposo como durante el esfuerzo y una mejora la perfusión miocárdica^{41,42}.

El ejercicio origina una actividad muscular que produce un estímulo respiratorio, cardíaco y vascular periférico para responder a las necesidades metabólicas del organismo. En el ejercicio participan diferentes vías metabólicas^{43,44} que utilizan diferentes sustratos metabólicos y cuya activación depende fundamentalmente de la intensidad y duración de la actividad, de las características del sujeto entrenado y de las condiciones medioambientales.

Durante la realización de ejercicio físico se combinan las diferentes vías metabólicas. Al inicio del esfuerzo, se activa rápidamente la vía anaeróbica que utilizada como sustrato la fosfocreatina del músculo y que se agota en unos segundos. A continuación, predomina la vía aeróbica o fosforilación oxidativa que utiliza fundamentalmente lípidos e hidratos de carbono y, en menor medida, proteínas. Esta es la vía que permite responder a las demandas energéticas cuando se realizan esfuerzos de resistencia moderados. Si se realiza un ejercicio de alta intensidad o prolongado, predomina la vía anaeróbica o vía Embden-Meyerhof, que obtiene energía mediante glucólisis anaeróbica de los hidratos de carbono, que da lugar a un acúmulo de ácido láctico en sangre y que se agota en unos minutos^{45,46}.

Si realizamos un esfuerzo incremental podemos distinguir dos zonas de transición metabólica o umbrales ventilatorios (“Ventilatory Threshold” o VT)^{47,48}:

- El primer umbral ventilatorio (VT1) o umbral anaeróbico indica la activación de la vía anaeróbica y, a partir de ese momento, comienza la producción de ácido láctico en sangre (nivel en VT1: 2 mmol/L).
- En el segundo umbral ventilatorio (VT2) o punto de compensación respiratoria aumenta el nivel de ácido láctico (nivel en VT2: 4 mmol/L) por saturación de la vía aeróbica y, a partir de ese momento, comienza a producirse un acúmulo de ácido láctico en sangre.

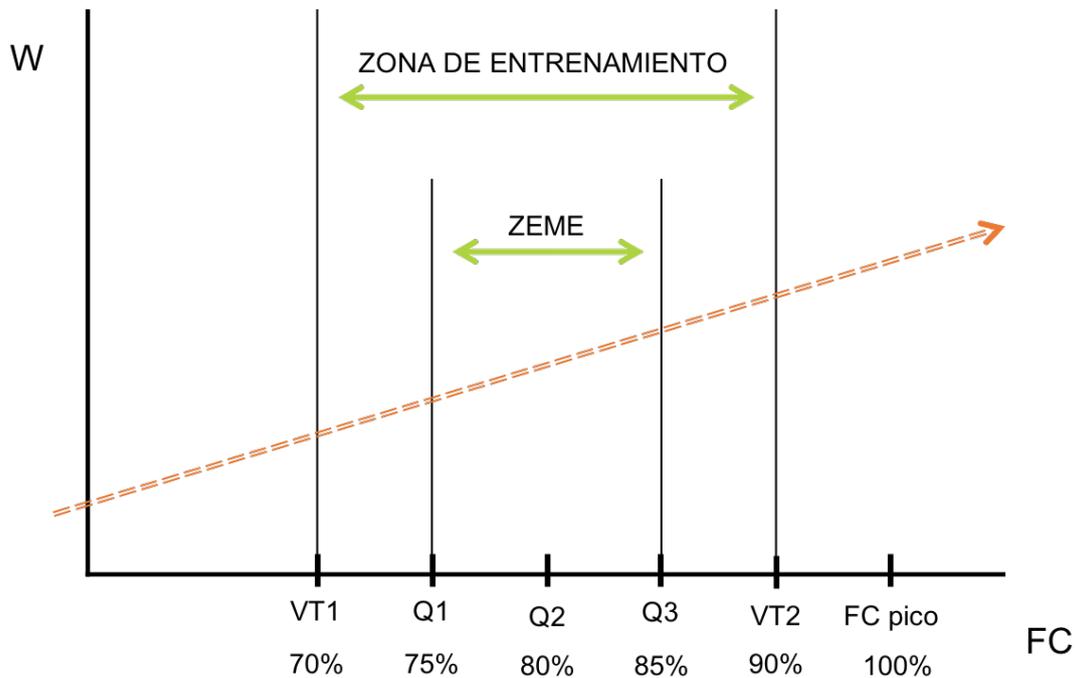
Entre VT1 y VT2 el ácido láctico es eliminado por la respiración y por encima de VT2 la respiración no es capaz de eliminarlo eficazmente (nivel de ácido láctico en el esfuerzo máximo: 8 mmol/L). Si un esfuerzo intenso se prolonga en el tiempo, se genera acidosis metabólica, lo que supone un riesgo para la salud.

2.2. Entrenamiento con el método de los umbrales ventilatorios

La determinación de los umbrales ventilatorios mediante ergoespirometría o prueba de esfuerzo cardiopulmonar permite diseñar programas de entrenamiento estructurados e individualizados⁴⁹⁻⁵³. En una prueba de esfuerzo incremental el VT1 se encuentra en torno al 70% de la frecuencia cardiaca máxima (FCM) y el VT2 en torno al 90% de la FCM.

El diseño de un programa de ejercicio aeróbico puede realizarse delimitando la zona sensible de entrenamiento, que se encuentra entre VT1 y VT2. La zona sensible de entrenamiento se puede dividir a su vez en cuartiles de intensidad de esfuerzo: Q₁ en torno al 75% de la FCM, Q₂ en torno al 80% de la FCM y Q₃ en torno al 85% de la FCM. La zona de entrenamiento de máxima eficacia (ZEME) se encuentra entre los cuartiles Q₁ y Q₃ y el ejercicio debe progresar desde Q₁ (ZEME₁), a Q₂ (ZEME₂), finalizando en Q₃ (ZEME₃). Las zonas de entrenamiento se muestran en la figura 1.

Figura 1. Zona de entrenamiento de máxima eficacia (ZEME).



La gráfica muestra la zona de entrenamiento, comprendida entre el primer umbral ventilatorio (VT1), en torno al 70% de la frecuencia cardíaca máxima teórica (FCMT), y el segundo umbral ventilatorio (VT2), en torno al 90% de la FCMT. La zona de entrenamiento de máxima eficacia (ZEME) se delimita en los cuartiles (Q) intermedios.

El diseño de un programa de ejercicio interválico también puede basarse en la delimitación de VT1 y VT2 mediante ergoespirometría. En la planificación de este tipo de ejercicio de alta intensidad se deben ajustar la carga y la duración de cada intervalo de alta intensidad de esfuerzo (trabajo en torno o por encima de VT2) y la de su periodo correspondiente de recuperación activa (tiempo necesario hasta volver a la zona de recuperación que se encuentra en torno o por debajo de VT1).

INTRODUCCIÓN

3. Intervención con ejercicio en prevención primaria

3.1. Beneficio del ejercicio en prevención cardiovascular

Las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de mortalidad a nivel mundial. Sus principales determinantes son FRCV modificables: inactividad, obesidad, HTA, HLP, DM y tabaquismo. Por este motivo, las guías de práctica clínica de la sociedad europea de cardiología sobre prevención cardiovascular⁵⁴ insisten en la importancia de implementar medidas preventivas para minimizar el impacto de las enfermedades cardiovasculares. Las medidas fundamentales son: ejercicio físico, dieta mediterránea, deshabituación tabáquica y tratamiento de factores psicosociales, además del uso del tratamiento farmacológico.

El ejercicio físico dispone de evidencia científica sólida que respalda sus beneficios para la prevención de enfermedades cardiovasculares⁵⁵. Además de demostrar su capacidad de modificar los FRCV clásicos, puede mejorar la salud cardiovascular a través de mecanismos no tradicionales que aportan un beneficio de forma independiente: provoca un efecto antiaterogénico en la vasculatura, induce cardioprotección contra la isquemia, estimula la regeneración miocárdica, mejora el equilibrio del sistema nervioso autónomo, disminuye la pérdida de masa y fuerza muscular relacionada con la edad y promueve un estado antiinflamatorio saludable.

A nivel cardiovascular el entrenamiento con ejercicio físico disminuye la TA y la FC en reposo, mejora la RFC^{56,57} tras la finalización de un esfuerzo físico y aumenta la capacidad cardiorrespiratoria⁵⁸⁻⁶⁰, mejorando la supervivencia de los sujetos entrenados frente a la población sedentaria. La actividad física induce cambios metabólicos que mejoran el perfil glucémico⁶¹⁻⁶⁴, el perfil lipídico⁶⁵⁻⁶⁸ y el estado inflamatorio⁶⁹⁻⁷². Además, ha demostrado mejorar la calidad de vida de los pacientes en relación, entre otros, a su efecto sobre el control del dolor⁷³⁻⁷⁵ y su beneficio sobre la salud mental⁷⁶⁻⁷⁷, en especial sobre los trastornos depresivos y la ansiedad⁷⁸⁻⁸¹.

La OMS en sus “Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud”⁸² indica que para que un adulto obtenga beneficio en su salud debe realizar al menos 150 minutos a la semana de ejercicio físico aeróbico moderado, o al menos 75 minutos a la semana de ejercicio físico aeróbico vigoroso, o una combinación equivalente de actividad física moderada y vigorosa. Para obtener un beneficio adicional, debe realizar 300 minutos semanales de ejercicio aeróbico moderado, o 150 minutos semanales de ejercicio aeróbico vigoroso, o una combinación equivalente de ambas intensidades de esfuerzo. La OMS recomienda realizar actividad de fortalecimiento muscular dos o más veces a la semana.

Dado que la práctica regular de ejercicio físico es una recomendación establecida para mejorar la salud de la población general, las sociedades científicas recomiendan la detección del sedentarismo y el consejo sobre actividad física desde atención primaria⁸³.

3.2. Proceso de implementación de programas de ejercicio

La implementación de un programa individualizado de ejercicio físico en personas sedentarias con FRCV implica un proceso complejo. En primer lugar, se requieren medios humanos y materiales específicos. En segundo lugar, se necesita establecer un método sistematizado para su elaboración. Y por último, es preciso crear vínculos entre la atención primaria y las estructuras comunitarias locales dedicadas al deporte para su adecuada aplicación y difusión entre la población general. Como consecuencia, no se dispone de evidencia suficiente sobre estrategias específicas de intervención con ejercicio que hayan demostrado su efectividad y su aplicabilidad en la vida real^{84,85}.

Es ampliamente conocido que las recomendaciones genéricas sobre ejercicio físico conducen a una disminución de los beneficios esperados, a un aumento de los riesgos derivados de la actividad y a una alta tasa de abandono de su práctica^{86,87}; y que los resultados se optimizan si la prescripción de ejercicio se realiza de forma individualizada y atendiendo a las pautas que ofrecen las guías de práctica clínica^{54,88}.

Teniendo en cuenta la importancia de los programas de intervención con ejercicios personalizados y la complejidad en su proceso de implementación, es importante contar con el apoyo de las instituciones sociales y gubernamentales para su desarrollo y aplicación.

El riesgo de una respuesta cardiovascular adversa durante la actividad física es bajo para los adultos aparentemente sanos. No obstante, la incidencia estimada de muerte súbita durante la actividad deportiva es de 15.000 casos al año tanto en Europa como en Norteamérica, suponiendo el 5% de todos los casos de muerte súbita^{89,90}. El riesgo de eventos adversos durante el ejercicio físico en personas sanas es menor que el de personas con FRCV y el riesgo del ejercicio de intensidad ligera o moderada es menor que el de la actividad vigorosa. Por esta razón, las personas sanas que van a comenzar a practicar deportes de intensidad moderada no requieren evaluación médica previa. Sin embargo, las personas con FRCV y/o que van a iniciar la práctica de actividades de alta intensidad deben someterse a un estudio médico.

La sistemática para elaborar un plan de entrenamiento dirigido a pacientes sedentarios con FRCV incluye tres fases: evaluar el estado de salud y estratificar el riesgo individual; elaborar el programa de ejercicio de forma personalizada; implementar el plan de entrenamiento y evaluar sus resultados.

Las diferentes fases se describen y se representan en la figura 2 y se describen a continuación:

1º Evaluar el estado de salud y estratificar el riesgo individual:

- El examen médico para evaluar la aptitud para realizar ejercicio físico de individuos sedentarios con FRCV debe tener en cuenta el estado de salud en general, el riesgo cardiovascular en particular y la condición física para la práctica deportiva.
- En la actualidad, se desconoce el mejor método para realizar este estudio pero cada vez está más extendida la inclusión de una prueba de esfuerzo ya que aporta información diagnóstica y pronóstica.
- La prueba de esfuerzo es capaz de predecir el riesgo de eventos cardiovasculares y la mortalidad por todas las causas, además de

evaluar la capacidad física y la tolerancia al esfuerzo, las causas de los síntomas relacionados con el esfuerzo y la respuesta cardiovascular con el ejercicio^{91,92}.

2º Elaborar el programa de ejercicio de forma personalizada:

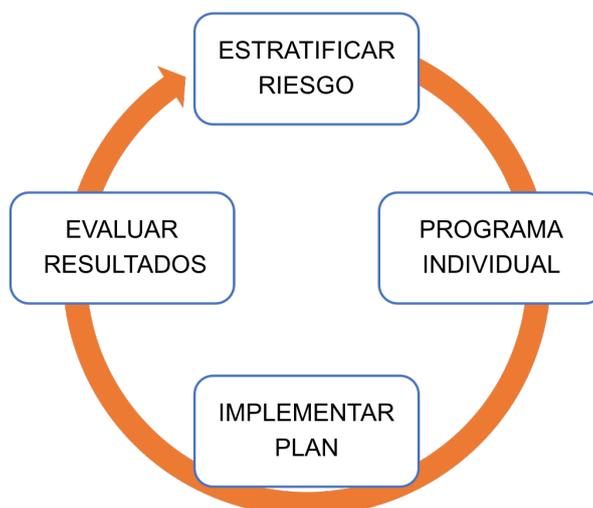
- El programa de ejercicio puede incluir diferentes tipos de actividad física: ejercicio aeróbico, ejercicio de fuerza muscular o resistencia y ejercicio neuromotor.
- La actividad física aeróbica es la modalidad más estudiada y recomendada, con un efecto beneficioso dependiente de la dosis en el pronóstico^{93,94}.
- Clásicamente, en pacientes sedentarios con FRCV se han aplicado intervenciones con ejercicio aeróbico continuo de intensidad moderada (“moderate intensity continuous training” o MICT).
- Actualmente, en esta población está en evaluación el balance riesgo/beneficio del ejercicio interválico de alta intensidad (“high intensity intervalic training” o HIIT). Aunque la evidencia es escasa y algunos resultados son contradictorios, el entrenamiento HIIT parece ser al menos tan efectivo como en MICT para mejorar la capacidad funcional y controlar los FRCV⁹⁵⁻¹⁰³.

3º Implementar el plan de entrenamiento y evaluar sus resultados:

- El plan de entrenamiento individualizado debe estar condicionado al estado de salud de cada individuo y al resultado de una prueba de esfuerzo. Esta prueba define la zona sensible de entrenamiento para cada sujeto y aporta los datos necesarios para realizar ajustes apropiados en frecuencia, duración e intensidad de esfuerzo.
- Los protocolos de entrenamiento se dividen en tres fases: fase inicial o de acondicionamiento, en la que el individuo se adapta a la actividad; fase de mejora, en la que tiene lugar un aumento gradual del volumen de esfuerzo; y fase de mantenimiento, en la que el objetivo es conservar la capacidad funcional adquirida.

- En la evolución es importante la evaluación de los resultados obtenidos para reformular nuevos objetivos y rediseñar el plan inicial.

Figura 2. Proceso de implementación de programas de ejercicio.



La figura muestra el proceso de implementación de un programa de ejercicio. Este proceso requiere un método sistematizado, medios humanos y materiales específicos además de colaboración entre la atención primaria y las estructuras comunitarias locales dedicadas al deporte.

Uno de los problemas más importantes en la implementación de un programa de ejercicio en personas sedentarias con FRCV es la elevada tasa de abandono precoz, que se ha descrito entre el 30% y el 50% en los primeros 3-6 meses. Es fundamental la búsqueda activa de las posibles factores que pueden obstaculizar la adecuada adherencia para detectarlos y eliminarlos¹⁰⁴⁻¹⁰⁸. Se han definido múltiples barreras como son: la falta de consejo personalizado sobre ejercicio físico desde los profesionales de la salud, la ausencia de programas específicos para este grupo de la población, la desmotivación y desadaptación al ejercicio por desacondicionamiento físico o comorbilidad, los problemas de acceso por responsabilidades laborales o familiares, los problemas de acceso por distancia al centro deportivo, o la falta de medios económicos, entre otros.

En la última década, el desarrollo de la tecnología médico-deportiva ha ofrecido la posibilidad de individualizar los programas de ejercicio adaptándolos a diversas patologías. La evolución técnica de los equipos médicos y deportivos favorecen la elaboración y aplicación adecuadas del plan de entrenamiento y la monitorización de los resultados de manera rigurosa y precisa. El aumento de la accesibilidad de esta tecnología a la población general, va a proporcionar en el futuro herramientas para optimizar los planes de entrenamiento y obtener el máximo beneficio en prevención cardiovascular primaria.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. Hipótesis

La aplicación de un programa de ejercicio físico individualizado en pacientes sedentarios con sobrepeso, obesidad u otros FRCV desde el ámbito de la Atención Primaria puede ser una estrategia de intervención comunitaria eficaz y segura para cambiar el perfil de riesgo cardiovascular de la población general. La tecnología médico-deportiva puede contribuir a mejorar los resultados mediante su aportación al diseño personalizado de la intervención, la implementación del plan de entrenamiento y el análisis de los resultados.

BASES DE LA HIPÓTESIS

1. El sedentarismo y la obesidad constituyen un problema de salud pública por su elevada prevalencia, morbimortalidad y coste económico.
2. La práctica regular de ejercicio físico ha demostrado disminuir la incidencia de enfermedad cardiovascular y la mortalidad y mejorar la calidad de vida.
3. No hay evidencia para determinar la modalidad de ejercicio con mejor balance riesgo/beneficio y mayor tasa de adherencia en pacientes sedentarios y obesos.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2. Objetivos

OBJETIVOS PRINCIPALES

- Analizar el impacto de un programa de ejercicio físico individualizado en pacientes sedentarios con sobrepeso, obesidad u otros FRCV sobre el perfil metabólico, la capacidad funcional y la calidad de vida.
- Evaluar la adherencia y los eventos adversos asociados al programa de ejercicio físico.
- Explorar diferencias en el efecto de plan de ejercicio según sexo.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

1. Analizar el efecto del plan de ejercicio individualizado en la composición corporal.
2. Evaluar su impacto en el perfil glucémico y en el perfil lipídico y en la actividad inflamatoria.
3. Analizar el efecto del entrenamiento individualizado sobre la capacidad funcional.
4. Describir el beneficio del plan de ejercicio sobre la percepción de la calidad de vida.
5. Evaluar las tasas de adherencia y los factores asociados al abandono precoz.
6. Describir las tasas de eventos adversos derivados de la intervención.
7. Explorar las diferencias en beneficio y adherencia según sexo.
8. Estudiar los parámetros apropiados para la planificación del entrenamiento en sedentarios y obesos.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño

Se desarrolló un estudio prospectivo durante el periodo de tiempo comprendido entre enero de 2017 y mayo de 2018. Se utilizó un muestreo por conveniencia, no probabilístico. Se realizó un estudio analítico cuasi-experimental en el que la población del estudio se expuso a una intervención con ejercicio físico, sin aleatorización. Se realizó un análisis de tipo pre-post, evaluando los datos de cada individuo antes y después de la exposición, sin existir grupo control.

El estudio fue multicéntrico, contando con la participación de:

- Los Centros de Salud de Barañáin (I y II), que constituyen la zona básica de salud número 26 de del Sistema Navarro de Salud, que abarcan a una población de 20.039 habitantes y que aportaron la inclusión de pacientes;
- El Servicio de Cardiología del Complejo Hospitalario de Navarra, que proporcionó el personal facultativo (investigadora principal) para realizar e interpretar la pruebas complementarias y elaborar el diseño de la intervención;
- El centro deportivo Feel&Bike® de Barañáin, que proporcionó los recursos materiales y humanos para llevar a cabo el programa de ejercicio físico.

2. Población del estudio

Se reclutaron pacientes que acudieron de forma consecutiva a consulta médica o de enfermería de los dos Centros de Salud de Barañáin I y II. Mediante este muestreo oportunista se seleccionaron pacientes durante dos periodos de tiempo diferenciados. La “población A” la conformaron los individuos que fueron evaluados entre enero y marzo de 2017 y que recibieron la intervención entre abril y junio de 2017. La “población B” la conformaron los individuos que fueron evaluados entre octubre y diciembre de 2017 y que recibieron la intervención entre enero y marzo de 2018. Ambas poblaciones fueron sometidas al mismo programa de ejercicio.

En la población total del estudio se incluyeron individuos adultos de entre 35 y 75 años, sedentarios y con uno o más FRCV clásicos: sobrepeso u obesidad, HTA, HLP, DM tipo 2 y/o tabaquismo. En la “población A” entre los criterios de inclusión obligados se encontraron el sedentarismo y la presencia de al menos un FRCV clásico. En la “población B” entre los criterios de inclusión obligados se encontraron el sedentarismo y el sobrepeso u obesidad, en presencia o no de otros FRCV. Los criterios de inclusión se muestran en la tabla 1.

El sedentarismo se definió como nivel de actividad física bajo o inactivo medido a través del cuestionario internacional de actividad física (encuesta IPAQ – anexo 1). El sobrepeso se definió como un IMC entre 25 y 29,9 kg/m² y la obesidad como un IMC igual y superior a 30 kg/m². La presencia del resto de FRCV se consideró confirmada ante la presencia de un diagnóstico médico previo en los antecedentes de la historia del paciente.

En ambas poblaciones se utilizaron los mismos factores de exclusión. En general, se excluyeron pacientes con: enfermedad cardiovascular establecida, enfermedad crónica que suponga un riesgo para la realización de ejercicio físico, neoplasia activa o proceso infeccioso o inflamatorio activo. Los factores de exclusión fueron comunes para los dos grupos (“población A” y “población B”) y se detallan en la tabla 2.

Mediante muestreo no probabilístico oportunista se evaluaron un total de 101 pacientes, de los cuales 70 cumplieron los criterios de inclusión sin presentar factores de exclusión y a los que denominamos pacientes elegibles. El reclutamiento de la “población A” precisó el cribado de 52 pacientes, de los cuales 38 fueron elegibles, 36 iniciaron la actividad y 29 la finalizaron. El reclutamiento de la “población B” precisó el cribado de 49 pacientes, de los cuales 32 fueron elegibles y comenzaron el programa de entrenamiento y 25 lo finalizaron.

Tabla 1. Criterios de inclusión “población A” y “población B”.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN – POBLACIÓN A Y B
Pacientes procedentes de los Centros de Salud de Barañáin (I o II)
Pacientes de ambos sexos con edades entre los 35 y los 75 años
Sedentarios o con actividades físicas de intensidad baja (encuesta IPAQ)
Con ≥ 1 FRCV: sobrepeso/obesidad, HTA, HLP, DM tipo 2, tabaquismo
Con sobrepeso u obesidad ($IMC \geq 25$ kg/m ²): obligado solo en “población B”
Aceptar la evaluación global de su estado de salud (estudio médico)
Aceptar someterse al programa de entrenamiento con ciclo indoor

DM: diabetes mellitus. FRCV: factores de riesgo cardiovascular. HLP: hiperlipidemia. HTA: hipertensión arterial. IMC: índice de masa corporal. IPAQ: cuestionario internacional de actividad física.

Tabla 2. Criterios de exclusión “población A” y “población B”.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN – POBLACIÓN A Y B
Enfermedad cardiovascular establecida: cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular, enfermedad arterial periférica
Cardiopatía estructural severa, arritmias cardíacas, insuficiencia cardíaca
Enfermedad pulmonar severa, insuficiencia respiratoria: SaO ₂ <90%)
Insuficiencia renal: TFG <60 ml/min/1,73 m ²
Enfermedad hepática o elevación de enzimas hepáticas
Anemia: Hb <12 g/dL
DM tipo 1 o DM tipo 2 insulino dependiente
Enfermedad ósea, articular o muscular limitante
Neoplasia activa o en remisión desde hace <1 año
Proceso inflamatorio o infeccioso activo o resuelto hace <1 mes
Contraindicación médica para practicar actividad física (previamente conocida o detectada en el examen médico realizado durante el estudio)
No aceptar la realización del examen médico completo
No aceptar las pautas del programa de ejercicio
Problemas de accesibilidad al programa de ejercicio (fecha, horario, lugar)

DM: diabetes mellitus. Hb: hemoglobina. TFG: tasa de filtrado glomerular.

3. Intervención: programa de ejercicio

SESIONES DE CICLO INDOOR

La intervención consistió en un plan de entrenamiento personalizado basado en sesiones grupales de ciclo indoor guiadas por un monitor especializado en el centro deportivo Feel&Bike® de Barañáin.

A cada participante se le realizó un examen médico dentro de las dos semanas previas al periodo de intervención. El examen médico incluyó: entrevista personal, exploración física, electrocardiograma, prueba de esfuerzo cardiopulmonar, analítica de sangre, análisis de la composición corporal y encuesta de calidad de vida. El plan de entrenamiento se elaboró de forma individualizada atendiendo al estado de salud global de cada sujeto y a los parámetros obtenidos en la prueba de esfuerzo.

El ciclo indoor es una actividad física colectiva con bicicleta estática al ritmo de la música. Utiliza cambios cíclicos en la intensidad y la velocidad del pedaleo, en la posición sobre la bicicleta (sentado o incorporado) y en los agarres o técnica de apoyo sobre el manillar para organizar el entrenamiento. El monitor dirige la clase y motiva al grupo mediante el uso de la música, la iluminación de la sala y los métodos de comunicación verbal y no verbal. Según el diseño de las clases permite trabajar tanto la capacidad aeróbica como anaeróbica.

Los grupos entrenados estuvieron formados por un máximo de 8-10 personas para garantizar el adecuado seguimiento de las clases por cada participante y un apropiado control de las mismas por el monitor. El entrenamiento se organizó en sesiones de 45 minutos de duración, con una frecuencia de 3 días a la semana, durante un periodo ininterrumpido de 12 semanas. Cada sesión se dividió en 3 secciones: calentamiento (6-10 minutos), entrenamiento (25-30 minutos) y recuperación (6-10 minutos).

La intervención se consideró completada en los pacientes que participaron en al menos el 70% de las sesiones de ciclo indoor.

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO

El programa de entrenamiento se organizó en 3 etapas de ejercicio o mesociclos, cada una de 4 semanas de duración. El plan se estructuró utilizando los valores de la FCM alcanzada en la prueba de esfuerzo y se tuvieron en cuenta los umbrales ventilatorios registrados.

En la etapa inicial se realizó MICT con ejercicio aeróbico continuo de intensidad leve-moderada (65-75% de la FCM), en torno al VT1. La etapa intermedia se basó en MICT con ejercicio aeróbico de intensidad moderada-vigorosa (75-85% de la FCM), en la ZEME dentro de la zona de entrenamiento (entre VT1 y VT2). En la etapa final se combinó MICT (65-85% de la FCM) y HIIT, adaptando esta combinación según la progresión individual.

Cada intervalo de alta intensidad consistió en un periodo de esfuerzo en el que se sobrepasó el 85%-90% de la FCM durante un breve periodo de tiempo (30 segundos - 2 minutos), seguido de su correspondiente periodo de recuperación completa en la que la FC disminuyó hasta el 60-70% de la FCM.

Las figuras 3, 4, y 5 muestran ejemplos de sesión en cada una de las etapas del entrenamiento. En el eje de las abscisas se representa el porcentaje de la FCM y en el eje de las ordenadas el progreso de la sesión en minutos.

Figura 3. Ejemplo de sesión: primera etapa de ejercicio.

Ejercicio MICT en torno a VT1 (65-75% de la FCM).

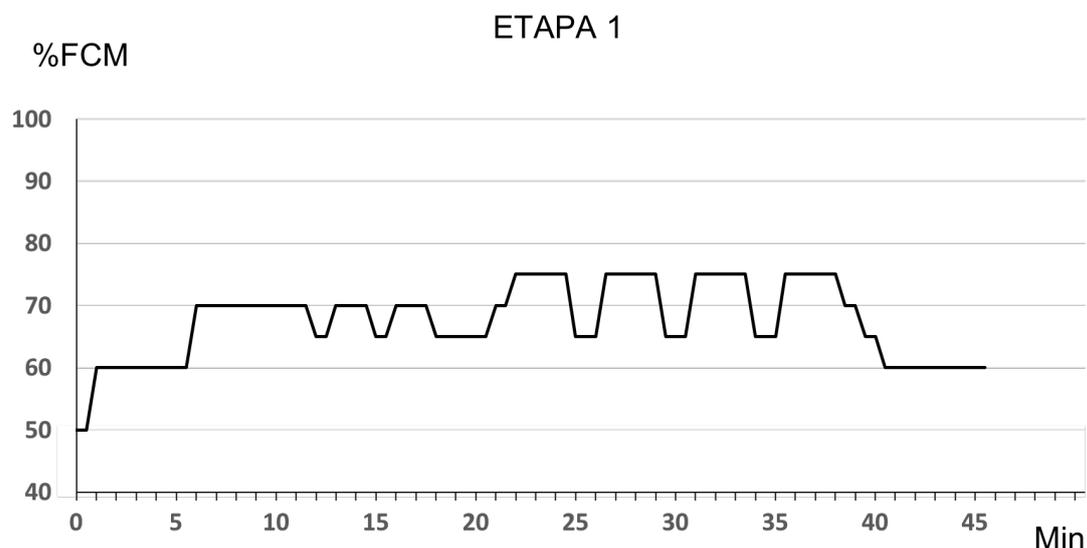


Figura 4. Ejemplo de sesión: segunda etapa de ejercicio.
Ejercicio MICT en la ZEME (75-85% de la FCM).

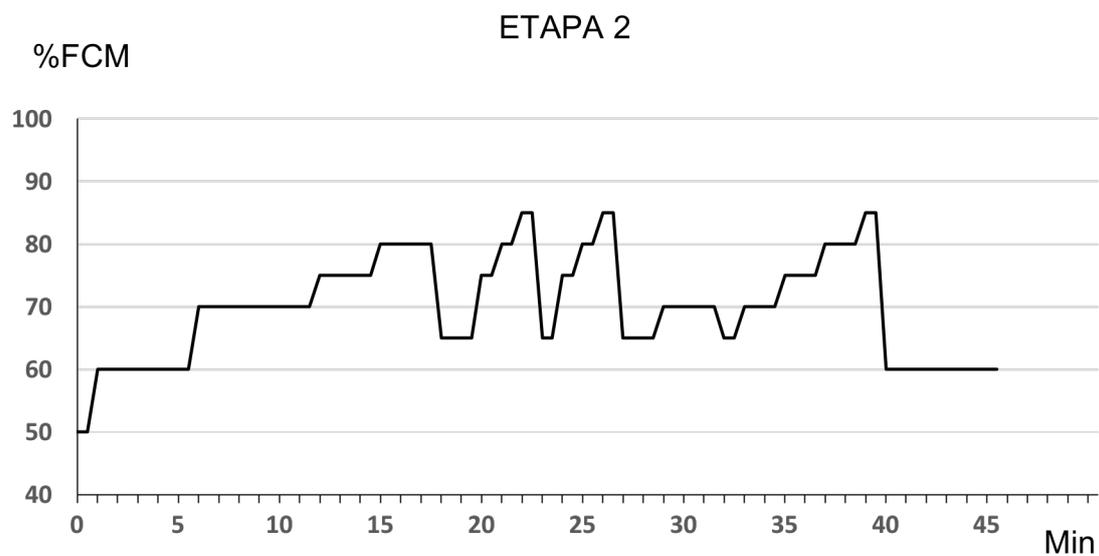
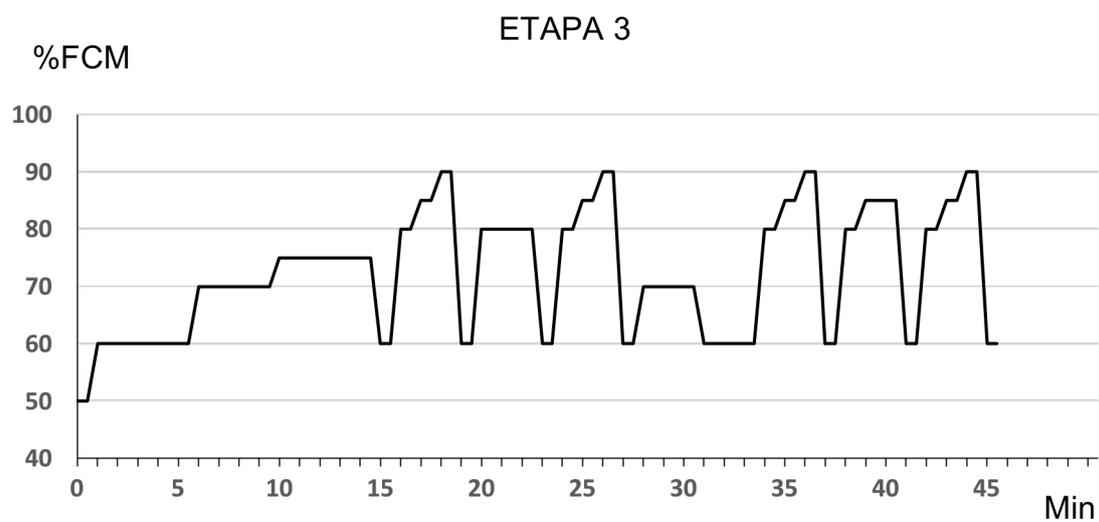


Figura 5. Ejemplo de sesión: tercera etapa de ejercicio.
Ejercicio combinado MICT (65-85% de la FCM) y HIIT.



CICLOERGÓMETRO

El cicloergómetro utilizado fue el modelo IC7 - Team ICG® de Life Fitness (figura 6). Este cicloergómetro combina un diseño ergonómico y un sistema de ajuste que permiten a cada usuario adaptarse adecuadamente a la bicicleta. Incluye un selector de resistencia y un potenciómetro de gran precisión (WattRate®) que favorecen el desarrollo apropiado del plan de entrenamiento.

Figura 6. Cicloergómetro IC7 - Team ICG® de Life Fitness.



El cicloergómetro integra una consola con una pantalla brillante con el sistema Coach By Color® (figura 7), que muestra la intensidad del entrenamiento con colores y que posibilita el control del ejercicio por el usuario y el monitor. Los colores son: blanco (<60% de la FCM o recuperación activa); azul (60-70% de la FCM o ejercicio aeróbico de baja intensidad); verde (70-80% de la FCM o ejercicio aeróbico moderado); amarillo (80-90% de la FCM o ejercicio en la zona del VT2 y consumo máximo de oxígeno); rojo (90-100% o ejercicio anaeróbico).

Figura 7. Consola con el sistema Coach By Color®.



Blanco (<60% de la FCM):

- Recuperación activa

Azul (60-70% de la FCM):

- Ejercicio de baja intensidad

Verde (70-80% de la FCM):

- Ejercicio aeróbico moderado

Amarillo (80-90% de la FCM):

- Ejercicio en la zona del VT2

Rojo (90-100% de la FCM):

- Ejercicio anaeróbico

OTRAS INTERVENCIONES

La intervención se basó en un programa de ejercicio físico aeróbico de forma aislada, sin implementar otras actuaciones asociadas. Durante el desarrollo del estudio no se incluyeron ejercicios específicos de fuerza, no se implementaron intervenciones dietéticas ni se introdujeron terapias cognitivo-conductuales. Asimismo, no se administraron tratamientos farmacológicos diferentes a los de uso habitual para cada individuo, que se mantuvieron sin ajuste de dosis.

4. Variables y técnicas de medida

CARACTERÍSTICAS BASALES

Las variables incluidas definen las características basales de la población estudiada y explican los resultados de las pruebas complementarias realizadas en las dos semanas previas al inicio de la intervención a todos los individuos incluidos y repetidas en las dos semanas posteriores a su finalización a los individuos que completaron la intervención.

Las características basales fueron: edad, sexo, FRCV (DM, HTA, HLP, tabaquismo), enfermedades previas, tratamiento médico activo y nivel de actividad física medido en equivalentes metabólicos (METS) calculados mediante la encuesta IPAQ.

La encuesta IPAQ (anexo 1) incluye preguntas sobre el tipo de actividad física realizada en la vida cotidiana (caminatas, actividad física moderada y actividad física vigorosa) y el tiempo destinado a cada actividad medido en minutos por semana. La carga total de ejercicio se calcula sumando el trabajo realizado en cada nivel de esfuerzo (figura 8): 3,3 METS x minutos semanales de caminata más 4 METS x minutos semanales de actividad moderada más 8 METS x minutos semanales de actividad vigorosa. Con este resultado se clasifica a cada individuo en nivel de actividad física en alto, moderado o bajo/inactivo.

Figura 8. Fórmula IPAQ.

Carga total de esfuerzo semanal (METS).

$$\begin{array}{r}
 3,3 \text{ METS} \times \text{min/sem (caminata)} \\
 + \\
 4 \text{ METS} \times \text{min/sem (moderado)} \\
 + \\
 8 \text{ METS} \times \text{min/sem (vigoroso)} \\
 = \\
 \text{METS totales semanales}
 \end{array}$$

CICLOERGOESPIROMETRÍA

Se realizó cicloergoespirometría con el sistema Ergostik X-Scribe Mortara (figura 9) acoplado al ergómetro de bicicleta Ergoselec 200P (figura 10), ambos de la casa Sanro Electromecidina, equipo médico ubicado en el centro Feel&Bike®.

Figura 9. Ergostik X-Scribe.



Figura 10. Ergoselec 200P.



Se determinaron *parámetros básicos*:

- Tiempo de ejercicio en minutos.
- W = carga de trabajo en vatios.
- TA = tensión arterial en mmHg, inicial y final.
- FC = frecuencia cardiaca en lpm, basal y máxima.
- RFC = recuperación de la FC en el primer minuto post-esfuerzo.
- Electrocardiograma basal, durante la prueba y la recuperación.

Se definieron *parámetros ventilatorios*:

- VO_2 = consumo de oxígeno en L/min y en ml/kg/min o cantidad de oxígeno que el organismo absorbe, transporta y consume por unidad de tiempo; aumenta progresivamente durante un esfuerzo incremental.
- VCO_2 = eliminación de dióxido de carbono en L/min y en ml/kg/min o cantidad de dióxido de carbono que el organismo produce y elimina por unidad de tiempo. Aumenta durante un esfuerzo incremental.
- RER = cociente respiratorio VCO_2/VO_2 o relación entre el volumen de dióxido de carbono eliminado y el volumen de oxígeno consumido; hace referencia al estado de fatiga de los procesos energéticos metabólicos; aumenta durante el esfuerzo y su valor es $\geq 1,1$ cuando se alcanza el esfuerzo máximo.
- PO_2 = pulso de oxígeno en ml/latido o volumen de oxígeno extraído en los tejidos por cada ciclo cardiaco; tiene una relación directa con el volumen latido.
- VT1 = primer umbral ventilatorio o umbral anaeróbico; zona de transición metabólica en el que predominando la vía aeróbica se inicia la activación de la vía anaeróbica comenzando la producción de ácido láctico (nivel en sangre: 2 mmol/L en VT1).
- VT2 = segundo umbral ventilatorio o punto de compensación respiratoria; zona de transición metabólica en la que se satura la vía aeróbica, se produce ácido láctico a un nivel que la respiración no puede eliminar eficazmente (nivel en sangre: 4 mmol/L en VT2 y 8 mmol/L en el esfuerzo máximo).
- VE = ventilación/minuto en L/min o volumen de aire espirado por minuto.
- RR = reserva respiratoria en porcentaje o relación entre la máxima ventilación voluntaria y la máxima ventilación en ejercicio durante un minuto; disminuye con el esfuerzo y en sujetos sanos no debe ser inferior al 20%.

- VE/VO_2 = equivalente ventilatorio de oxígeno o litros de aire que es preciso ventilar para proveer 1 litro de oxígeno al organismo; es una variable de eficiencia ventilatoria, disminuye al realizar ejercicio y comienza a aumentar al alcanzar VT1.
- VE/VCO_2 = equivalente ventilatorio de dióxido de carbono o litros de aire que es preciso ventilar para eliminar un litro de dióxido de carbono; es una variable de eficiencia ventilatoria, disminuye al realizar ejercicio y comienza a aumentar en VT2.
- $P_{et}O_2$ = presión parcial de oxígeno al final de la espiración en mmHg; es una variable de eficiencia ventilatoria, disminuye al realizar ejercicio y comienza a aumentar al alcanzar VT1.
- $P_{et}CO_2$ = presión parcial de dióxido de carbono al final de la espiración en mmHg; es una variable de eficiencia ventilatoria, aumenta al realizar ejercicio hasta alcanzar una fase de meseta y comienza a disminuir en VT2.

COMPOSICIÓN CORPORAL

La composición corporal se cuantificó con el sistema de bioimpedancia multifrecuencia InBody 770 de la casa Microcaya (figura 11), equipo ubicado en el centro Feel&Bike®. Este sistema está validado frente al estándar y patrón de oro DEXA y cuenta con el certificado de equipo médico. InBody 770 utiliza 6 frecuencias diferentes para realizar un análisis corporal segmental en cada uno de los 5 cilindros corporales (tronco, brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha y pierna izquierda), caracterizados por diferente impedancia y sección.

Las mediciones se realizaron indicando a los individuos participantes las siguientes normas: no realizar ejercicio físico intenso en las 24 horas previas, no consumir estimulantes (cafeína, teína...) las 12 horas previas, realizar un ayuno de al menos 3 horas, no tomar tratamiento diurético, proceder tras vaciar la vejiga, no realizar durante la menstruación o en mujeres embarazadas, realizar sin ropa y sin objetos metálicos.

Los parámetros medidos fueron:

- Peso (kg).
- Talla (cm).
- IMC = índice de masa corporal (kg/m^2).
- Agua corporal (L).
- Proteínas (kg).
- Minerales (kg).
- Masa libre de grasa (kg).
- Masa magra (kg).
- Masa musculoesquelética (kg).
- Masa grasa (kg),
- Porcentaje de grasa (%)
- AGV = área de grasa visceral (cm^2).

Figura 11. Bioimpedancia multifrecuencia InBody 770 – Microcaya.



ANALÍTICA DE SANGRE

Se determinaron *parámetros básicos* en analítica de sangre:

- Hemograma (hematocrito en porcentaje, hemoglobina en g/dL, leucocitos por μL , plaquetas por mL).
- Función renal (creatinina en mg/dL y tasa de filtrado glomerular en ml/min/1,73 m²).
- Ionograma (sodio, potasio y cloro en mEq/L).
- Coagulación (tiempo de protrombina y tiempo de tromboplastina parcial activado en segundos, fibrinógeno en mg/dL).
- Perfil hepático (bilirrubina en mg/dL; ALT o alaninoamino transferasa, AST o aspartato aminotransferasa y FA o fosfatasa alcalina, todas en U/L).
- Perfil tiroideo (TSH o tirotropina en mUI/L y T4L o tiroxina libre en nmol/L).

Entre los *parámetros metabólicos* se definieron:

- Perfil lipídico (colesterol total, LDL-colesterol, HDL-colesterol, triglicéridos y lipoproteína A, todos en mg/dL).
- Perfil glucémico (glucemia basal en mg/dL, HbA1c o glicohemoglobina en porcentaje, HOMA-IR = índice de resistencia a la insulina).
- Marcadores de inflamación (VSG o velocidad de sedimentación globular en mm/h y PCR o proteína C reactiva en mg/L).

CALIDAD DE VIDA

La calidad de vida se evaluó con la encuesta EQ-5D-5L desarrollada por el EuroQol Group y validada para España (anexo 2). Este cuestionario incluye la valoración cualitativa de 5 dimensiones: movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor y/o malestar y ansiedad y/o depresión. Cada dimensión se clasifica en 5 niveles según la limitación que experimenta subjetivamente cada sujeto: 1 o ninguna limitación, 2 o limitación ligera, 3 o limitación moderada, 4 o limitación severa y 5 o imposibilidad total.

La encuesta EQ-5D-5L permite tanto la evaluación de cada dimensión por separado como el cálculo del índice salud o EQ índice que integra las 5 dimensiones. Los valores del EQ índice están comprendidos entre el 0 y el 1, siendo 1 el mejor estado de salud y 0 el peor estado de salud posible. Además, establece una puntuación de calidad de vida mediante una escala visual analógica o EQ EVA con valores comprendidos entre 0 y 100, siendo 100 el mejor estado de salud y 0 el peor estado de salud posible.

5. Análisis estadístico

Se registraron los datos en una base de datos tipo Access. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SPSS versión 20.0 (IBM SPSS Statistics).

Las características demográficas y clínicas de los pacientes se describieron mediante media y desviación estándar o típica (DE) o mediana y rango intercuartil (RIQ) en el caso de variables continuas, según siguieran o no una distribución normal; y con frecuencia y porcentaje en el caso de variables categóricas.

El estudio de la distribución de una variable en la muestra, es decir, el estudio de tablas de contingencia, se realizó mediante la prueba Chi-cuadrado, sustituyéndose por la prueba exacta de Fisher en caso de tamaño muestral pequeño.

Las diferencias pre-post de variables continuas se analizaron con la prueba t de Student para muestras independientes o relacionadas (según correspondiera) en muestras que siguieron una distribución normal o con el test de Wilcoxon en muestras relacionadas que no siguieron una distribución normal. Se estudió la normalidad de las distribuciones mediante el test de Kolmogorov-Smirnov.

La comparación pre-post de variables dicotómicas se realizó mediante el test de McNemar.

Se consideró diferencia significativa un valor de $p < 0,05$.

Se utilizó un modelo de regresión múltiple para estudiar la relación entre una variable respuesta y un conjunto de variables explicativas.

El tamaño muestral calculado para detectar los cambios esperados en las variables resultado principales del estudio, teniendo en cuenta un error alfa de 0,05, un error beta de 0,20, una desviación de la muestra de 5 y una correlación pre-post de 0,9, fue de 20 individuos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El análisis estadístico se realizó bajo el asesoramiento de la Unidad de Metodología de Navarrabiomed, centro de investigación biomédica de Navarra.

6. Aspectos éticos y legales

El proyecto del estudio obtuvo el informe favorable del Comité Ético de Investigación Clínica de Navarra (código Pyto2016/14 – anexo 3). El estudio fue autorizado por Gerencia de Atención Primaria del Sistema Navarro de Salud, de la cual dependen los Centros de Salud de Barañáin I y II; así como por Gerencia del Complejo Hospitalario de Navarra, de la cual depende el Servicio de Cardiología del Área del Corazón de Navarra. Se estableció un contrato con la Fundación Miguel Servet – Navarrabiomed, entidad que gestiona la investigación biomédica en Navarra.

Durante el desarrollo del estudio se respetaron estrictamente la normas vigentes relacionadas con investigación médica: Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica; Directiva 2001/20/EC de Buena Práctica Clínica; Orden Foral 125/2009, de 29 de septiembre, por la que se establecen los procesos y criterios de actuación a seguir en materia de realización de proyectos de investigación clínica en los centros dependientes del Departamento de Salud y sus organismos autónomos.

Asimismo, se respetaron la Declaración de Helsinki, el Convenio de Oviedo sobre los derechos humanos y biomedicina y las Normas de Buena Práctica Clínica (BPC) de la Conferencia Internacional de Armonización (ICH).

La información de la población estudiada se incluyó y gestionó según las normas de confidencialidad aplicables: ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal; ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales; Reglamento (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de datos de carácter personal.

A los pacientes candidatos a participar en el estudio se les proporcionó información verbal y escrita sobre el proyecto del estudio. A cada sujeto se le entregó una hoja de información al paciente y un consentimiento informado (anexo 4). Los pacientes fueron incluidos en el estudio tras consentimiento firmado libre y voluntario.

RESULTADOS

1. Población del estudio

Se evaluaron un total de 101 pacientes (“población total”) que acudieron de forma consecutiva a consulta médica o de enfermería de los Centros de Salud de Barañáin I y II.

El cribado de pacientes se llevó a cabo durante dos periodos de tiempo diferenciados: 52 individuos fueron evaluados entre enero y marzo de 2017 (“población A”) y 49 individuos fueron evaluados entre octubre y diciembre de 2017 (“población B”).

La intervención o plan de entrenamiento se desarrolló durante 12 semanas, entre abril y junio de 2017 para la “población A” y entre enero y marzo de 2018 para la “población B”.

El cronograma del estudio se representa gráficamente en la figura 12.

Figura 12. Cronograma del estudio.



Estudio realizado ente enero de 2017 y marzo de 2018. La población total la conforman dos muestras de pacientes (población A y población B) con diferentes periodos de inclusión y de intervención.

El esquema del estudio se muestra en la figura 13 y se describe pormenorizadamente a continuación.

Figura 13. Esquema del estudio.



La población total del estudio (N = 101) la integran la población A (N = 52) y la población B (N = 49). Se incluyeron 70 pacientes, 68 iniciaron la actividad y 54 la finalizaron (79,5% de adherencia). Ambas subpoblaciones (A y B) fueron sometidas a la misma intervención durante periodos de tiempo diferentes.

De los 52 individuos que conforman la “población A” se incluyeron 38 pacientes (73,1%) y se excluyeron 14 (27,9%), 11 por no cumplir los criterios de inclusión y 3 por rechazar voluntariamente su participación. De los 38 pacientes incluidos en el estudio, 2 declinaron el inicio de la actividad. De los 36 pacientes que participaron en la actividad (69,2%), 29 sujetos completaron el programa de ejercicio finalizando al menos el 70% de las sesiones (80,6% de adherencia).

Los 7 sujetos que no finalizaron la intervención (19,4%) interrumpieron prematuramente el entrenamiento por: dificultad en el acceso (2 casos), cargas familiares (2 casos), cargas laborales (1 caso), enfermedad intercurrente (1 caso) o desadaptación o desmotivación (1 caso). No se registraron abandonos por efectos adversos del entrenamiento.

De los 49 individuos que conforman la “población B” se incluyeron 32 pacientes (65,3%) y se excluyeron 17 (34,7%), 12 por no cumplir los criterios de inclusión y 5 por rechazar voluntariamente su participación. Los 32 pacientes incluidos en el estudio iniciaron finalmente el programa de ejercicio físico. De los 32 pacientes incluidos en el estudio, 25 sujetos completaron el programa de ejercicio finalizando al menos el 70% de las sesiones (78,1% de adherencia).

Los 7 sujetos que no finalizaron la intervención (21,9%) interrumpieron prematuramente el entrenamiento: 3 aduciendo problemas de acceso, 2 por cargas laborales y 2 por desadaptación o desmotivación. Ningún participante presentó efectos adversos del entrenamiento.

Las características basales de la “población total” del estudio, de la “población A” y de la “población B” se detallan en las tablas 3, 4 y 5, respectivamente. Destaca la elevada prevalencia de FRCV, de ansiedad y/o depresión y de problemas del aparato locomotor.

Como se detalla en la tabla 3 en la “población total” en el grupo de pacientes que abandonaron la actividad prematuramente hubo mayor porcentaje de pacientes fumadores (62,5% vs 22,2%) y con HTA (68,8% vs 35,2%), con diferencias significativas ($p < 0,05$). En el grupo de pacientes que finalizaron la actividad hubo mayor porcentaje de pacientes con DM (12,9% vs 0%) y con ansiedad y/o depresión (44,4% vs 31,3% vs), sin diferencias significativas ($p > 0,05$). No se detectaron diferencias en cuanto a las demás características basales: edad, sexo, sobrepeso u obesidad, HLP y problemas del aparato locomotor.

En los subgrupos “población A” y “población B” la potencia fue insuficiente para mostrar diferencias entre las características basales (tablas 4 y 5).

Tabla 3. Características de la población total del estudio.

N = 70. ¹t de Student. ²Chi-cuadrado. ³Fisher.

	Total (N=70)	Finalizan (N=54)	Abandonan (N=16)	
Variable	N (%) o media (DE)	N (%) o media (DE)	N (%) o media (DE)	p-valor
Edad	55,0 (9,5)	55,3 (8,9)	54,7 (9,7)	0,673 ¹
Sexo femenino	42 (60,0%)	33 (61,1%)	9 (56,3%)	0,727 ²
Sobrepeso/Obesidad	66 (94,3%)	50 (92,6%)	16 (100%)	0,699 ³
Hiperlipidemia	60 (85,7%)	46 (85,2%)	14 (87,5%)	1,0 ³
Hipertensión	30 (42,9%)	19 (35,2%)	11 (68,8%)	0,017²
Diabetes tipo 2	7 (10,0%)	7 (12,9%)	0 (0%)	0,296 ³
Tabaquismo activo	22 (31,4%)	12 (22,2%)	10 (62,5%)	0,002²
Ansiedad/Depresión	29 (41,4%)	24 (44,4%)	5 (31,3%)	0,347 ²
Problema locomotor	43 (61,4%)	34 (63,0%)	9 (56,3%)	0,628 ²

La tabla 3 muestra las características basales de la población total. En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas. En el grupo de pacientes que abandonaron la actividad precozmente el porcentaje de pacientes fumadores y con hipertensión arterial fue significativamente mayor que en el grupo que abandonó la actividad.

Tabla 4. Características de la “población A” del estudio.

N = 38. ¹t de Student. ²Chi-cuadrado. ³Fisher.

	Total (N=38)	Finalizan (N=29)	Abandonan (N=9)	
Variable	N (%) o media (DE)	N (%) o media (DE)	N (%) o media (DE)	p-valor
Edad	54,7 (9,0)	54,8 (8,7)	54,6 (9,7)	0,436 ¹
Sexo femenino	23 (60,5%)	18 (62,1%)	5 (55,6%)	1,0 ³
Sobrepeso/Obesidad	34 (89,5%)	25 (86,2%)	9 (100%)	0,644 ³
Hiperlipidemia	33 (86,8%)	25 (86,2%)	8 (88,9%)	1,0 ³
Hipertensión	16 (42,1%)	10 (34,5%)	6 (66,7%)	0,187 ³
Diabetes tipo 2	4 (10,5%)	4 (13,8%)	0 (0%)	0,240 ³
Tabaquismo activo	11 (28,9%)	6 (20,7%)	5 (55,6%)	0,112 ³
Ansiedad/Depresión	15 (39,5%)	13 (44,8%)	2 (22,2%)	0,416 ³
Problema locomotor	22 (57,9%)	17 (58,6%)	5 (55,6%)	1,0 ³

La tabla 4 muestra las características basales de la “población A”. No se demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los que finalizaron y los que abandonaron el plan de entrenamiento.

Tabla 5. Características de la “población B” del estudio.

N = 32. ¹t de Student. ²X² o test de Fisher.

	Total (N=32)	Finalizan (N=25)	Abandonan (N=7)	
Variable	N (%) o media (DE)	N (%) o media (DE)	N (%) o media (DE)	p-valor
Edad	55,4 (9,7)	55,8 (9,2)	54,9 (9,5)	0,121 ¹
Sexo femenino	19 (59,4%)	15 (60,1%)	4 (57,1%)	1,0 ³
Sobrepeso/Obesidad	32 (100%)	25 (100%)	7 (100%)	-
Hiperlipidemia	27 (84,4%)	21 (84,0%)	6 (85,7%)	1,0 ³
Hipertensión	14 (43,8%)	9 (36,0%)	5 (71,4%)	0,216 ³
Diabetes tipo 2	3 (9,4%)	3 (12,0%)	0 (0%)	0,927 ³
Tabaquismo activo	11 (34,4%)	6 (24,0%)	5 (71,4%)	0,063 ³
Ansiedad/Depresión	14 (43,7%)	11 (44,0%)	3 (42,9%)	1,0 ³
Problema locomotor	21 (65,6%)	17 (68,0%)	4 (57,1%)	0,911 ³

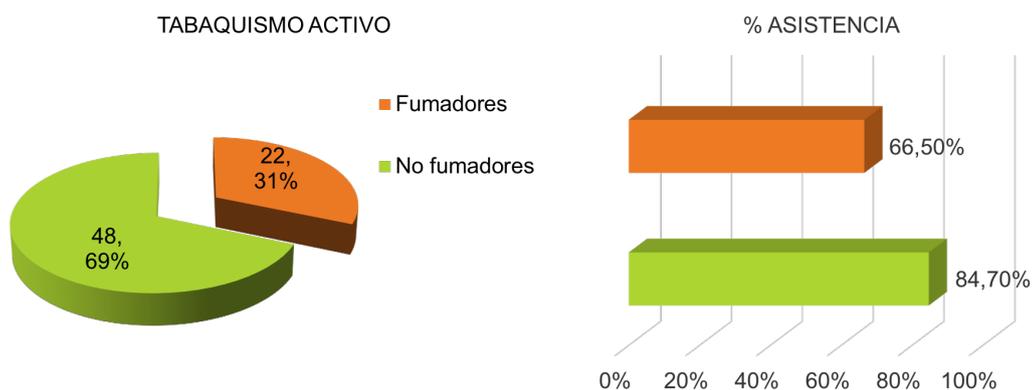
La tabla 5 muestra las características basales de la “población B”. No se demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los que finalizaron y los que abandonaron el plan de entrenamiento.

Como se ha descrito previamente, se observó un mayor porcentaje de pacientes fumadores y con HTA en el grupo de individuos que abandona la actividad prematuramente que en el grupo de individuos que la finaliza. Con el fin de evaluar si estas características fueron factores asociados de forma independiente a la adherencia al plan de entrenamiento se utilizó un modelo de regresión múltiple. Este modelo analizó la relación entre cada una de las características basales y el porcentaje de asistencia a clase.

El análisis de regresión múltiple confirmó una asociación inversa entre el porcentaje de asistencia a las sesiones y el tabaquismo activo (figura 14). El porcentaje de asistencia fue del 84,7% (DE: 17,6) en no fumadores (N = 48) y del 66,5% (DE: 19,3) en fumadores (N = 22), con una diferencia de medias (B) de 18,2 puntos porcentuales (IC 95%: 0,8, 31,1), estadísticamente significativa ($p = 0,012$), y una $R^2 = 0,248$.

Figura 14. Tabaquismo y asistencia a clase.

N = 70.



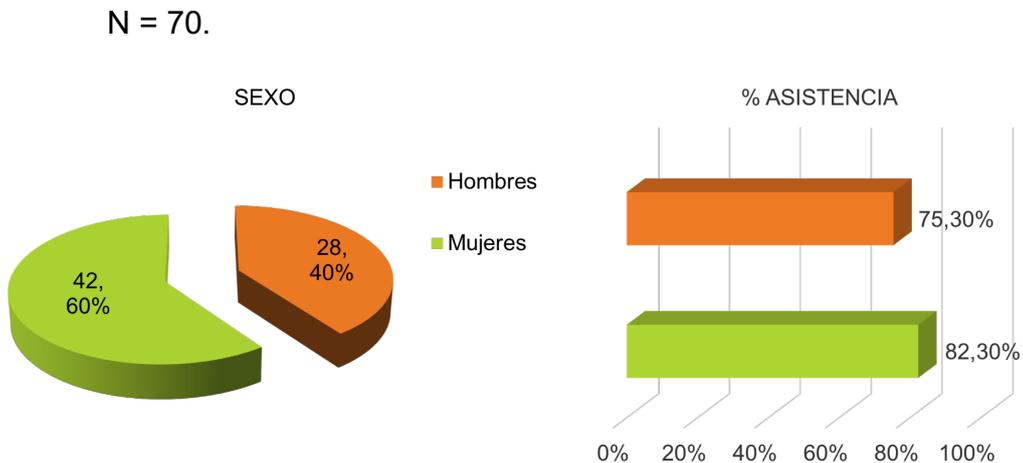
Regresión lineal univariable. El porcentaje medio de asistencia a clase de los fumadores fue del 66,5% (DE: 19,3) y el de los no fumadores del 84,7% (DE: 17,6). Diferencia de medias (B) = 18,2, $p = 0,012$, $R^2 = 0,248$.

Sin embargo, la asistencia a las sesiones fue independiente del resto de características basales: edad, sexo, sobrepeso/obesidad, HLP, HTA, DM tipo 2, ansiedad/depresión, problema locomotor.

En el caso de la HTA el porcentaje de asistencia fue del 83,3% (DE: 15,8) en pacientes sin HTA (N = 40) y del 74,3% (DE: 17,2) en pacientes con HTA (N = 30), con una diferencia de medias (B) de 9,0 puntos porcentuales (IC 95%: -8,2, 26,2), que no fue estadísticamente significativa ($p = 0,219$), y una $R^2 = 0,050$.

En el caso del sexo (figura 15), el porcentaje de asistencia fue del 75,3% (DE: 20,4) hombres (N = 28) y del 82,3% (DE: 18,6) en mujeres (N = 42), con una diferencia de medias (B) de 7,0 puntos porcentuales (IC 95%: -9,0, 22,9), que no fue estadísticamente significativa ($p = 0,381$), y una $R^2 = 0,026$.

Figura 15. Sexo y asistencia a clase.



Regresión lineal univariable. El porcentaje medio de asistencia a clase de los hombres fue del 75,3% (DE: 20,4) y el de las mujeres del 82,3% (DE: 18,6). Diferencia de medias (B) = 7,0, $p = 0,381$, $R^2 = 0,026$.

2. Composición corporal

En los participantes que completaron el programa de ejercicio físico (N = 54) se observaron cambios en la composición corporal tanto en la población total (tabla 6), como en cada uno de los subgrupos: “población A” (tabla 7) y “población B” (tabla 8).

En los individuos de la población total del estudio que completaron el plan de entrenamiento (N = 54) se observaron cambios significativos ($p < 0,001$), con una disminución media del peso corporal de 2,9 kg y del IMC de 1,1 puntos y una reducción de la masa grasa de 2,7 kg, de la proporción de grasa de 1,9% y del AGV de 12,6 cm², sin cambios en la cantidad media de masa libre de grasa, masa magra ni de agua corporal total.

En el análisis de subgrupos se obtuvieron resultados similares. En la “población A” se observó una disminución media del peso corporal de 2,2 kg y del IMC de 0,8 puntos y una reducción de la masa grasa de 2,0 kg, de la proporción de grasa de 1,5% y del AGV de 9,9 cm².

En la “población B” se observó una disminución media del peso corporal de 3,8 kg y del IMC de 1,4 puntos, una reducción de la masa grasa de 3,6 kg y de la proporción de grasa de 2,5% y un descenso del AGV de 16,8 cm². En ambos subgrupos sin cambios en la cantidad media de masa libre de grasa, masa magra ni de agua corporal total.

Tabla 6. Composición corporal de la población total.

N = 54. ¹t de Student.

Variable	PRE Media (DE)	POST Media (DE)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor ¹
Peso (kg)	84,7 (13,8)	81,8 (13,1)	-2,9 (-3,8, -2,0)	<0,001
Talla (cm)	164,9 (1,9)	164,9 (1,9)	0,0 (0,0, 0,0)	-
IMC (kg/m ²)	31,4 (4,5)	30,3 (4,1)	-1,1 (-1,4,-0,8)	<0,001
ACT (L)	38,1 (7,6)	38,0 (7,5)	-0,1 (-0,5, 0,3)	0,575
AEC (L)	14,5 (2,6)	14,4 (2,7)	0,009 (-0,120, 0,120)	0,922
AEC/ACT	0,381 (0,008)	0,382 (0,006)	0,001 (-0,001, 0,003)	0,328
M-LG (kg)	51,4 (10,2)	51,1 (10,1)	-0,3 (-0,8, 0,2)	0,477
M-Magra (kg)	48,5 (9,2)	48,4 (9,1)	-0,1 (-0,7, 0,5)	0,586
M-ME (kg)	28,8 (6,2)	28,6 (6,0)	-0,2 (-0,5, 0,1)	0,159
M-Grasa (kg)	33,3 (9,8)	30,6 (9,5)	-2,7 (-3,6, -1,8)	<0,001
%Grasa (%)	39,3 (8,8)	37,4 (9,0)	-1,9 (-2,8, -1,0)	<0,001
AGV (cm ²)	163,6 (49,8)	151,0 (47,5)	-12,6 (-16,5, -8,7)	<0,001

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

ACT: agua corporal total. AEC: agua extracelular. AGV: área de grasa visceral. IMC: índice de masa corporal. M-Grasa: masa grasa. M-LG: masa libre de grasa. M-Magra: masa magra. M-ME: masa musculoesquelética.

Tabla 7. Composición corporal de la “población A”.

N = 29. ¹t de Student.

Variable	PRE Media (DE)	POST Media (DE)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor ¹
Peso (kg)	82,9 (14,0)	80,7 (13,4)	-2,2 (-3,0, -1,4)	<0,001
Talla (cm)	164,7 (1,8)	164,7 (1,8)	0,0 (0,0, 0,0)	-
IMC (kg/m ²)	30,6 (4,7)	29,8 (4,4)	-0,8 (-1,1,-0,5)	<0,001
ACT (L)	37,2 (7,6)	37,1 (7,4)	-0,2 (-0,6, 0,3)	0,477
AEC (L)	14,1 (2,8)	14,2 (2,7)	0,007 (-0,200, 0,200)	0,943
AEC/ACT	0,381 (0,009)	0,382 (0,006)	0,002 (-0,001, 0,005)	0,179
M-LG (kg)	50,8 (10,4)	50,5 (10,3)	-0,3 (-0,9, 0,3)	0,297
M-Magra (kg)	47,8 (9,8)	47,6 (9,6)	-0,2 (-0,8, 0,3)	0,408
M-ME (kg)	28,1 (6,3)	27,9 (6,2)	-0,2 (-0,5, 0,2)	0,325
M-Grasa (kg)	32,1 (10,3)	30,1 (9,6)	-2,0 (-2,7, -1,2)	<0,001
%Grasa (%)	38,2 (9,3)	36,7 (9,4)	-1,5 (-2,4, -0,6)	0,002
AGV (cm ²)	157,6 (56,3)	147,8 (54,3)	-9,9 (-13,2, -6,5)	<0,001

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

ACT: agua corporal total. AEC: agua extracelular. AGV: área de grasa visceral. IMC: índice de masa corporal. M-Grasa: masa grasa. M-LG: masa libre de grasa. M-Magra: masa magra. M-ME: masa musculoesquelética.

Tabla 8. Composición corporal de la “población B”.

N = 25. ¹t de Student.

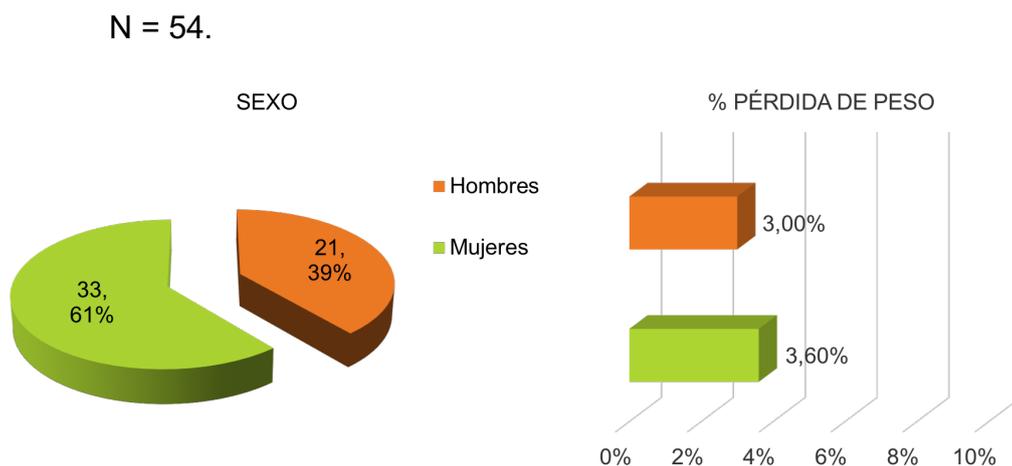
Variable	PRE Media (DE)	POST Media (DE)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor ¹
Peso (kg)	86,8 (13,1)	83,0 (12,4)	-3,8 (-4,8, -2,8)	<0,001
Talla (cm)	165,1 (2,1)	165,1 (2,1)	0,0 (0,0, 0,0)	-
IMC (kg/m ²)	32,1 (4,2)	30,7 (3,9)	-1,4 (-2,0,-0,9)	<0,001
ACT (L)	39,1 (7,7)	39,0 (7,6)	-0,1 (-0,5, 0,3)	0,663
AEC (L)	14,9 (2,5)	14,9 (2,6)	0,010 (-0,100, 0,100)	0,912
AEC/ACT	0,381 (0,008)	0,382 (0,006)	0,001 (-0,001, 0,003)	0,434
M-LG (kg)	52,1 (9,9)	51,9 (10,1)	-0,2 (-0,7, 0,3)	0,378
M-Magra (kg)	49,4 (8,8)	49,3 (8,7)	-0,1 (-0,6, 0,4)	0,522
M-ME (kg)	29,6 (6,1)	29,4 (5,9)	-0,2 (-0,6, 0,2)	0,265
M-Grasa (kg)	34,7 (9,2)	31,1 (9,3)	-3,6 (-2,7, -1,2)	<0,001
%Grasa (%)	40,0 (8,3)	37,5 (8,7)	-2,5 (-3,4, -1,8)	<0,001
AGV (cm ²)	171,5 (40,2)	154,7 (38,4)	-16,8 (-21,9, 11,7)	<0,001

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

ACT: agua corporal total. AEC: agua extracelular. AGV: área de grasa visceral. IMC: índice de masa corporal. M-Grasa: masa grasa. M-LG: masa libre de grasa. M-Magra: masa magra. M-ME: masa musculoesquelética.

En los pacientes que completaron el programa de ejercicio (N = 54), la reducción absoluta del porcentaje de peso no presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos (figura 16). El porcentaje de peso se redujo un 3,4% en la población total, un 3,0% (DE: 1,9) en hombres (N = 21) y un 3,6% (DE: 1,6) en mujeres (N = 33), con una diferencia de medias de 0,6 puntos porcentuales (IC 95%: -0,3, 1,1), sin diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,283$).

Figura 16. Sexo y reducción absoluta de peso.



t de Student. El porcentaje medio de reducción de peso en hombres fue del 3,0% (DE: 1,9) y el de las mujeres del 3,6% (DE: 1,6). Diferencias de medias (B) = 0,6, $p = 0,283$.

RESULTADOS

3. Perfil metabólico

En los sujetos que completaron la intervención se objetivaron cambios en el perfil metabólico, determinado mediante analítica de sangre. Los resultados de la analítica antes y después del entrenamiento se muestran en las tablas 9, 10 y 11 para los sujetos de la población total (N = 54), la “población A” (N = 29) y la “población B” (N = 25), respectivamente.

No se observaron cambios significativos en el perfil lipídico en la población total del estudio entrenada ni en los dos subgrupos (“población A” y “población B”). Se objetivó una tendencia hacia la reducción del colesterol total con cifra media antes de la intervención (PRE) de 219,7 mg/dL y tras la intervención (POST) de 211,1 mg/dL, así como una tendencia hacia la reducción del LDL-colesterol (PRE: 142,6 mg/dL, POST: 138,3 mg/dL), sin significación estadística. El HDL-colesterol y la lipoproteína A no se modificaron tras completar el entrenamiento.

El perfil glucémico mejoró en la población total con una disminución significativa de la glucemia basal (PRE: 99,9 mg/dL, POST: 90,5 mg/dL), de la HbA1c (PRE: 5,7%, POST: 5,5%) y del HOMA-IR (PRE: 2,54, POST: 1,65). En ambos subgrupos, se observaron resultados similares.

Los parámetros de inflamación disminuyeron, detectándose un descenso significativo en la PCR (PRE: 3,27 mg/L, POST: 2,00 mg/L) y un descenso sin significación estadística en la VSG (PRE: 6,1 mm/h, POST: 5,0 mm/h). Los mismos resultados se objetivaron en los dos subgrupos estudiados.

Tabla 9. Analítica de sangre de la población total.

N = 54. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor
Colesterol (mg/dL)	219,7 (48,0)	211,1 (40,0)	-8,6 (-17,3, 0,1)	0,054 ¹
LDL-Col (mg/dL)	142,6 (39,1)	138,3 (34,3)	-4,3 (-9,3, 0,7)	0,124 ¹
HDL-Col (mg/dL)	53,2 (11,2)	53,0 (11,3)	-0,2 (-2,1, 1,7)	0,623 ¹
Triglicéridos (mg/dL)	109,1 (38,6)	110,2 (44,2)	1,1 (-16,4, 18,6)	0,902 ¹
Lipo A (mg/dL)	16,2 (23,6)	15,8 (25,1)		0,731 ²
Glucosa (mg/dL)	99,9 (27,3)	90,5 (24,3)		<0,001²
HbA1c (%)	5,7 (0,5)	5,5 (0,5)		0,005²
HOMA-IR	2,54 (1,96)	1,65 (0,82)		<0,001²
VSG (mm/h)	6,1 (7,6)	5,0 (9,6)		0,446 ²
PCR (mg/L)	3,27 (5,82)	2,00 (2,10)		<0,001²

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

HbA1c: glicohemoglobina. HDL-Col: lipoproteínas de alta densidad.

HOMA-IR: índice de resistencia a la insulina. LDL-Col: lipoproteínas de baja densidad. Lipo A: lipoproteína A. PCR: proteína C reactiva. VSG: velocidad de sedimentación globular.

Tabla 10. Analítica de sangre de la "población A".

N = 29. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor
Colesterol (mg/dL)	218,5 (47,0)	210,8 (39,3)	-7,6 (-16,3, 1,0)	0,080 ¹
LDL-Col (mg/dL)	140,3 (39,9)	136,6 (32,3)	-3,6 (-10,6, 3,3)	0,293 ¹
HDL-Col (mg/dL)	53,7 (11,9)	52,9 (11,7)	-0,8 (-3,0, 1,5)	0,498 ¹
Triglicéridos (mg/dL)	106,4 (38,6)	108,9 (57,2)	2,4 (-18,3, 23,2)	0,812 ¹
Lipo A (mg/dL)	16,6 (22,1)	15,9 (26,1)		0,968 ²
Glucosa (mg/dL)	99,0 (26,0)	91,0 (22,8)		0,007²
HbA1c (%)	5,7 (0,5)	5,5 (0,5)		0,022²
HOMA-IR	2,45 (2,05)	1,70 (0,88)		0,002²
VSG (mm/h)	6,0 (8,0)	5,0 (10,0)		0,727 ²
PCR (mg/L)	2,95 (5,17)	2,00 (2,25)		0,004²

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

HbA1c: glicohemoglobina. HDL-Col: lipoproteínas de alta densidad.

HOMA-IR: índice de resistencia a la insulina. LDL-Col: lipoproteínas de baja densidad. Lipo A: lipoproteína A. PCR: proteína C reactiva. VSG: velocidad de sedimentación globular.

Tabla 11. Analítica de sangre de la "población B".

N = 25. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor
Colesterol (mg/dL)	220,6 (49,5)	211,5 (43,0)	-9,1 (-18,3, 0,1)	0,060 ¹
LDL-Col (mg/dL)	145,3 (38,6)	140,3 (35,3)	-5,0 (-10,8, 0,8)	0,080 ¹
HDL-Col (mg/dL)	52,8 (10,8)	53,2 (10,9)	0,4 (-2,0, 1,2)	0,372 ¹
Triglicéridos (mg/dL)	112,2 (38,8)	111,7 (37,9)	-0,5 (-11,8, 10,8)	0,724 ¹
Lipo A (mg/dL)	15,8 (24,3)	15,6 (25,1)		0,883 ²
Glucosa (mg/dL)	101,0 (28,2)	90,0 (26,8)		0,005²
HbA1c (%)	5,8 (0,5)	5,5 (0,5)		0,009²
HOMA-IR	2,65 (1,85)	1,60 (0,80)		0,001²
VSG (mm/h)	6,2 (6,0)	5,0 (8,0)		0,635 ²
PCR (mg/L)	3,65 (6,15)	2,05 (2,00)		0,002²

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

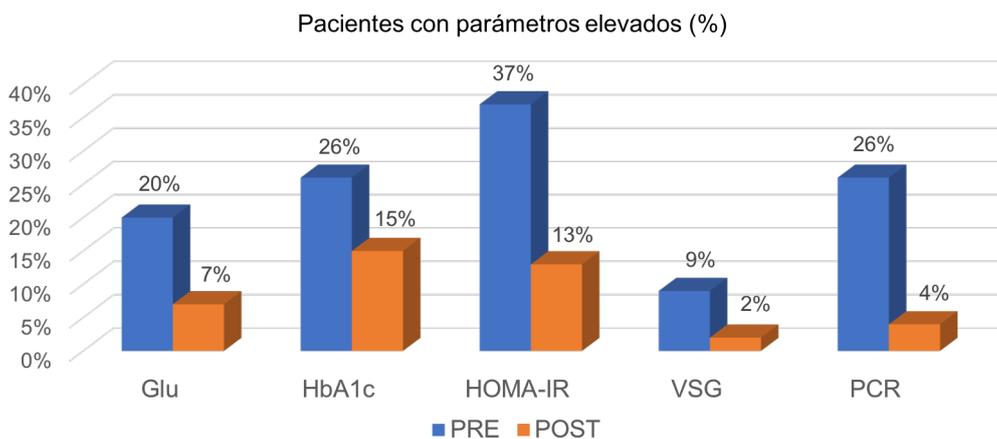
HbA1c: glicohemoglobina. HDL-Col: lipoproteínas de alta densidad.

HOMA-IR: índice de resistencia a la insulina. LDL-Col: lipoproteínas de baja densidad. Lipo A: lipoproteína A. PCR: proteína C reactiva. VSG: velocidad de sedimentación globular.

La proporción de pacientes con elevación de los parámetros del perfil glucémico y con elevación de los parámetros de inflamación disminuyó después de la intervención. El cambio observado alcanzó significación estadística en la mayoría de los parámetros. Esta comparativa PRE-POST se muestra en la figura 17.

Se detectó una glucemia basal elevada (>120 mg/dL) en 11 pacientes PRE y en 4 pacientes POST, una HbA1c elevada (>5,9%) en 14 pacientes PRE y en 8 pacientes POST y un HOMA-IR elevado (>3,2) en 20 pacientes PRE y en 7 pacientes POST. Asimismo, se detectó una VSG elevada (>20 mm/h) en 5 pacientes PRE y en 1 paciente POST y una PCR elevada (>5 mg/L) en 14 pacientes PRE y en 2 POST. La diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en todos los parámetros excepto en HbA1c.

Figura 17. Parámetros del perfil glucémico y parámetros de inflamación.



La figura 17 muestra una disminución de pacientes con parámetros alterados en el perfil glucémico e inflamatorio tras completar el plan de entrenamiento. Se analizaron las diferencias PRE-POST mediante el test de McNemar. Fue estadísticamente significativa la reducción de la proporción de pacientes con: Glu elevada ($p = 0,038$), HOMA-IR elevada ($p = 0,032$), VSG elevada ($p = 0,044$) y PCR elevada ($p = 0,023$). No alcanzó significación estadística la reducción de pacientes con HbA1c elevada ($p = 0,326$).

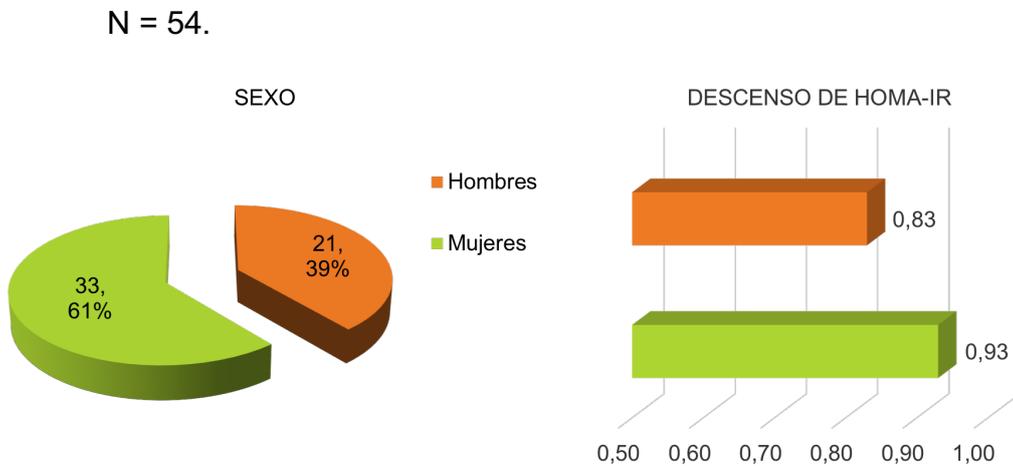
Glu: glucemia basal. HbA1c: glicohemoglobina. HOMA-IR: índice de resistencia a la insulina. PCR: proteína C reactiva. VSG: velocidad de sedimentación globular.

Los cambios observados no mostraron diferencias entre sexos, como se muestra en la figura 18 (HOMA-IR) y en la figura 19 (PCR).

El descenso medio de HOMA-IR en hombres fue de 0,83 puntos (DE: 0,06) y el de mujeres de 0,93 puntos (DE: 0,07), con una diferencia de medias (B) de 0,10 puntos, estadísticamente no significativa ($p = 0,298$).

El descenso medio de PCR en hombres fue de 1,36 mg/L (DE: 0,29) y el de mujeres de 1,21 puntos (DE: 0,24), con una diferencia de medias (B) de 0,15 puntos, estadísticamente no significativa ($p = 0,832$).

Figura 18. Sexo y descenso de HOMA-IR.

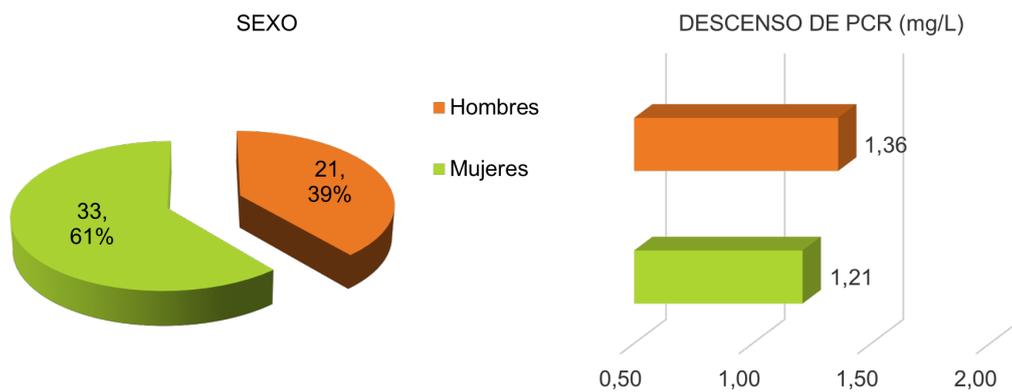


t de Student. El descenso medio de HOMA-IR en hombres fue de 0,83 puntos (DE: 0,06) y en mujeres de 0,93 puntos (DE: 0,07). Diferencias de medias (B) = 0,10, $p = 0,298$.

HOMA-IR: índice de resistencia a la insulina.

Figura 19. Sexo y descenso de PCR.

N = 54.



t de Student. El descenso medio de PCR en hombres fue de 1,36 mg/L (DE: 0,29) y en mujeres de 1,21 puntos (DE: 0,24). Diferencias de medias (B) = 0,15, $p = 0,832$.

PCR: proteína C reactiva (mg/dL).

RESULTADOS

4. Perfil cardiovascular

Los pacientes que completaron la actividad (N = 54) mejoraron los parámetros básicos de la cicloergometría como muestran la tabla 12 para la población total y las tablas 13 y 14 para la “población A” y la “población B”, respectivamente.

En la población total (N = 54) se demostró un incremento del tiempo de ejercicio en la prueba de esfuerzo de 2,07 min (IC 95%: 1,67, 2,47; $p < 0,001$) y de la carga alcanzada de 32,54 W (IC 95%: 23,02, 42,06; $p < 0,001$).

Se observó una disminución tanto de la TA sistólica como de la TA diastólica basales de -8,84 mmHg (IC 95%: -12,83, -4,85, $p < 0,001$) y de -4,87 mmHg (IC 95%: -6,33, -3,41, $p < 0,001$), respectivamente. Asimismo, disminuyó la TA diastólica en el máximo esfuerzo en -3,64 mmHg (IC 95%: -5,81, -1,46). La TA sistólica en el máximo esfuerzo no se redujo de forma significativa.

Se objetivó una reducción de la FC basal (-13,82 lpm; IC 95%: -17,68, -9,96, $p < 0,001$) y un aumento la RFC en el primer minuto post-esfuerzo (11,25 lpm; IC 95%: 8,35, 14,15; $p < 0,001$). Antes del inicio del programa de entrenamiento el 68,5% de los pacientes (N = 37) tenía una RFC reducida (inferior o igual a 12 lpm) y después de completar el programa el 11,1% (N = 6). La FC máxima alcanzada no experimentó cambios significativos después del entrenamiento.

En los subgrupos “población A” y “población B” los resultados fueron similares.

Tabla 12. Parámetros básicos de cicloergometría (población total).

N = 54. ¹t de Student.

Variable	PRE Media (DE)	POST Media (DE)	Cambio medio (IC95%)	p-valor ¹
Tiempo (min)	9,22 (1,63)	11,29 (2,02)	2,07 (1,67, 2,47)	<0,001
Carga máx. (W)	146,68 (53,45)	179,22 (66,31)	32,54 (23,02, 42,06)	<0,001
FC basal (lpm)	89,53 (11,82)	75,71 (12,64)	-13,82 (-17,68,-9,96)	<0,001
FC máx. (lpm)	149,43 (10,76)	152,33 (10,98)	2,90 (-0,51, 6,31)	0,272
% FCMT	90,73 (5,39)	92,50 (5,28)	1,77 (-0,06, 3,60)	0,296
RFC (lpm)	10,87 (5,67)	22,12 (7,13)	11,25 (8,35, 14,15)	<0,001
TAS basal (mmHg)	131,38 (20,04)	122,54 (13,68)	-8,84 (-12,83, -4,85)	<0,001
TAD basal (mmHg)	85,90 (7,63)	81,03 (7,01)	-4,87 (-6,33, -3,41)	<0,001
TAS máx. (mmHg)	195,28 (24,32)	191,82 (17,69)	-3,46 (-9,33, 2,41)	0,623
TAD máx. (mmHg)	90,38 (9,43)	86,74 (8,59)	-3,64 (-5,82, -1,46)	<0,001

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

FC: frecuencia cardíaca. FCMT: FC máxima teórica. RFC: recuperación de la FC. TAD: tensión arterial diastólica. TAS: tensión arterial sistólica.

W: vatios.

Tabla 13. Parámetros básicos de cicloergometría (“población A”).

N = 29. ¹t de Student.

Variable	PRE Media (DE)	POST Media (DE)	Cambio medio (IC95%)	p-valor ¹
Tiempo (min)	9,16 (1,24)	11,36 (1,83)	2,20 (1,82, 2,58)	<0,001
Carga máx. (W)	145,90 (52,34)	180,58 (62,33)	34,68 (24,21, 45,15)	<0,001
FC basal (lpm)	91,20 (11,08)	76,26 (9,22)	-14,94 (-18,49,-11,39)	<0,001
FC máx. (lpm)	150,12 (10,34)	153,31 (9,45)	3,19 (-0,53, 6,91)	0,116
% FCMT	90,91 (5,28)	92,92 (5,12)	2,01 (-0,08, 2,09)	0,153
RFC (lpm)	10,66 (5,68)	22,92 (6,85)	12,26 (9,02, 15,50)	<0,001
TAS basal (mmHg)	133,60 (20,62)	123,00 (14,20)	-10,60 (-15,76, -5,44)	<0,001
TAD basal (mmHg)	87,20 (6,60)	81,40 (7,17)	-5,80 (-7,95, -3,65)	<0,001
TAS máx. (mmHg)	198,10 (25,33)	196,32 (18,63)	-1,78 (-4,97, 3,19)	0,823
TAD máx. (mmHg)	91,40 (8,83)	87,20 (8,89)	-4,20 (-7,12, -1,28)	<0,001

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

FC: frecuencia cardíaca. FCMT: FC máxima teórica. RFC: recuperación de la FC. TAD: tensión arterial diastólica. TAS: tensión arterial sistólica.

W: vatios.

Tabla 14. Parámetros básicos de cicloergometría (“población B”).

N = 25. ¹t de Student.

Variable	PRE Media (DE)	POST Media (DE)	Cambio medio (IC95%)	p-valor ¹
Tiempo (min)	9,28 (1,99)	11,20 (2,13)	1,92 (1,61, 2,23)	<0,001
Carga máx. (W)	147,60 (55,38)	177,64 (68,29)	30,04 (22,19, 37,89)	<0,001
FC basal (lpm)	87,60 (12,85)	75,08 (10,92)	-12,52 (-16,56, -8,48)	<0,001
FC máx. (lpm)	148,64 (11,87)	151,20 (12,47)	2,56 (-0,47, 5,59)	0,094
% FCMT	90,32 (5,54)	92,04 (5,48)	1,72 (-0,07, 3,51)	0,059
RFC (lpm)	11,12 (5,63)	21,20 (7,55)	10,08 (7,73, 12,43)	<0,001
TAS basal (mmHg)	128,80 (18,44)	122,00 (12,08)	-6,80 (-11,85, -1,85)	0,010
TAD basal (mmHg)	84,40 (8,70)	80,60 (6,97)	-3,80 (-6,05, -1,55)	0,002
TAS máx. (mmHg)	192,00 (22,78)	186,60 (15,99)	-5,40 (-12,19, 1,39)	0,114
TAD máx. (mmHg)	89,20 (9,97)	86,20 (8,45)	-3,00 (-5,53, -0,47)	0,022

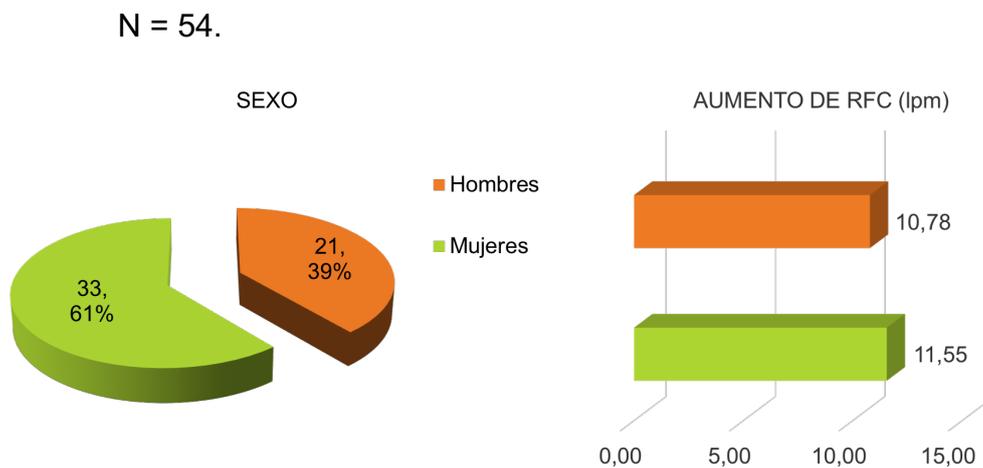
En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

FC: frecuencia cardiaca. FCMT: FC máxima teórica. RFC: recuperación de la FC. TAD: tensión arterial diastólica. TAS: tensión arterial sistólica.

W: vatios.

La RFC en el primer minuto post-esfuerzo aumentó en ambos sexos, sin diferencias estadísticamente significativas, como muestra la figura 20. El aumento de la RFC en hombres fue de 10,78 lpm (DE: 2,02) y en mujeres de 11,55 lpm (DE: 2,67), con una diferencia de medias (B) de 0,77 lpm (IC 95%: -0,62, 2,16), estadísticamente no significativa ($p = 0,673$).

Figura 20. Sexo y aumento de la RFC.



t de Student. El aumento de la RFC en hombres fue de 10,78 lpm (DE: 2,02) y en mujeres de 11,55 lpm (DE: 2,67). Diferencia de medias (B) = 0,77 lpm, $p = 0,673$.

RFC: recuperación de la frecuencia cardiaca en el primer minuto post-esfuerzo (lpm).

Las pruebas realizadas en los individuos que completaron el plan de entrenamiento cumplieron criterios de maximalidad por parámetros ventilatorios. En todos los estudios realizados, tanto en los basales como en los practicados al finalizar la intervención, se alcanzó un $RER \geq 1,1$.

En los sujetos de la población total que finalizaron el entrenamiento se demostró un aumento de la capacidad funcional y de la eficiencia ventilatoria (tabla 15). Los mismos resultados se obtuvieron en las dos subpoblaciones estudiadas (tablas 16 y 17).

En la población total (N = 54):

1. La capacidad funcional aumentó dado que se observó un incremento del pico de VO_2 (6,53 mL/kg/min; IC 95%: 4,42, 8,44; $p < 0,001$) y del pico del pulso de O_2 (3,91 ml/latido; IC 95%: 1,76, 3,50; $p < 0,001$). Asimismo, alcanzaron el VT1 más tarde (2,24 min; IC 95%: 1,36, 3,12; $p < 0,001$) y con mayor carga de trabajo medida tanto en W (35,58 W; IC 95%: 26,06, 45,10; $p < 0,001$) como en VO_2 (5,43 mL/kg/min; IC 95%: 3,20, 7,66; $p < 0,001$).
2. La eficiencia ventilatoria mejoró en el grupo de pacientes entrenados ya que se objetivó una disminución del VE/ VCO_2 pendiente (PRE: 29,40, POST: 26,60; $p = 0,004$), una disminución de VE/ VCO_2 en VT1 (PRE: 30,20, POST: 27,40, $p = 0,002$) y un aumento de la Pet CO_2 en VT1 (PRE: 40 mmHg, POST: 43 mmHg, $p = 0,002$). El VE alcanzado fue mayor y agotaron más porcentaje de su RR, siendo la RR en el esfuerzo máximo 11,32 puntos porcentuales menor tras la intervención (IC 95%: -14,91, -7,73; $p < 0,001$).

Tabla 15. Parámetros ventilatorios (población total).

N = 54. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC95%)	p-valor
RER final	1,15 (0,07)	1,16 (0,07)	0,01 (-0,03, 0,04)	0,714 ¹
VO ₂ pico (ml/kg/min)	18,96 (6,56)	25,39 (6,71)	6,43 (4,42, 8,44)	<0,001¹
VO ₂ (% predicho)	81,82 (22,53)	109,57 (18,48)	27,75 (19,46, 36,04)	<0,001¹
PO ₂ pico (ml/latido)	10,13 (3,05)	13,56 (2,98)	3,91 (2,11, 5,71)	<0,001¹
PO ₂ (% predicho)	91,34 (20,62)	122,27 (14,84)	30,93 (22,88, 38,98)	<0,001¹
VT1-Tiempo (min)	4,39 (1,64)	6,63 (1,60)	2,24 (1,36, 3,12)	<0,001¹
VT1-Carga (W)	82,97 (42,73)	118,55 (45,26)	35,58 (26,06, 45,10)	<0,001¹
VT1-FC (lpm)	110,23 (14,14)	114,76 (14,78)	4,53 (-1,56, 10,62)	0,108 ¹
VT1-VO ₂ (ml/kg/min)	11,20 (4,36)	16,63 (4,97)	5,43 (3,20, 7,66)	<0,001¹
VE/VCO ₂ pendiente	29,40 (8,25)	26,60 (7,65)		0,004²
VT1- VE/VCO ₂	30,20 (9,95)	27,40 (6,15)		0,002²

RESULTADOS

PetCO ₂ basal (mmHg)	33,00 (8,50)	35,00 (4,50)		0,080 ²
VT1-PetCO ₂ (mmHg)	40,00 (10,50)	43,00 (7,5)		0,002²
VE máx. (l/min)	62,00 (26,50)	70,00 (32,50)		0,001²
RR (%)	37,56 (11,63)	26,24 (12,74)	-11,32 (-14,91, -7,73)	<0,001¹

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

PetCO₂: presión parcial de dióxido de carbono al final de la espiración. PO₂: pulso de oxígeno. RER final: cociente respiratorio VCO₂/VO₂ en el máximo esfuerzo. RR: reserva respiratoria. VCO₂: eliminación de dióxido de carbono. VE: ventilación por minuto. VE/VCO₂: equivalente ventilatorio de dióxido de carbono. VO₂: consumo de oxígeno. VT1: primer umbral ventilatorio.

Tabla 16. Parámetros ventilatorios (“población A”).

N = 29. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC95%)	p-valor
RER final	1,13 (0,05)	1,16 (0,07)	0,03 (-0,01, 0,07)	0,466 ¹
VO ₂ pico (ml/kg/min)	19,90 (6,92)	27,13 (6,76)	7,23 (4,83, 9,63)	<0,001 ¹
VO ₂ (% predicho)	81,25 (20,32)	110,77 (19,39)	29,52 (20,26, 38,78)	<0,001 ¹
PO ₂ pico (ml/latido)	9,81 (3,76)	13,94 (3,49)	4,13 (1,96, 6,30)	<0,001 ¹
PO ₂ (% predicho)	90,39 (18,04)	128,44 (13,78)	38,05 (28,14, 47,96)	<0,001 ¹
VT1-Tiempo (min)	4,26 (1,48)	6,59 (1,72)	2,33 (1,42, 3,24)	<0,001 ¹
VT1-Carga (W)	82,73 (44,26)	119,89 (43,89)	37,16 (28,25, 46,06)	<0,001 ¹
VT1-FC (lpm)	108,88 (15,22)	113,39 (15,67)	4,51 (-2,34, 6,68)	0,381 ¹
VT1-VO ₂ (ml/kg/min)	11,08 (4,61)	16,10 (5,20)	5,02 (3,34, 6,70)	<0,001 ¹
VE/VCO ₂ pendiente	28,90 (9,00)	26,90 (8,35)		0,009 ²
VT1- VE/VCO ₂	27,90 (9,95)	24,70 (8,15)		0,003 ²

RESULTADOS

PetCO ₂ basal (mmHg)	33,00 (10,50)	35,00 (5,50)		0,107 ²
VT1-PetCO ₂ (mmHg)	40,00 (11,00)	42,00 (7,0)		0,003²
VE máx. (l/min)	60,00 (26,50)	71,00 (32,50)		0,003²
RR (%)	39,22 (12,13)	24,38 (12,33)	-14,84 (-17,78,-11,90)	<0,001¹

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

PetCO₂: presión parcial de dióxido de carbono al final de la espiración. PO₂: pulso de oxígeno. RER final: cociente respiratorio VCO₂/VO₂ en el máximo esfuerzo. RR: reserva respiratoria. VCO₂: eliminación de dióxido de carbono. VE: ventilación por minuto. VE/VCO₂: equivalente ventilatorio de dióxido de carbono. VO₂: consumo de oxígeno. VT1: primer umbral ventilatorio.

Tabla 17. Parámetros ventilatorios (“población B”).

N = 25. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC95%)	p-valor
RER final	1,17 (0,09)	1,16 (0,07)	-0,01 (-0,04, 0,03)	0,671 ¹
VO ₂ pico (ml/kg/min)	17,87 (6,02)	23,37 (6,80)	5,50 (3,75, 7,25)	<0,001 ¹
VO ₂ (% predicho)	82,48 (21,43)	107,16 (16,44)	24,68 (16,82, 32,54)	<0,001 ¹
PO ₂ pico (ml/latido)	10,49 (4,03)	13,12 (3,64)	2,62 (1,76, 3,50)	<0,001 ¹
PO ₂ (% predicho)	92,44 (23,26)	118,08 (16,56)	25,64 (17,43, 33,85)	<0,001 ¹
VT1-Tiempo (min)	4,54 (1,72)	6,68 (1,79)	2,35 (1,38, 2,91)	<0,001 ¹
VT1-Carga (W)	83,25 (38,81)	117,00 (46,66)	33,75 (23,25, 44,25)	<0,001 ¹
VT1-FC (lpm)	111,80 (15,47)	116,35 (15,00)	4,55 (-1,98, 11,08)	0,161 ¹
VT1-VO ₂ (ml/kg/min)	11,40 (4,16)	17,25 (5,20)	5,85 (3,81, 7,89)	<0,001 ¹
VE/VCO ₂ pendiente	29,90 (9,95)	26,20 (7,25)		0,006 ²
VT1- VE/VCO ₂	31,10 (12,50)	28,80 (5,75)		0,003 ²

RESULTADOS

PetCO ₂ basal (mmHg)	33,00 (11,50)	34,00 (3,50)		0,107 ²
VT1-PetCO ₂ (mmHg)	39,00 (12,50)	41,00 (6,5)		0,003²
VE máx. (l/min)	63,00 (26,50)	69,00 (32,50)		0,003²
RR (%)	35,64 (12,69)	28,40 (13,93)	-7,24 (-12,44, -2,04)	0,008¹

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

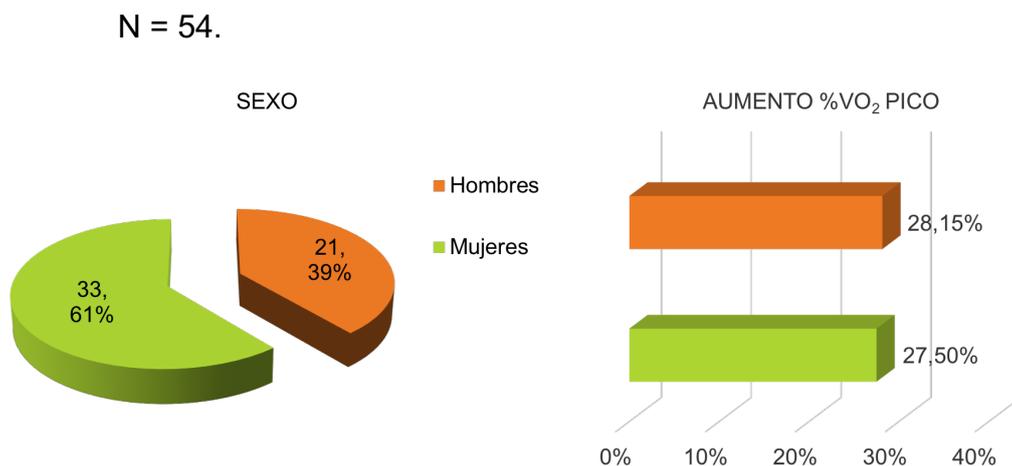
PetCO₂: presión parcial de dióxido de carbono al final de la espiración. PO₂: pulso de oxígeno. RER final: cociente respiratorio VCO₂/VO₂ en el máximo esfuerzo. RR: reserva respiratoria. VCO₂: eliminación de dióxido de carbono. VE: ventilación por minuto. VE/VCO₂: equivalente ventilatorio de dióxido de carbono. VO₂: consumo de oxígeno. VT1: primer umbral ventilatorio.

El pico del VO_2 y su aumento con el entrenamiento depende del sexo, la edad, el peso y la talla de cada sujeto. En consecuencia, en el análisis de subgrupos por sexo se analizó el aumento absoluto del porcentaje del pico del VO_2 respecto al valor predicho para su población de referencia.

El incremento del pico de VO_2 en hombres fue de 7,99 ml/kg/min (DE: 0,11) y en mujeres de 5,59 ml/kg/min (DE: 0,13), con una diferencia de medias de 2,40 ml/kg/min (IC 95%: 1,92, 2,88), estadísticamente significativa ($p < 0,001$).

Sin embargo, el aumento absoluto del porcentaje previsto del pico de VO_2 para la población de referencia fue del 28,15% (DE: 8,24) en hombres y del 27,50% (DE: 7,95) en mujeres, con una diferencias de medias de 0,65 puntos porcentuales (IC 95%: -0,44, 1,74), estadísticamente no significativa ($p = 0,834$), como queda reflejado en la figura 21.

Figura 21. Sexo y aumento absoluto del % previsto del pico de VO_2 .



t de Student. El porcentaje medio de aumento del porcentaje previsto del pico de VO_2 en hombres fue del 28,15% (DE: 8,24) y el de las mujeres del 27,50% (DE: 7,95). Diferencias de medias (B) = 0,65, $p = 0,834$.

% VO_2 pico: porcentaje de consumo pico de oxígeno predicho (ml/kg/min)

RESULTADOS

5. Calidad de vida

En el grupo de 54 pacientes estudiados (tabla 18) el valor medio EQ índice y la puntuación media de la EQ EVA se incrementaron de forma significativa ($p < 0,001$) después de completar el programa de ejercicio, así como en los subgrupos “población A” (tabla 19) y “población B” (tabla 20).

Tabla 18. Calidad de vida (población total).

N = 54. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor
EQ índice	0,836 (0,228)	0,938 (0,123)		<0,001²
EQ EVA	62,03 (15,09)	69,87 (14,54)	7,84 (4,97, 10,71)	<0,001¹

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

EQ índice: índice de calidad de vida (0 a 1). EQ EVA: escala visual analógica (0 a 100).

Tabla 19. Calidad de vida (“población A”).

N = 29. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor
EQ índice	0,843 (0,251)	0,932 (0,090)		<0,001²
EQ EVA	63,34 (14,77)	70,10 (13,17)	5,76 (3,21, 8,31)	<0,001¹

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

EQ índice: índice de calidad de vida (0 a 1). EQ EVA: escala visual analógica (0 a 100).

Tabla 20. Calidad de vida (“población B”).

N = 25. ¹t de Student. ²Wilcoxon.

Variable	PRE Media (DE) o Mediana (RIQ)	POST Media (DE) o Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor
EQ índice	0,829 (0,176)	0,946 (0,131)		<0,001²
EQ EVA	60,52 (15,76)	69,60 (16,29)	9,08 (5,78, 12,38)	<0,001¹

En negrita se resaltan las diferencias estadísticamente significativas.

EQ índice: índice de calidad de vida (0 a 1). EQ EVA: escala visual analógica (0 a 100).

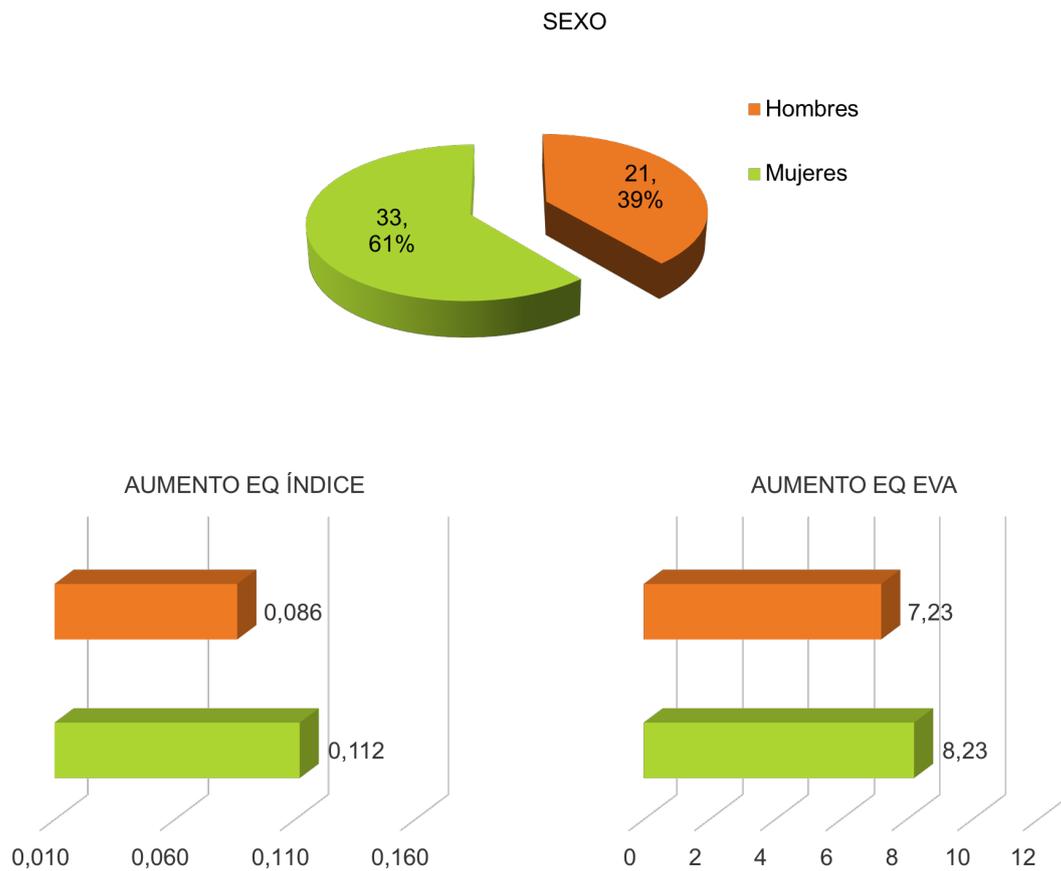
El la población total del estudio que completó el programa de ejercicio (N= 54) el aumento en el valor medio EQ índice y en la puntuación media de la EQ EVA no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos (figura 22).

El aumento medio del EQ índice fue de 0,102 puntos (DE: 0,036), 0,086 puntos en hombres (DE: 0,021) y 0,112 puntos (DE: 0,028) en mujeres (N = 33), con una diferencia de medias de 0,026 puntos (IC 95%: -0,013, 0,052), sin diferencias estadísticamente significativas (p = 0,247).

El aumento medio de la EQ EVA fue de 7,84 puntos (DE: 1,34), 8,23 puntos (DE: 1,85) en mujeres (N = 33) y 7,23 puntos (DE: 1,48) en hombres (N = 21), sin diferencias estadísticamente significativas (p = 0,746).

Figura 22. Sexo y aumento en calidad de vida.

N = 54.



t de Student. El aumento medio de EQ índice en hombres fue de 0,086 puntos (DE: 0,021) y en mujeres de 0,112 puntos (DE: 0,028); diferencia de medias (B) = 0,026, $p = 0,247$. El aumento medio de la EQ EVA en hombres fue de 7,23 puntos (DE: 1,48) y en mujeres 8,23 puntos (DE: 1,85), $p = 0,746$.

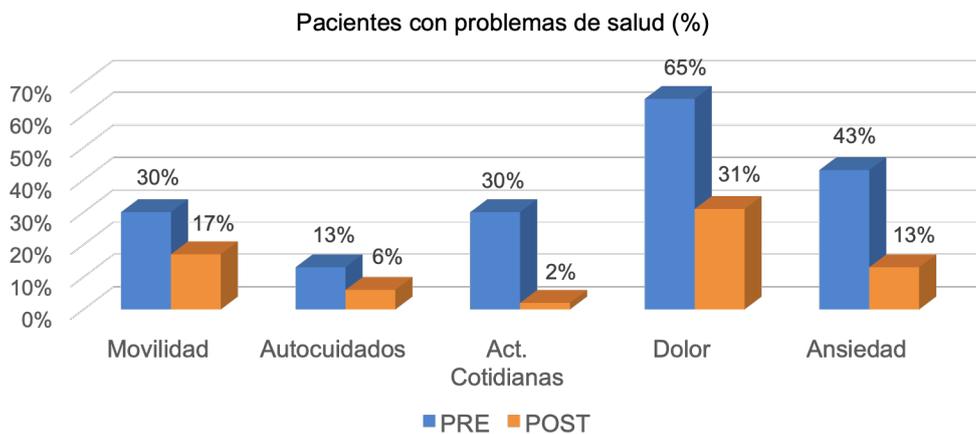
EQ índice: índice de calidad de vida (0 a 1). EQ EVA: escala visual analógica (0 a 100).

Las dimensiones utilizadas en la evaluación de la calidad de vida fueron cinco: movilidad, autocuidados, actividades cotidianas, dolor, ansiedad y/o depresión. Los pacientes con algún problema de salud se definieron como aquellos que tuvieron una puntuación de 2 a 5 en alguno de estos ejes.

La proporción de pacientes con algún problema de salud disminuyeron después de la intervención en cada una de las dimensiones evaluadas (figura 23), con diferencias estadísticamente significativas en los apartados actividades cotidianas, dolor y ansiedad y/o depresión y no significativa en los apartados movilidad y autocuidados. No se realizó análisis por sexos en cada dimensión dado el pequeño tamaño muestral para demostrar diferencias entre grupos.

Figura 23. Esferas de calidad de vida.

N = 54.



La figura 23 muestra una disminución de pacientes con problemas de salud (puntuación 2 a 5) en cada una de las 5 dimensiones estudiadas tras completar el plan de entrenamiento. Se analizaron las diferencias PRE-POST mediante el test de McNemar. Fue estadísticamente significativa la reducción de la proporción de pacientes con: problemas para realizar las actividades cotidianas ($p = 0,010$), dolor ($p = 0,019$) y ansiedad y/o depresión ($p = 0,041$). No alcanzó significación estadística la reducción de pacientes con problemas de movilidad ($p = 0,296$) ni de autocuidados ($p = 0,574$).

DISCUSIÓN

1. Población del estudio

La población del estudio la conformaron el conjunto de 70 individuos elegibles de un total de 101 pacientes evaluados, 38 pertenecientes a la “población A” y 32 pertenecientes a la “población B”. La edad media de la población del estudio fue de 55 años (DE: 9,5), el 60% fueron mujeres y presentaron una elevada prevalencia de FRCV (sobrepeso u obesidad: 94,3%, DLP: 85,7%, HTA: 42,9%, DM tipo 2: 10,0% y tabaquismo activo: 31,4%), ansiedad o depresión (41,4%) y problemas relacionados con el aparato locomotor (61,4%). De los 70 pacientes, 68 iniciaron el plan de entrenamiento y 2 fueron excluidos por problemas de accesibilidad.

En pacientes con este perfil clínico, la inclusión en programas de ejercicio se asocia a una alta tasa de abandono precoz, estimada entre el 30% y el 50% en los primeros 3-6 meses en la mayoría de los estudios previamente publicados¹⁰⁴⁻¹⁰⁸. Sin embargo, en nuestro estudio destaca una elevada tasa de adherencia a la intervención, definida como la asistencia al 70% o más de las sesiones entre los participantes que comenzaron la actividad. Con este criterio, completaron el plan entrenamiento el 79,5% de los pacientes que lo iniciaron.

Por otro lado, en pacientes previamente inactivos y en aquellos con exceso de peso se ha descrito una incidencia mayor de problemas ortopédicos y cardiovasculares derivados de la práctica deportiva respecto a la población general. En cambio, durante las 12 semanas de implementación de nuestro plan de entrenamiento no solo no se registraron lesiones osteoarticulares ni eventos cardiovasculares adversos sino que además la prevalencia de pacientes con algún dolor crónico se redujo a la mitad.

Los resultados favorables de la intervención en cuanto a adherencia y seguridad probablemente estén en relación con las características específicas del plan de ejercicio aplicado, que contribuyen a la adecuación de la actividad a cada paciente y al mantenimiento de su motivación durante su desarrollo.

Esta hipótesis, es concordante con los resultados de un metanálisis reciente (2019, Reljic et al)¹⁰⁸ en el que las tasas de abandono de intervenciones con ejercicio HIIT en pacientes sedentarios fueron tan solo del 17,6%. El ejercicio con bicicleta frente a caminar o correr es el que tuvo menor tasa de abandono y de complicaciones relacionadas con la actividad. Una mayor duración de la sesión y un mayor tiempo de esfuerzo por sesión y por semana predijeron una tasa de abandono mayor y no la intensidad del esfuerzo realizado durante la actividad. Estos datos sugieren que las intervenciones que incluyen ejercicio HIIT son bien toleradas por individuos previamente sedentarios, al contrario de lo que se creía previamente.

Se han identificado múltiples factores asociados al abandono precoz de programas de ejercicio físico¹⁰⁴⁻¹¹³:

- En primer lugar, se ha detectado una falta de consejo personalizado sobre ejercicio físico por parte de los profesionales de la salud y una ausencia de programas específicos dirigidos a este grupo de la población. Esto puede explicarse en parte por la falta de evidencia científica y en parte por la ausencia de recursos dedicados a este fin.
- En segundo lugar, se han descrito características demográficas y epidemiológicas asociadas a una menor adherencia: mayor edad, sexo masculino, menor nivel socioeconómico, exceso de peso, DM, HTA, tabaquismo, ansiedad, depresión, problemas osteoarticulares y nivel previo de esfuerzo, entre otros.
- En tercer lugar, se ha implicado en la falta de adherencia a la desmotivación, que puede estar en relación a la falta de diversión, a la desadaptación al ejercicio por desacondicionamiento físico o comorbilidad, a la percepción de imposibilidad para alcanzar los objetivos o a la percepción de que existe riesgo para la seguridad personal.
- Y por último, se han identificado diferentes problemas de acceso por las responsabilidades laborales o familiares, por la distancia al centro deportivo o por la falta de medios económicos.

En nuestra muestra de pacientes (N = 70) se demostró una asociación inversa e independiente entre tabaquismo activo y porcentaje de asistencia a las sesiones. El porcentaje de asistencia a las sesiones fue 84.7% (DE: 17,6) en no fumadores (N = 48) y 66,5% (DE: 19,3) en fumadores (N = 22), diferencia de medias (B): 18,2 puntos porcentuales (IC 95%: 0,8, 31,1), $p = 0,012$, $R^2 = 0,248$.

Sin embargo, la asistencia fue independiente de: edad, sexo, IMC, porcentaje de grasa, presencia de otros FRCV (DM, HTA, HLP), nivel previo de actividad física y capacidad funcional basal. No podemos confirmar la ausencia de asociación de estas variables con la adherencia dado que la potencia del estudio es pequeña para demostrar diferencias estadísticamente significativas. De estos resultados, se infiere la importancia de actuar sobre el tabaquismo para evitar el sedentarismo.

DISCUSIÓN

2. Composición corporal

El ejercicio físico es una medida eficaz para disminuir el peso en pacientes con sobrepeso u obesidad. En ensayos clínicos que incluyeron individuos obesos sometidos a una intervención con ejercicio^{114,115} se lograron pérdidas del 9% del peso total y del 16% de la masa grasa corporal. Sin embargo, el ejercicio resultó en un descenso significativo y no deseable en la masa magra: 5% con ejercicio aeróbico, 2% con ejercicio de resistencia y 3% con ejercicio combinado.

Actualmente, se conoce que es más determinante la distribución del exceso de grasa corporal que su valor absoluto en términos de riesgo metabólico y cardiovascular. Los depósitos de grasa a nivel visceral se asocian fuertemente al riesgo de desarrollar enfermedades cardiometabólicas mientras que la grasa subcutánea no tiene un efecto deletéreo¹¹⁶⁻¹¹⁸. La grasa visceral promueve la resistencia a la insulina y alteraciones endocrinas como cambios de la dinámica del cortisol, la hormona del crecimiento y los esteroides sexuales. Se ha observado de forma consistente que la modalidad más eficaz para reducir el volumen de grasa visceral es el ejercicio aeróbico de intensidad moderada-vigorousa¹¹⁹⁻¹²¹. Con esta información, se recomienda cambiar el control del peso o del IMC por el control de la masa grasa y de la grasa visceral como dianas terapéuticas en el manejo de la obesidad

Las intervenciones aisladas con ejercicio sin asociar dieta logran pérdidas de peso, masa grasa y grasa visceral de forma eficaz. La educación nutricional para una dieta sana y equilibrada como la dieta mediterránea pueden mejorar los resultados en prevención cardiovascular primaria, como muestran los resultados más recientes del estudio PREDIMED^{122,123}. Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, en un programa de intervención para controlar el exceso de peso y de grasa corporal se propone la combinación de ejercicio aeróbico con ejercicio de resistencia, además de la inclusión de consejo dietético para optimizar los resultados. No obstante, en nuestra intervención optamos por realizar una actividad con ejercicio físico aislado combinando MICT con HIIT para simplificar su implementación.

En nuestro proyecto de investigación analizamos el cambio en la composición corporal en el grupo de pacientes que completaron la intervención (N = 54), un 92,6% con criterios de sobrepeso u obesidad. Los resultados obtenidos confirman que el MICT combinado con HIIT sin asociar ejercicio de resistencia ni intervención sobre la dieta tiene un efecto beneficioso moderado sobre la reducción del peso pero con un beneficio importante sobre la composición corporal y el riesgo metabólico:

- Se objetivó una pérdida media de 2,9 kg (IC 95%: -3,8, -2,0, $p < 0,001$) y un descenso medio del IMC de 1,1 puntos (IC 95%: -1,4, -0,8, $p < 0,001$).
- Se observó una reducción media de la masa grasa de 2,7 kg (IC 95%: -3,6, -1,8, $p < 0,001$) y del valor absoluto de la proporción de masa grasa del 1,9% (IC 95%: -2,8, -1,0, $p < 0,001$).
- La disminución de AGV fue de 12,6 cm² (IC 95%: -16,5, -8,7, $p < 0,001$).
- No se observaron cambios significativos en la masa libre de grasa, la masa magra y el agua corporal total.

3. Perfil metabólico

El plan de entrenamiento propuesto en nuestro trabajo de investigación logró cambios en el perfil metabólico de los sujetos que completaron la actividad (N = 54). Analizamos su efecto sobre el perfil glucémico, los parámetros de inflamación y el perfil lipídico.

PERFIL GLUCÉMICO

La actividad física previene el desarrollo de DM tipo 2 y mejora el perfil glucémico de los pacientes afectos. En un meta-análisis de ensayos aleatorizados (2017, Boniol et al)⁶¹ se demuestra que un aumento moderado de la actividad física se asocia a cambios significativos en el perfil glucémico. Se observa que un aumento de 100 minutos a la semana de actividad física se asocia a una reducción media en la glucemia basal de 2,75 mg/dL y de la HbA1c de 0,14%, siendo mayor el descenso en el subgrupo de pacientes con DM tipo 2 o prediabetes con una reducción media de la glucemia basal de 4,71 mg/dL y de la HbA1c de 0,16%. En otro metanálisis (2011, Umpier et al)⁶² se pone de manifiesto que los programas de ejercicio físico estructurado logran mayores beneficios que los consejos genéricos sobre actividad física en pacientes con DM tipo 2, fundamentalmente aquellos basados en ejercicio aeróbico, que alcanzaron una reducción absoluta de la HbA1c de 0,73%. Sin embargo, aunque se reconoce a la actividad física como un elemento clave en la prevención de la DM tipo 2, la evidencia actual sobre programas de ejercicio específicos en pacientes con prediabetes es escasa⁶³.

En nuestro grupo de pacientes sedentarios solo el 12,9% padecían DM tipo 2. A pesar de esta baja prevalencia, en aquellos que finalizaron el entrenamiento se observó una reducción significativa de la glucemia basal con una reducción media de la glucemia basal de 9,4 mg/dL ($p < 0,001$). Asimismo, se objetivó una reducción absoluta de HbA1c de 0,2% ($p = 0,005$), de magnitud relevante teniendo en cuenta que el plan de entrenamiento se desarrolló durante un corto periodo de tiempo (12 semanas).

Un parámetro emergente en prevención primaria es el HOMA-IR, un índice validado que cuantifica el nivel de resistencia a la insulina y que se utiliza para detectar diabetes en etapas iniciales, siendo un buen predictor de desarrollo de DM tipo 2¹²⁴. La práctica regular de ejercicio físico logra disminuir la resistencia a la insulina, lo que puede prevenir o retrasar la progresión a DM tipo 2⁶⁴. En nuestra población sedentaria, aunque solo el 12,9% de los individuos tenían DM tipo 2, el 37% tenía una HOMA-IR elevada.

En el grupo de pacientes que completaron nuestro plan de ejercicio se redujo significativamente ($p < 0,001$) el HOMA-IR con una reducción media 0,89 puntos. Es importante destacar que la proporción de pacientes con alteración de la HOMA-IR (valor $> 3,2$) se redujo del 37% pre-intervención al 13% post-intervención, cambio con magnitud clínica relevante y estadísticamente significativo ($p = 0,032$). Estos resultados sugieren que el plan de entrenamiento propuesto además de contribuir al control del perfil glucémico en los pacientes con DM tipo 2, puede prevenir el desarrollo de DM tipo 2 en pacientes sedentarios.

MARCADORES DE INFLAMACIÓN

El sedentarismo y la obesidad promueven un estado proinflamatorio crónico que aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas y sus complicaciones. En sentido contrario, el ejercicio físico regular ejerce un efecto protector a través de la liberación de citocinas antiinflamatorias y de la inhibición de la producción de citocinas proinflamatorias⁶⁹. Sin embargo, no disponemos de datos suficientes para el uso rutinario de los marcadores de inflamación en la práctica clínica.

La PCR es uno de los marcadores de inflamación sistémica crónica y de riesgo metabólico y cardiovascular más evaluados en el entorno clínico. En varios estudios se ha descrito una reducción de la PCR con ejercicio físico regular en individuos sedentarios, tanto en aparentemente sanos como con enfermedad cardiovascular establecida.

En el estudio HERITAGE (2005, Lakka et al)⁷¹ se analizó el efecto de un programa de ejercicio de 20 semanas en 652 pacientes sedentarios sanos. Se objetivó un descenso significativo de la PCR (1,34 mg/L) en los pacientes con niveles iniciales elevados (PCR >3 mg/L) pero no en los de niveles iniciales intermedios o bajos.

En un meta-análisis (2016, Fedewa et al)⁷⁰ que incorporó la revisión de 83 estudios publicados entre 1993 y 2015 y que incluyó a 3.769 individuos, se observó una disminución discreta pero significativa de el nivel de PCR (0,26 mg/L) con el ejercicio. El efecto fue mayor en aquellos que lograron una mayor reducción del IMC y del porcentaje de masa grasa y fue independiente de la edad y del sexo de los participantes. En otro meta-análisis reciente (2016, Mammonds et al)⁷² que aglutinó 43 estudios desde 1995 y 2002 y que incluyó a 3.575 pacientes sanos y con cardiopatías, la reducción de PCR observada fue de 0,53 mg/L, independientemente de la presencia de cardiopatía u otros factores.

Aunque la evidencia del efecto antiinflamatorio del ejercicio es creciente, la heterogeneidad de los estudios realizados impide conocer el perfil de pacientes y la modalidad de ejercicio con mayor beneficio.

En el estudio que presentamos se demuestra la eficacia de un plan de ejercicio aeróbico de intensidad moderada-vigorosa en pacientes sedentarios con FRCV en la reducción de la PCR. Se objetivó un cambio significativo en los valores de PCR con una disminución media de 1,27 mg/L tras completar la intervención ($p < 0,001$). Esta reducción se traduce en una disminución de la proporción de pacientes con PCR elevada (>5 mg/L): antes de la intervención 26% y tras la misma 4%, disminución con importante significación clínica.

PERFIL LIPÍDICO

La dislipidemia se ha asociado a un aumento del riesgo cardiovascular. Los resultados de los estudios que analizan la eficacia del ejercicio físico en la mejoría del perfil lipídico son contradictorios. La mayoría se basan en estrategias combinadas de ejercicio y dieta y/o tratamiento farmacológico, factores que pueden interferir en la interpretación de los resultados.

En general, el ejercicio ha demostrado ser más eficaz en el aumento del HDL-colesterol que en la reducción del LDL-colesterol o de los triglicéridos como se describe en una revisión sistemática actual (2017, Wang et al)⁶⁵, detectándose un efecto favorable en el HDL-colesterol únicamente en el 30% de los estudios incluidos. Dos meta-análisis publicados hace más de una década (2007, Kodama et al⁶⁶; 2005, Kelley et al⁶⁷) coinciden en observar un aumento medio discreto de HDL de 2,5 mg/dL con ejercicio aeróbico no combinado con otra intervención, sin encontrar un descenso significativo de LDL ni triglicéridos.

La lipoproteína A es una de las lipoproteínas más aterogénicas constituyendo un FRCV independiente¹²⁵ y, por este motivo, está siendo considerada como una diana terapéutica emergente¹²⁶. La evidencia sobre el impacto del ejercicio físico en los niveles de lipoproteína A es escasa y los resultados de los primeras investigaciones en las que se evalúa este efecto no muestran un beneficio.

Un estudio observacional (2017, Sponder et al)⁶⁸ que reclutó a 109 participantes analizó los cambios en el perfil lipídico tras un aumento en su volumen de ejercicio durante un periodo de tiempo prolongado (8 meses). Halló un aumento de HDL-colesterol de 2,8 mg/dL y un descenso de LDL-colesterol de 5,2 mg/dL, de pequeña magnitud pero estadísticamente significativo, sin encontrar cambios en los niveles de lipoproteína A.

En el grupo de pacientes incluidos en nuestro estudio (N = 54), 85,2% con HLP, el ejercicio de forma aislada no demostró mejoría en el perfil lipídico. Disminuyeron el colesterol total (8,6 mg/dL de media) y el LDL-colesterol (4,3 mg/dL de media) pero sin diferencias estadísticamente significativas. No se observaron cambios en el nivel de HDL ni de lipoproteína A.

Surgen varias hipótesis para explicar la ausencia de efecto de nuestra intervención sobre el perfil lipídico:

- En primer lugar, es posible que la potencia del estudio no sea suficiente para detectar los cambios de pequeña magnitud mostrados en estudios previos, ya que la muestra de pacientes que finalizan el ejercicio tiene una $N = 54$.
- En segundo lugar, aunque el 85,2% de esos 54 pacientes presentara dislipidemia, en la mayoría el control con medidas dietéticas o tratamiento farmacológico era adecuado previo a la inclusión en el programa.
- En tercer lugar, consideramos que la intensidad del ejercicio es suficiente para producir cambios pero no así la duración del programa (12 semanas).
- Y por último, la ausencia de mejoría puede ser debida a la falta de intervención sobre la dieta, aspecto fundamental en el control lipídico.

DISCUSIÓN

4. Perfil cardiovascular

La intervención individualizada con ejercicio aeróbico que aplicamos en nuestro estudio demostró mejorar el perfil cardiovascular de los sujetos que completaron la actividad (N = 54). Analizamos su efecto sobre parámetros hemodinámicos y la capacidad funcional.

TENSIÓN ARTERIAL

La HTA es un FRCV clásico con un importante impacto a nivel poblacional por su relación independiente y continua con la enfermedad cardiovascular y la mortalidad total. Las guías de práctica clínica destacan la importancia de la modificación del estilo de vida además del tratamiento farmacológico en el control de la HTA.

Estudios epidemiológicos indican que el ejercicio aeróbico regular es beneficioso para la prevención y el tratamiento de la HTA. Un metanálisis de 93 ensayos clínicos (2013, Cornelissen et al)¹²⁸ mostró que el entrenamiento de resistencia aeróbica, el entrenamiento de resistencia dinámica y el ejercicio de resistencia isométrico reducen la TAS/TAD en reposo 3,5/2,5, 1,8/3,2 y 10,9/6,2 mmHg, respectivamente, en la población general. En una revisión sobre ejercicio en pacientes con HTA (2014, Sharman et al)¹²⁹ concluyen que el ejercicio disminuye la TA siendo el ejercicio aeróbico el que tiene un efecto de mayor magnitud. Afirman que hay datos prometedores sobre los efectos del HIIT pero sin suficiente evidencia a su favor hasta el momento.

Los pacientes que completaron nuestra intervención experimentaron una reducción clínicamente y estadísticamente significativa ($p < 0,001$) tanto de la TAS basal (-8,84 mmHg, IC 95%: -12,83, -4,85) como de la TAD basal (-4,85 mmHg, IC 95%: -3,8 (-6,05, -1,55). Estos datos confirman que la combinación de ejercicio aeróbico de intensidad moderada-alta combinado con HIIT es una modalidad con elevada eficacia en el control de la TA.

FRECUENCIA CARDIACA

La FC basal es un indicador de riesgo tanto en sujetos sanos como en pacientes con diferentes enfermedades, mostrando una asociación inversa con la supervivencia en la población general, como se observó en una revisión de estudios epidemiológicos (2015, Böhm et al)¹³⁰. Con el desarrollo de terapias que disminuyen la FC basal y demuestran disminuir eventos cardiovasculares, la FC basal está emergiendo como FRCV independiente. La FC basal muestra una asociación lineal directa con el riesgo de síndrome metabólico. En un meta-análisis (2016, Liu et al)¹³¹ se detectó un aumento del riesgo de síndrome metabólico del 28% por cada incremento de 10 lpm en la FC basal.

En nuestro grupo de pacientes entrenados, encontramos una disminución de la FC basal media de 89,53 lpm (DE: 11,82) a 75,71 (DE: 12,64), con una diferencia clínica y estadísticamente significativa de 13,82 lpm (IC 95%: -17,68, -9,96, $p < 0,001$). Estos resultados muestran el beneficio potencial de la implementación de nuestro plan de ejercicio en la disminución del riesgo de desarrollo de síndrome metabólico (estimado en un 42%) y del riesgo de desarrollo de enfermedad cardiovascular.

El retraso en la RFC durante el primer minuto post-esfuerzo con una caída de la FC inferior o igual a 12 lpm es un predictor potente e independiente de enfermedad cardiovascular y de mortalidad por todas las causas con un riesgo relativo de 4, como fue descrito hace dos décadas (1999, Cole et al)⁵⁶ en un estudio que incluye 2.428 pacientes.

En el ensayo aleatorizado E-MECHANIC publicado recientemente (2019, Höchsmann et al)⁵⁷, se analizó el efecto de diferentes dosis de ejercicio aeróbico supervisado durante 24 semanas sobre la RFC en adultos inactivos con sobrepeso u obesidad. Se incluyeron 127 individuos que se aleatorizaron para formar tres grupos: ejercicio moderado, ejercicio vigoroso y sin intervención con ejercicio. La RFC mejoró modestamente en los grupos entrenados frente al grupo control con un aumento medio de la caída de la FC de 2,7 lpm (IC 95%: 0,1, 5,4, $p = 0,04$). No se observaron diferencias entre los dos grupos de individuos entrenados.

En nuestra población tras las 12 semanas de intervención la RFC aumentó una media de 11,25 lpm (IC 95%: 8,35, 14,15, $p < 0,001$) pasando de una media inicial de 10,87 lpm (DE: 5,67) a una media final de 22,12 lpm (DE: 7,13). Es fundamental destacar que antes del inicio del programa de entrenamiento el 68,5% de los pacientes (N= 37) tenía una RFC inferior o igual a 12 lpm y que después de completar el programa esta observación se halló únicamente en el 11,1% (N = 6), lo que puede implicar una reducción del riesgo relativo de enfermedad cardiovascular y mortalidad total a la cuarta parte en 31 pacientes (57,4% de la población entrenada).

En resumen, la notable mejoría en la RFC junto a la sustancial disminución de la FC en reposo y la TA basal tras la aplicación de la intervención, confieren un perfil cardiovascular más favorable a nuestros pacientes.

CAPACIDAD FUNCIONAL

La capacidad cardiorrespiratoria es un factor de riesgo fuerte e independiente de enfermedad cardiovascular y de mortalidad total. En un meta-análisis de 10 estudios que analizan la asociación de la capacidad funcional con la mortalidad (2014, Barry et al)⁵⁸ se confirma que la baja capacidad funcional duplica el riesgo de muerte independientemente del IMC. Con estos datos sostienen que las intervenciones con ejercicio dirigidas a mejorar la capacidad funcional sin necesidad de establecer como objetivo el control del peso son eficaces en la disminución de la morbimortalidad.

Estudios previos cuantificaron el aumento de la expectativa de vida dependiendo de la capacidad funcional. En una cohorte de 5.721 mujeres sanas voluntarias (2003, Gulati et al)⁵⁹ se objetivó un incremento en la expectativa de vida del 17% por cada aumento de 1 MET (3,5 ml/kg/min de VO_2) en la capacidad funcional. En una muestra de 6.213 hombres referidos para la realización de una prueba de esfuerzo por síntomas (2002, Myers et al)⁶⁰ un aumento de 1 MET en la capacidad funcional se asoció a una reducción de la mortalidad por todas las causas del 12%.

El programa de ejercicio que proponemos logró un aumento medio del pico de VO_2 de 6,43 ml/kg/min (IC 95%: 4,42, 8,44, $p < 0,001$) pasando de representar un valor inferior al predicho para su población de referencia (82% del VO_2 máximo esperado) a superar sus expectativas (110% del VO_2 máximo esperado). El PO_2 , que mide de forma indirecta el volumen sistólico y el gasto cardiaco, presentó un aumento medio de 3,91 ml/latido (IC 95%: 2,11, 5,71, $p < 0,001$), pasando de representar el 91% al 122% del valor esperado.

El VO_2 y su incremento con el entrenamiento es diferente entre sexos, siendo aproximadamente un 25-30% menor en mujeres que en hombres. En relación a esta diferencia, en nuestro estudio el incremento del pico VO_2 observado en mujeres (5,59 ml/kg/min) fue el 70% que el observado en hombres (7,99 ml/kg/min), pero alcanzaron el mismo porcentaje de pico de VO_2 (en torno al 110% del predicho para su población de referencia).

Teniendo en cuenta el aumento en el pico de VO_2 y los resultados de los estudios epidemiológicos previos que calculan la supervivencia por cada aumento de 1 MET (3,5 ml/kg/min VO_2), nuestra intervención podría tener el potencial de mejorar la supervivencia un 27% tanto en mujeres como en hombres.

En la cicloergoespirometría, siguiendo el mismo protocolo antes y después de completar el entrenamiento, el tiempo de esfuerzo se vio incrementado en 2 minutos y la carga máxima en 33 W. Asimismo, el VT1 se registró 2 minutos 21 segundos de media más tarde y a una carga 36 W de media superior, alcanzándose en la prueba inicial en el 68% de la FCMT y en la prueba final en el 71% de la FCMT. Con estos resultados se demuestra que nuestro plan de entrenamiento, que incluye MICT y HIIT, permite un desarrollo considerable de la capacidad aeróbica.

5. Calidad de vida

El ejercicio físico es útil en el tratamiento del dolor crónico como se detalla en diferentes estudios (2017, Both et al⁷³; 2015, Daenen et al⁷⁴; 2015, Ambrose et al)⁷⁵. En la mayoría de las investigaciones realizadas afirman que la actividad física debe incluirse como parte de la terapia multimodal del dolor crónico, que persigue un aumento en la eficacia de tratamiento del dolor para lograr una mejoría más significativa en la calidad de vida de estos pacientes. Además, subrayan que es fundamental un diseño individualizado para controlar el dolor y evitar la aparición de nuevos brotes.

La actividad física se asocia a menor carga de problemas de salud mental como se describe en un gran estudio transversal (2018, Chekroud et al)⁷⁶ que incluyó a 1,2 millones de individuos y en un metanálisis (2017, White et al)⁷⁷ que reclutó a más de 600.000. En revisiones sistemáticas de ensayos clínicos el ejercicio físico ha demostrado de forma consistente un beneficio clínico tanto en el tratamiento de la depresión (2016, Kvam et al⁷⁸; 2014, Stanon⁷⁹), como de la ansiedad (2017, Stubbs et al⁸⁰; 2015, Stonerock et al⁸¹).

Dada la heterogeneidad de los estudios realizados, se desconoce el tipo de ejercicio más eficaz y más motivante en pacientes sedentarios.

En nuestro estudio analizamos el efecto del ejercicio sobre los 54 sujetos sedentarios con FRCV que finalizaron la actividad, obteniendo una mejoría notable en los parámetros de calidad de vida. Después de completar el programa de ejercicio se incrementaron de forma significativa ($p < 0,001$) tanto el valor mediana del EQ índice, que aumentó una media de 0,102 puntos, como la puntuación media de la EQ EVA, que se aumentó una media de 7,84 puntos. El valor de este resultado se incrementa si tenemos en cuenta la dificultad de aumentar los índices de calidad de vida en una población como la del estudio, formada por sujetos que parten de una buena situación global en términos de calidad de vida: EQ índice inicial de 0,836 puntos (siendo el valor máximo = 1) y EQ VAS inicial 62 puntos (siendo el valor máximo = 100).

La proporción de pacientes con algún problema de salud (puntuación de 2 a 5) en cada uno de los ejes evaluados disminuyó después de la intervención con diferencias estadísticamente significativas en los apartados:

- Actividades cotidianas (reducción del 30% al 2% de los pacientes).
- Dolor (disminución del 65% al 31% de los individuos).
- Ansiedad y/o depresión (descenso del 43% al 13% de los sujetos).

La proporción de pacientes con algún problema de movilidad y de autocuidados disminuyó pero sin alcanzar significación estadística, probablemente por la falta de potencia estadística.

En resumen, en nuestro proyecto de investigación hemos desarrollado un plan de entrenamiento que asocia MICT con HIIT dentro de una actividad denominada ciclo indoor. Esta actividad puede mejorar la calidad de vida de pacientes sedentarios tanto por sus efectos cardimeta bólicos como por su beneficio psicológico directo en relación a varios factores: el instrumento de trabajo es un cicloergómetro o bicicleta estática, dispositivo al que se puede adaptar la mayor parte de la población general; se introducen cambios frecuentes en la intensidad el trabajo, por lo que no resulta una actividad monótona; se realiza al ritmo de la música y con efectos de iluminación, creando un ambiente estimulante para su práctica; el monitor utiliza métodos de comunicación verbal y no verbal, que animan a los individuos a seguir la estructura de la sesión; y se realiza de forma colectiva, mejorando la adherencia.

6. Análisis por sexos

La participación de la mujer en estudios clínicos en los que se analiza el efecto de intervenciones con ejercicio físico en prevención cardiovascular primaria es escasa. La infrarrepresentación de la mujer en la investigación con actividad física afecta a la práctica clínica dado que se carece de evidencia científica para establecer recomendaciones adecuadas en cuanto a ejercicio físico en la mujer.

En la última década, se han desarrollado estudios dirigidos a la población femenina en los que se ha evaluado el beneficio de la aplicación de programas de ejercicio físico en mujeres con patologías específicas¹³²⁻¹³⁷. Sin embargo, todavía es poco frecuente la inclusión de mujeres y hombres en estudios en los que los participantes de ambos sexos son sometidos a un mismo plan de entrenamiento.

En los estudios que incluyen individuos de ambos sexos la representación femenina es generalmente menor. Además, los resultados obtenidos en estas investigaciones con frecuencia no son valorados con una perspectiva de género. Como consecuencia, aunque la evidencia científica en cuanto a ejercicio físico en la mujer es creciente es todavía insuficiente.

En nuestro estudio incluimos la perspectiva de sexo como recomienda la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres. En su artículo 20 establece que los poderes públicos en la elaboración de sus estudios y estadísticas “deberán incluir sistemáticamente la variable sexo”. Así pues, en el estudio objeto de la tesis incluimos mujeres (60% de la población total seleccionada) y analizamos los datos desagregados por sexo.

Nuestros resultados ponen en evidencia que un programa de ejercicio individualizado obtiene el mismo beneficio en mujeres y hombres. En los resultados desglosados por sexo las mujeres muestran el mismo nivel de adherencia al plan de entrenamiento con un elevado porcentaje de asistencia a las sesiones de ejercicio (82,3% en mujeres frente al 75,3% en hombres).

Asimismo, la mujeres no presentan eventos adversos al igual que ocurre con los hombres.

Como hemos detallado en los resultados, la población femenina que completó el programa de entrenamiento obtuvo el mismo beneficio que la masculina en todos los niveles evaluados:

- Composición corporal: ambos sexos experimentaron una pérdida de peso similar (3,6% en mujeres y 3% en hombres).
- Perfil metabólico: no hubo diferencias entre sexos en la disminución de HOMA-IR (0,93 en mujeres y 0,83 en hombres) ni en el descenso de PCR (1,21 mg/L en mujeres y 1,36 mg/L en hombres).
- Capacidad funcional: no se observaron desigualdades en el aumento de la RFC postesfuerzo (11,55 lpm en mujeres frente a 10,78 lpm en hombres) ni en el aumento del porcentaje previsto del pico de VO_2 (27,5% en mujeres y 28,15% en hombres).
- Calidad de vida: ambos sexos mejoraron su percepción sobre su calidad de vida, sin diferencias estadísticamente significativas en el aumento del EQ índice (0,112 en mujeres y 0,086 en hombres) ni en el aumento del EQ EVA (8,23 en mujeres y 7,23 en hombres).

En estudios epidemiológicos previos se ha cuantificado el aumento de la expectativa de vida dependiendo de la capacidad funcional:

1. En una cohorte de 5.721 mujeres sanas voluntarias (2003, Gulati et al)⁵⁹ se objetivó un incremento en la expectativa de vida del 17% por cada aumento de 1 MET (3,5 ml/kg/min de VO_2) en la capacidad funcional. En nuestro estudio, las mujeres aumentaron su capacidad funcional en 5,59 ml/kg/min.
2. En una muestra de 6.213 hombres referidos para la realización de una prueba de esfuerzo por síntomas (2002, Myers et al)⁶⁰ un aumento de 1 MET en la capacidad funcional se asoció a una reducción de la mortalidad por todas las causas del 12%. En nuestro estudio, los hombres aumentaron su capacidad funcional en 7,99 ml/kg/min.

La intervención que proponemos en el estudio, teniendo en cuenta el aumento del pico de VO_2 que proporciona y los resultados de los estudios previos, podría tener el potencial de mejorar la supervivencia en ambos sexos con una magnitud similar: un 27,2% en mujeres y un 27,4% en hombres.

En conclusión, el presente estudio muestra que una intervención con ejercicio físico individualizado en prevención cardiovascular primaria es igualmente eficaz en mujeres y en hombres. Por lo tanto, es importante la participación de la mujer en intervenciones comunitarias con ejercicio para mejorar su salud global. Además, es fundamental la inclusión de población femenina en estudios clínicos dirigidos a evaluar la eficacia de programas de ejercicio para aumentar la evidencia científica.

Desde nuestro punto de vista, la clave del éxito de una intervención comunitaria con ejercicio físico se encuentra en la personalización del plan de entrenamiento teniendo en cuenta la situación basal de cada individuo, siendo el sexo un factor determinante como lo pueden ser la edad, la composición corporal, la capacidad funcional o las comorbilidades, entre otros. Solo con este método es posible aproximar el beneficio real al esperado y minimizar el riesgo de eventos adversos.

DISCUSIÓN

LIMITACIONES Y PROYECCIÓN DEL ESTUDIO

1. Limitaciones

En primer lugar, destacar las limitaciones propias del diseño de estudio. Se trata de un estudio analítico, cuasi-experimental, de intervención, de tipo pre-post, en el que se comparan las variables respuesta antes y después de la exposición. Los individuos incluidos son sometidos al programa de ejercicio en su totalidad, no existe aleatorización de la intervención ni grupo control.

- En este tipo de estudios no se puede asegurar que los cambios aparecidos sean debidos a la propia intervención, a otras intervenciones o a factores no controlados. No obstante, en el presente trabajo los participantes no fueron sometidos a otro tipo de intervención (cambios en tratamiento médico, consejo dietético o intervención psicosocial), evitando la introducción de un sesgo de confusión en la interpretación de los resultados.
- En estudios con este diseño existe la posibilidad de que se produzca el efecto Hawthorne, el efecto placebo, la regresión a la media y el no control de la evolución natural de la enfermedad. Sin embargo, no es plausible que estos efectos puedan explicar por sí mismos los cambios observados en los participantes, con una magnitud de gran relevancia clínica.

En segundo lugar, se ha utilizado un muestreo por conveniencia no probabilístico. Los sujetos del estudio fueron seleccionados de forma oportunista entre los pacientes que acudieron de forma consecutiva a consulta médica o de enfermería y, por lo tanto, la muestra no es representativa de la población general.

Y por último señalar que el estudio cuenta con un pequeño tamaño muestral con una $N = 70$ individuos (38 provienen de la “población A” y 32 de la “población B”), seleccionados tras realizar cribado de un total de 101 pacientes; y un corto periodo de seguimiento (12 semanas).

- El tamaño muestral supera al calculado a priori para detectar los cambios esperados en las principales variables resultado (N = 20 individuos). Además, la potencia del estudio fue suficiente para demostrar un beneficio estadísticamente significativo en cada una de las esferas evaluadas: composición corporal, perfil metabólico, perfil cardiovascular y calidad de vida.
- El corto periodo de seguimiento no permite predecir los efectos a largo plazo del plan de entrenamiento. No es posible evaluar su capacidad para mantener la elevada adherencia o para lograr una mejoría progresiva o el mantenimiento de los resultados alcanzados de forma duradera.

2. Directrices para futuras investigaciones

El trabajo de investigación presentado es un estudio piloto realizado con el objetivo de evaluar el resultado de la aplicación de una intervención con ejercicio físico sobre pacientes sedentarios y con exceso de peso desde el ámbito de la atención primaria previo a su implantación a nivel de la comunidad. El estudio demuestra que la intervención presenta una elevada adherencia, un beneficio a nivel de la composición corporal, el perfil cardiometabólico y la calidad de vida, en ausencia de efectos adversos.

La eficacia y la seguridad del programa individualizado de ejercicio aeróbico combinando MICT y HIIT mediante ciclo indoor deben confirmarse en un ensayo clínico aleatorizado en el que los participantes sean randomizados para ser asignados al grupo intervención o al grupo control. Sería de especial interés incluir varios grupos de intervención con modalidades diferentes de ejercicio, dado que en el momento actual se desconoce cuál es la que presenta mejor balance riesgo/beneficio en pacientes sedentarios y obesos. Asimismo, se puede considerar introducir una intervención que asocie diferentes tratamientos (ejercicio, dieta, medicación y/o intervención psicosocial) para optimizar los resultados.

La evaluación de la aplicabilidad de la intervención a nivel comunitario para mejorar la salud de la población general precisa de futuras investigaciones. Por un lado, para asegurar que el grupo de individuos reclutados sea representativo de la población general y los resultados obtenidos sean extrapolables, sería recomendable incluir un mayor tamaño muestral y que la selección de los sujetos se realizara mediante muestreo probabilístico.

Asimismo, para predecir el impacto real del plan de entrenamiento sobre la morbimortalidad si se aplicara a nivel comunitario, sería aconsejable evaluar el efecto de la intervención a más largo plazo.

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

Una intervención con ejercicio físico aeróbico con cicloergómetro combinando MICT con HIIT aplicada de forma individualizada en pacientes sedentarios con exceso de peso u otros FRCV desde el ámbito de la atención primaria, es eficaz y segura.

El programa de ejercicio propuesto:

1. Cambia favorablemente la composición corporal con una reducción media de peso de 2,9 kg y del IMC de 1,1 puntos, a expensas de una disminución media de 2,7 kg de la masa grasa y de 12,6 cm² del AGV, sin cambios en la masa magra.
2. Mejora el estado metabólico mediante el control del perfil glucémico y de los marcadores de inflamación, sin cambios en el perfil lipídico, con un descenso medio de la glucemia basal de 9,4 mg/dL, de la HbA1c de 0,2%, del HOMA-IR de 0,89 puntos y de la PCR de 1,27 mg/L.
3. Confiere un perfil cardiovascular de menor riesgo con un aumento de 6,4 ml/kg/min en el pico de VO₂, de 32,5 W en la carga máxima de trabajo, de 12,26 lpm en la RFC postesfuerzo y una disminución de 13,8 lpm en FC basal y de 8,8/4,9 mmHg en TA basal.
4. Aumenta la calidad de vida con un incremento significativo del EQ índice de 0,102 puntos y de la EQ EVA en 7,84 puntos, con mejoría en cada una de las esferas vitales.
5. Muestra una elevada tasa de adherencia (79,5%), observándose una asociación inversa entre asistencia a las sesiones y tabaquismo activo.
6. No registra eventos adversos durante la implementación.
7. No muestra diferencias por sexo en los beneficios obtenidos.
8. Está adecuadamente optimizado con el apoyo de la tecnología que permite elaborar un diseño individualizado, aplicarlo de forma rigurosa y monitorizar los resultados de forma precisa.

CONCLUSIONES

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta internacional de actividad física (IPAQ).

Confirmar el nivel de actividad física según la versión corta del “CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA” (IPAQ)

Nos interesa conocer el tipo de actividad física que usted realiza en su vida cotidiana. Las preguntas se referirán al tiempo que se destinó a estar activo/a en los últimos 7 días.

NIVEL ACTIVIDAD FÍSICA

1. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizó **actividades físicas intensas**?
 - ejercicios físicos aeróbicos (correr, bicicleta o natación de alta intensidad), deportes competitivos (fútbol, baloncesto, balonmano, pelota, tenis), levantar pesos importantes...
2. Habitualmente, ¿cuántos minutos dedicó a realizar una actividad física intensa en uno de esos días?
3. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizó **actividades físicas moderadas**?
 - ejercicio físico suave excluyendo caminar: correr suave, pasear en bicicleta, trabajar en huerta o jardín, levantar pesos ligeros...
4. Habitualmente, ¿cuántos minutos dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?
5. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días **caminó** al menos 10 minutos seguidos?
6. Habitualmente, ¿cuántos minutos en total dedicó a caminar en uno de esos días?
7. Durante los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?

CARGA TOTAL DE ESFUERZO SEMANAL (METS)

Los METS totales son la suma de los METS de cada actividad:

ejercicio vigoroso + ejercicio moderado + caminata.

El cálculo de los METS de cada actividad se realiza con las siguientes fórmulas:

- METS ejercicio vigoroso: $8 \text{ METS} \times \text{días ejercicio vigoroso} \times \text{min al día}$
- METS ejercicio moderado: $4 \text{ METS} \times \text{días ejercicio moderado} \times \text{min al día}$
- METS caminata: $3,3 \text{ METS} \times \text{días de caminar} \times \text{min al día}$

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

NIVEL ALTO (actividad física vigorosa)

- ≥ 3 días de actividad física vigorosa alcanzando ≥ 1500 METS
- 7 días a la semana combinando cualquier ejercicio logrando ≥ 3000 METS

NIVEL MODERADO (actividad física moderada)

- ≥ 3 días de actividad física vigorosa por lo menos 20 min/día
- ≥ 5 días de actividad física moderada por lo menos 30 min/día
- ≥ 5 días de actividad física (caminar, moderada o vigorosa) con un total de ≥ 600 METS

NIVEL BAJO O INACTIVO (no cumplen los criterios anteriores)

Anexo 2. Encuesta de calidad de vida EQ-5D-5L (EuroQol Group).

Debajo de cada enunciado, marque UNA casilla, la que mejor describe su salud HOY.

MOVILIDAD

- No tengo problemas para caminar
- Tengo problemas leves para caminar
- Tengo problemas moderados para caminar
- Tengo problemas graves para caminar
- No puedo caminar

AUTO-CUIDADO

- No tengo problemas para lavarme o vestirme
- Tengo problemas leves para lavarme o vestirme
- Tengo problemas moderados para lavarme o vestirme
- Tengo problemas graves para lavarme o vestirme
- No puedo lavarme o vestirme

ACTIVIDADES COTIDIANAS *(Ej.: trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o actividades durante el tiempo libre)*

- No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas
- Tengo problemas leves para realizar mis actividades cotidianas
- Tengo problemas moderados para realizar mis actividades cotidianas
- Tengo problemas graves para realizar mis actividades cotidianas
- No puedo realizar mis actividades cotidianas

DOLOR / MALESTAR

- No tengo dolor ni malestar
- Tengo dolor o malestar leve
- Tengo dolor o malestar moderado
- Tengo dolor o malestar fuerte
- Tengo dolor o malestar extremo

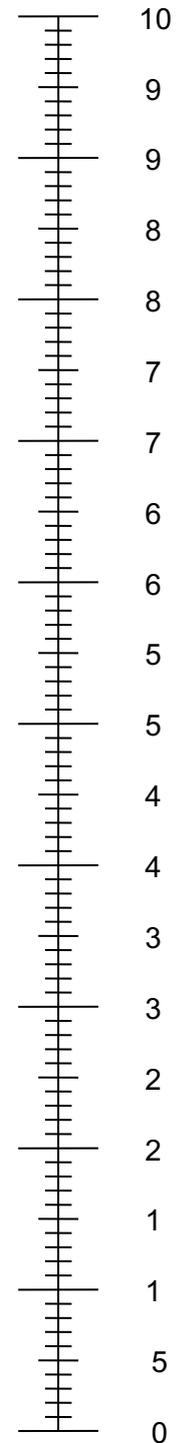
ANSIEDAD / DEPRESIÓN

- No estoy ansioso ni deprimido
- Estoy levemente ansioso o deprimido
- Estoy moderadamente ansioso o deprimido
- Estoy muy ansioso o deprimido
- Estoy extremadamente ansioso o deprimido

La mejor salud que
usted se pueda
imaginar

- Nos gustaría conocer lo buena o mala que es su salud HOY
- La escala está numerada del 0 al 100.
- 100 representa la mejor salud que usted se pueda imaginar.
0 representa la peor salud que usted se pueda imaginar.
- Marque con una X en la escala para indicar cuál es su estado de salud HOY.
- Ahora, en la casilla que encontrará a continuación escriba el número que ha marcado en la escala.

SU SALUD HOY =



La peor salud que
usted se pueda
imaginar

Anexo 3. Informe del Comité Ético de Investigación Clínica de Navarra.



**Comité Ético
de Investigación Clínica**
Pabellón de Docencia
Irunlarrea, 3
31008 PAMPLONA
Tlfno. 848 42 24 95
Fax 848 42 20 09

INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Doña Olga Díaz de Rada Pardo, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica de Navarra.

CERTIFICA

Que este Comité, en calidad de CEIC de referencia, ha evaluado con fecha 18 de enero de 2017, la propuesta relativa a la **modificación**:

Protocolo v.3.0 de 28nov2016
HIP y CI v.3.0 de 2ene2017
HIP y CI prueba de esfuerzo v.1.1 de 10mar2016

Pertenece al estudio:

Pyto2016/14	
Efecto de la aplicación de un programa individualizado de ciclismo indoor. Beneficio cardiovascular, en composición corporal y en calidad de vida.	
Investigador: Gemma Lacuey Lecumberri	Centro: Centro Deportivo Feel&Bike Centro de Salud Barañain I Centro de Salud Barañain II

Este Comité, emite un **INFORME FAVORABLE** para la realización de esta modificación relevante al estudio.

El CEIC, tanto en su composición como en los PNT, cumple con las normas de BPC CPMP/ICH/135/95).

Que a la fecha de aprobación de dicho ensayo, la composición del CEIC era la siguiente:

Presidente:	Jesús M ^a Arteaga Coloma	Nefrología
Vicepresidente:	Gonzalo Morales Blanquez	Neurofisiología
Secretaria:	Olga Díaz de Rada Pardo	Med. Prevent. y Salud Pública
Vocales:	Belén Sádaba Díaz de Rada	Farmacología Clínica
	Daniel Aliseda Pérez de Madrid	Oftalmología
	José Juan Rifón Roca	Hematología
	Victoria Gonzalez Toda	Asoc. Cons. Sta. M ^a la Real
	Sonsoles Martín Pérez	Enfermería
	Isabel Gil Aldea	Farmacología Clínica
	Antonio Viúdez Berral	Oncología Médica

Lo que firmo en Pamplona, a 18 de enero de 2017.

Firmado: Olga Díaz de Rada Pardo.


 Nafarroako Gobernua
 Gobierno de Navarra
 Ikerketa Klinikorako Batzorde Etikoa
 Comité Ético de Investigación Clínica

18 ENE 2017

Irteera zk.:
Salida N°.: 13



Anexo 4. Hoja de información al paciente y consentimiento informado.

**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN:
EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA INDIVIDUALIZADO DE
CICLO INDOOR. BENEFICIO CARDIOVASCULAR, EN COMPOSICION
CORPORAL Y EN CALIDAD DE VIDA**

Nº:

D./Dña. _____, con D.N.I.

Facultativo que le informa: Gemma Lacuey Lecumberri. Nº de colegiado 3107236

Centro médico-deportivo: Feel&Bike.

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud de la Universidad Pública de Navarra

Fecha:

INFORMACIÓN

El sedentarismo es uno de los problemas más importantes de salud pública. La práctica regular de ejercicio físico es una recomendación establecida para mejorar la salud de la población general. Se asocia de forma independiente a la disminución del riesgo cardiovascular y metabólico y aumenta la percepción de la calidad de vida. Los resultados mejoran si la prescripción de ejercicio físico se realiza de forma individualizada.

El proyecto de investigación en el que se le propone participar pretende estudiar el beneficio de un programa individualizado de ciclismo indoor en pacientes sedentarios sobre la salud global. Se registrarán los datos disponibles en su historia clínica del Sistema Navarro de Salud y los datos de su examen médico realizado en el centro de Salud de Barañáin y en el centro médico-deportivo Feel&Bike: entrevista incluyendo antecedentes personales e historia clínica actual, exploración física básica, análisis de sangre, análisis de la composición corporal por bioimpedancia, evaluación de la capacidad cardiopulmonar mediante cicloergoespirometría y encuesta de calidad de vida.

Las variables principales que se determinarán son: datos demográficos, nivel previo de ejercicio físico, objetivos personales, factores de riesgo cardiovascular, enfermedades relevantes, composición corporal, cicloergoespirometría y encuesta de calidad de vida. Estos parámetros se utilizarán para adaptar su programa de ejercicio a su estado de salud y de este modo obtener el máximo beneficio con el mínimo riesgo. Los resultados del estudio procederán del análisis del cambio de estos parámetros con el desarrollo del programa de ejercicio.

El estudio respetará las normas de confidencialidad. Sus datos y los resultados del estudio se utilizarán de forma anónima con fines de investigación o fines docentes.

Si usted participa en el estudio, lo hará de forma gratuita: no deberá pagar los costes de su participación en el estudio ni recibirá compensación económica. Por lo tanto, no deberá abonar los costes de la realización del examen médico completo, de la elaboración del programa de entrenamiento individualizado ni las sesiones de ciclismo indoor que reciba, desde el inicio hasta la finalización del estudio.

RIESGOS

Si participa en el estudio se le incluirá en un programa de ejercicio basado en ciclismo indoor individualizado teniendo en cuenta el resultado de una cicloergoespirometría (prueba de esfuerzo cardiopulmonar con bicicleta).

Los riesgos a los que se somete son los derivados de la realización de la cicloergoespirometría y de la práctica de ejercicio durante el periodo de entrenamiento.

Durante el esfuerzo físico se pueden producir cambios que dan lugar a molestias: respuesta anormal de la tensión arterial o la frecuencia cardiaca, fatiga, sensación de ahogo, angina de pecho, palpitaciones, alteraciones de ritmo cardiaco, mareos e incluso pérdida de conocimiento. En raras ocasiones, estas molestias pueden derivar a complicaciones graves: infarto de miocardio, paro cardiaco o muerte. Estos riesgos los minimizamos estudiando su caso y controlando su estado físico durante la cicloergoespirometría y su frecuencia cardiaca durante el periodo de entrenamiento. Disponemos de un equipo humano entrenado y del material de emergencia necesarios.

EQUIPO INVESTIGADOR

Investigador principal:

- Gemma Lacuey Lecumberri, médico especialista en Cardiología, nº col. 3107236

Otros investigadores:

A. Médicos especialistas y residentes de Medicina Familiar y Comunitaria o Medicina Interna (Centros de Salud de Barañáin):

- Itziar Blanco Platero, n.º col. 3106370
- Fernando Calle Irastorza, n.º col. 31-6239-6
- Marian Erdozain Baztan, n.º col. 3105477
- Álvaro Arribas Cerezo, n.º col. 3108292
- Leire Martínez Alderete, n.º col. 3108322
- Sara Solas Ruiz, n.º col. 0905438

B. Enfermeras (Centros de Salud de Barañáin):

- Elena Aparicio Prieto, n.º col 9962
- Beatriz Calvo Hernando, n.º col 8936

Otros colaboradores (instructores de ciclo indoor de Feel&Bike):

- Fermín Uztarroz Elkano
- Silvia Tirapu Urrestarazu

CONSULTE AL MÉDICO INFORMANTE CUALQUIER DUDA QUE TENGA SOBRE EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN O SOBRE ESTE DOCUMENTO.

DECLARACIONES Y FIRMAS

Declaro que:

1. Se me ha explicado de forma clara en qué consiste mi participación en el estudio.
2. Autorizo que mis datos personales obtenidos durante el estudio y los procedentes de la consulta de mi historia clínica del Sistema Navarro de Salud, sean utilizados con fines de investigación o con fines docentes.
3. Se me ha informado con detalle de los riesgos derivados de los procedimientos diagnósticos y del entrenamiento con ciclo indoor.
4. Entiendo que no se me pueden dar garantías sobre los resultados de las pruebas diagnósticas realizadas y del plan de entrenamiento propuesto.
5. He tenido ocasión de hacer todas las preguntas que he deseado.
6. Conozco de la posibilidad de revocar este consentimiento en cualquier momento.
7. He recibido una copia del documento.
8. Ponderados los riesgos y las ventajas, he decidido dar mi **AUTORIZACIÓN** para participar en el estudio.

Nombre y apellidos del paciente:

Nombre y apellidos del facultativo: Gemma Lacuey Lecumberri Nº colegiado: 3107236

Firma del paciente

Firma del médico

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WHO. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/94384/9789241506236_eng.pdf;jsessionid=C2A7DF4B0B47A98FA965FBBC360E317E?sequence=1
[consultado 2 Ene 2020]
2. WHO. Global Physical Activity Surveillance.
https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/physical_activity_text/en/
[consultado 2 Ene 2020]
3. 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 Oct;6(10):e1077-e1086. doi: 10.1016/S2214-109X(18)30357-7.
4. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Nacional de Salud de España 2017 (ENSE 2017).
https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ACTIVIDAD_FISICA.pdf [consultado 2 Ene 2020]
5. Young DR, Hivert MF, Alhassan S, Camhi SM, Ferguson JF, Katzmarzyk PT, et al. Sedentary behavior and cardiovascular morbidity and mortality: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation*. 2016 Sep 27;134(13):e262-79. doi: 10.1161/CIR.0000000000000440.
6. Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med*. 2015 Jan 20;162(2):123-32. doi: 10.7326/M14-1651.
7. de Rezende LF, Rodrigues Lopes M, Rey-López JP, Matsudo VK, Luiz OC. Sedentary behavior and health outcomes: an overview of systematic reviews. *PLoS One*. 2014 Aug 21;9(8):e105620. doi: 10.1371/journal.pone.0105620.

8. Chau JY, Grunseit AC, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Matthews CE, Bauman AE, van der Ploeg HP. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS One*. 2013 Nov 13;8(11):e80000. doi: 10.1371/journal.pone.0080000.
9. van der Ploeg HP, Chey T, Korda RJ, Banks E, Bauman A. Sitting time and all-cause mortality risk in 222 497 Australian adults. *Arch Int Med*. 2012 Mar 26;173(6):494–500. doi: 10.1001/archinternmed.2011.2174.
10. Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med*. 2011 Aug;41(2):207–15. doi: 10.1016/j.amepre.2011.05.004.
11. Proper KI, Singh AS, van Mechelen W, Chinapaw MJ. Sedentary behaviors and health outcomes among adults: a systematic review of prospective studies. *Am J Prev Med*. 2011 Feb;40(2):174-82. doi: 10.1016/j.amepre.2010.10.015.
12. Wang X, Li Y, Fan H. The associations between screen timebased sedentary behavior and depression: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2019 Nov 14;19(1):1524. doi: 10.1186/s12889-019-7904-9.
13. Madhav KC, Sherchand SP, Sherchan S. Association between screen time and depression among US adults. *Prev Med Rep*. 2017 Aug 16;8:67-71. doi: 10.1016/j.pmedr.2017.08.005.
14. Teychenne M, Costigan SA, Parker K. The association between sedentary behavior and risk of anxiety: a systematic review. *BMC Public Health*. 2015 Jun 19;15:513. doi: 10.1186/s12889-015-1843-x.
15. Aadahl M, Andreasen AH, Hammer-Helmich L, Buhelt L, Jorgensen T, Glümer C. Recent temporal trends in sleep duration, domain-specific sedentary behaviour and physical activity. A survey among 25-79-year-old Danish adults. *Scand J Public Health*. 2013 Nov;41(7):706–11. doi: 10.1177/1403494813493151.

16. Koster A, Caserotti P, Patel KV, Matthews CE, Berrigan D, Van Domelen DR, et al. Association of sedentary time with mortality independent of moderate to vigorous physical activity. *PLoS One*. 2012;7(6):e37696. doi: 10.1371/journal.pone.0037696.
17. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012 Jul 21;380(9838):219-29. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61031-9.
18. Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk PT, van Mechelen W, et al. The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *Lancet*. 2016 Sep 24;388(10051):1311-24. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30383-X.
19. WHO. Report of the commission on ending childhood obesity. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259349/WHO-NMH-PND-ECHO-17.1-eng.pdf?sequence=1> [consultado 2 Ene 2020]
20. GBD 2015 Obesity Collaborators. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *N Engl J Med* 2017 Jul;377:13-27. doi: 10.1056/NEJMoa1614362.
21. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19,2 million participants. *Lancet*. 2016 Apr 2;387(10026):1377-1396. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30054-X.
22. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Nacional de Salud de España 2017 (ENSE 2017). https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ENSE2017_notatecnica.pdf [consultado 2 Ene 2020]
23. Basterra-Gortari FJ, Bes-Rastrollo M, Ruiz-Canela M, Gea A, Martinez-Gonzalez MA. Prevalencia de obesidad y diabetes en adultos españoles, 1987-2012. *Med Clin (Barc)* 2017 Mar;148(6):250–256. doi: 10.1016/j.medcli.2016.11.022.

24. Sorop O, Olver TD, van de Wouw J, Heinonen I, van Duin RW, Duncker DJ, et al. The microcirculation: a key player in obesity-associated cardiovascular disease. *Cardiovasc Res.* 2017 Jul 1;113(9):1035-1045. doi: 10.1093/cvr/cvx093.
25. Susic D, Varagic J. Obesity: a perspective from hypertension. *Med Clin North Am.* 2017 Jan;101(1):139-157. doi: 10.1016/j.mcna.2016.08.008.
26. Al-Goblan AS, Al-Alfi MA, Khan MZ. Mechanism linking diabetes mellitus and obesity. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2014 Dec 4;7:587-91. doi: 10.2147/DMSO.S67400.
27. Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després JP. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014 Jan-Feb;56(4):369-81. doi: 10.1016/j.pcad.2013.10.016.
28. Kachur S, Lavie CJ, de Schutter A, Milani RV, Ventura HO. Obesity and cardiovascular diseases. *Minerva Med.* 2017 Jun;108(3):212-228. doi: 10.23736/S0026-4806.17.05022-4.
29. De Pergola G, Silvestris F. Obesity as a mayor risk factor for cancer. *J Obes.* 2013;2013:291546. doi: 10.1155/2013/291546.
30. Lauby-Secretan B, Scoccianti C, Loomis D, Grosse Y, Bianchini F, Straif K; International Agency for Research on Cancer Handbook Working Group. Body fatness and cancer—Viewpont of the IARC Working Group. *N Engl J Med.* 2016 Aug 25;375(8):794-8. doi: 10.1056/NEJMSr1606602.
31. Arnold M, Leitzmann M, Freisling H, Bray F, Romieu I, Renehan A, et al. Obesity and cancer: an update of the global impact. *Cancer Epidemiol.* 2016 Apr;41:8-15. doi: 10.1016/j.canep.2016.01.003.
32. Pischon T, Nimpstsch K. Obesity and risk of cancer: a introductory overview. *Recent Results Cancer Res.* 2016;208:1-15. doi: 10.1007/978-3-319-42542-9_1.
33. Global BMI Mortality Collaboration. Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective Studies in four continents. *Lancet.* 2016 Aug 20;388(10046):776-86. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30175-1.

34. Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI. Association of all cause mortality with overweight and obesity using standar body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2013 Jan 2;309(1):71-82. doi: 10.1001/jama.2012.113905.
35. Elagizi A, Kachur S, Lavie CJ, Carbone S, Pandey A, Ortega FB, et al. An overview and update on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases. *Prog Cardiovasc Dis*. 2018 Jul - Aug;61(2):142-150. doi: 10.1016/j.pcad.2018.07.003.
36. Tremmel M, Gerdtham UG, Nilsson PM, Saha S. Economic burden of obesity: a systematic literature review. *Int J Environ Res Public Health*. 2017 Apr 19;14(4). pii: E435. doi: 10.3390/ijerph14040435.
37. Kim DD, Basu A. Estimating the medical care cost of obesity in the united states: systematic review, meta-analysis, and empirical analysis. *Value Health*. 2016 Jul-Aug;19(5):602-13. doi: 10.1016/j.jval.2016.02.008.
38. Spieker EA, Pyzocha N. Economic impact of obesity. *Prim Care*. 2016 Mar;43(1):83-95, viii-ix. doi: 10.1016/j.pop.2015.08.013. *JAMA*. 2013 Jan 2;309(1):71-82. doi: 10.1001/jama.2012.113905.
39. Dee A, Kearns K, O'Neill C, Sharp L, Staines A, O'Dwyer V, et al. The direct an indirect cost of both overweight and obesity: a systematic review. *BMC Res Notes*. 2014 Apr 16;7:242. doi: 10.1186/1756-0500-7-242.
40. Hellsten Y, Nyberg M. Cardiovascular adaptation to exercise training. *Compr Physiol*. 2015 Dec 15;6(1):1-32. doi: 10.1002/cphy.c140080.
41. Golbidi S, Laher I. Exercise and the cardiovascular system. *Cardiol Res Pract*. 2012;2012:210852. doi: 10.1155/2012/210852.
42. Schüttler D, Clauss S, Wckbach LT, Brunner S. Molecular mechanisms of cardiac remodeling and regeneration in physical exercise. *Cells*. 2019 Sep 23;8(10). pii: E1128. doi: 10.3390/cells8101128.
43. Wasserman K. Exercise testing and interpretation. Fifth edition. 2012. Editor, Lippincott Williams & Wilkins.
44. López Chicharro JL, López Mojares LM. *Fisiología clinician del ejercicio*. 3ª Edición. 2008. Editorial Panamericana.

45. De Feo P, Di Loreto C, Lucidi P, Murdolo G, Parlanti N, De Cicco A, et al. Metabolic response to exercise. *J Endocrinol Invest*. 2003 Sep;26(9):851-4. doi: 10.1007/bf03345235.
46. Rivera-Brown AM, Frontera WR. Principles of exercise physiology: responses to acute exercise and long-term adaptations to training. *PM R*. 2012 Nov;4(11):797-804. doi: 10.1016/j.pmrj.2012.10.007.
47. Loat CE, Rhodes EC. Relationship between the lactate and ventilator thresholds during prolonged exercise. *Sports Med*. 1993 Feb;15(2):104-15. doi: 10.2165/00007256-199315020-00004.
48. Meyer T, Faude O, Scharhag J, Urhausen A, Kindermann W. Is lactic acidosis a cause of exercise induced hyperventilation at the respiratory compensation point? *Br J Sports Med*. 2004 Oct;38(5):622-5. doi: 10.1136/bjism.2003.007815.
49. Mezzani A. Cardiopulmonary exercise testing: basics of methodology and measurements. *Ann Am Thorac Soc*. 2017 Jul;14(Supplement_1):S3-S11. doi: 10.1513/AnnalsATS.201612-997FR.
50. Dolezal BA, Storer TW, Neufeld EV, Smooke S, Tseng CH, Cooper CB. A systematic method to detect the metabolic threshold from gas exchange during incremental exercise. *J Sports Sci Med*. 2017 Aug 8;16(3):396-406.
51. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L, et al. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation*. 2012 Oct 30;126(18):2261-74. doi: 10.1161/CIR.0b013e31826fb946.
52. Guazzi M, Arena R, Halle M, Piepoli MF, Myers J, Lavie CJ. 2016 Focused update: clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation*. 2016 Jun 14;133(24):e694-711. doi: 10.1161/CIR.0000000000000406.
53. Mann T, Lamberts RP, Lambert MI. Methods of prescribing relative exercise intensity: physiological and practical considerations. *Sports Med*. 2013 Jul;43(7):613-25. doi: 10.1007/s40279-013-0045-x.

54. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, Albus C, Brotons C, Catapano AL, et al. 2016 European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2016 Aug 1;37(29):2315-2381. doi: 10.1093/eurheartj/ehw106.
55. Fiuza-Luces C, Santos-Lozano A, Joyner M, Carrera-Bastos P, Picazo O, Zugaza JL, et al. Exercise benefits in cardiovascular disease: beyond attenuation of traditional risk factors. *Nat Rev Cardiol*. 2018 Dec;15(12):731-743. doi: 10.1038/s41569-018-0065-1.
56. Cole CR, Blackston EH, Pashkow FJ, et al. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Eng J Med*. 1999 Oct 28;341(18):1351-7. doi: 10.1056/NEJM199910283411804.
57. Höchsmann C, Dorling JL, Apolzan JW, et al. Effect of different doses of supervised aerobic exercise on heart rate recovery in inactive adults who are overweight or obese: results from E-MECHANIC. *Eur J Appl Physiol*. 2019 Sep;119(9):2095-2103. doi: 10.1007/s00421-019-04198-3.
58. Barry VW, Baruth M, Beets MW, et al. Fitness vs. fatness on all-cause mortality: a meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014 Jan-Feb;56(4):382-90. doi: 10.1016/j.pcad.2013.09.002.
59. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation*. 2003;108:1554-9. doi: 10.1161/01.CIR.0000091080.57509.E9.
60. Myers J, Prakash M, Froelicher V, et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002; 346:793-801. doi: 10.1056/NEJMoa011858.
61. Boniol M, Dragomir M, Autlier P, Boyle P. Physical activity and change in fasting glucose and HbA1c: a quantitative meta-analysis of randomized trials. *Acta Diabetol*. 2017 Nov;54(11):983-991. doi: 10.1007/s00592-017-1037-3.
62. Umpierre D, Riberiro PA, Kramer CK, Leitao CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, et al. Physical activity advice only or structured exercise training an association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review an

meta-analysis. *JAMA*. 2011 May 4;305(17):1790-9. doi: 10.1001/jama.2011.576.

63. Jadhav RA, Hazari A, Monterio A, Kumar S, Maiya AG. Effect of physical activity intervention in prediabetes: a systematic review with meta-analysis. *J Phys Act Health*. 2017 Sep;14(9):745-755. doi: 10.1123/jpah.2016-0632.

64. Khoo J, Dhamodaran S, Chen DD, Yap SY, Chen RY, Tian RH. Exercise-induced weight loss is more effective than dieting for improving adipokine profile, insulin resistance, and inflammation in obese men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2015;25:566–575. doi: 10.1123/ijsnem.2015-0025.

65. Wang Y, Xu D. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. *Lipids Health Dis*. 2017;16:132. doi: 10.1186/s12944-017-0515-5.

66. Kodama S, Tanaka S, Saito K, Shu M, Sone Y, Onitake F, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2007;167:999–1008. doi: 10.1001/archinte.167.10.999.

67. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise, lipids, and lipoproteins in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol*. 2005;8(4):206-214. doi: 10.1111/j.0197-3118.2005.03769.x

68. Sponder M, Campean IA, Dalos D, Emich M, Fritzer-Szekeres M, Litschauer B, et al. Effect of long-term physical activity on PCSK9, high and low-density lipoprotein cholesterol, and lipoprotein(a) levels: a prospective observational trial. *Pol Arch Intern Med*. 2017 Aug 9;127(7-8):506-511. doi: 10.20452/pamw.4044.

69. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2005 Apr;98(4):1154-62. doi: 10.1152/jappphysiol.00164.2004.

70. Fedewa MV, Hathaway ED, Ward-Ritacco CL. Effect of exercise training on C reactive protein: a systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. 2017 Apr;51(8):670-676. doi: 10.1136/bjsports-2016-095999.

71. Lakka TA, Lakka HM, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, et al. Effect of exercise training on plasma levels of C-reactive protein in healthy adults: the HERITAGE Family Study. *Eur heart J*. 2005 Oct;26(19):2018-25. doi: 10.1093/eurheartj/ehi394.
72. Hammonds TL, Gathright EC, Goldstein CM, Penn MS, Hughes JW. Effects of exercise on c-reactive protein in healthy patients and in patients with heart disease: A meta-analysis. *Heart Lung*. 2016 May-Jun;45(3):273-282. doi: 10.1016/j.hrtlng.2016.01.009.
73. Booth J, Moseley GL, Schiltenswolf M, Cashin A, Davies M, Hübscher M. Exercise for chronic musculoskeletal pain: a biopsychosocial approach. *Musculoskeletal Care*. 2017 Dec;15(4):413-421. doi: 10.1002/msc.1191.
74. Daenen L, Varkey E, Kellmann M, Nijs J. Exercise, not to exercise, or how to exercise in patients with chronic pain? Applying science to practice. *Clin J Pain*. 2015 Feb;31(2):108-14. doi: 10.1097/AJP.0000000000000099.
75. Ambrose KR, Golightly YM. Physical exercise as non-pharmacological treatment of chronic pain: why and when. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2015 Feb;29(1):120-30. doi: 10.1016/j.berh.2015.04.022.
76. Chekroud SR, Gueorguieva R, Zheutlin AB, Paulus M, Krumholz HM, Krystal JH, et al. Association between physical exercise and mental health in 1.2 million individuals in the USA between 2011 and 2015: a cross-sectional study. *Lancet Psychiatry*. 2018 Sep;5(9):739-746. doi: 10.1016/S2215-0366(18)30227-X.
77. White RL, Babic MJ, Parker PD, Lubans DR, Astell-Burt T, Lonsdale C. Domain-specific physical activity and mental health: a meta-analysis. *Am J Prev Med*. 2017 May;52(5):653-666. doi: 10.1016/j.amepre.2016.12.008.
78. Kvam S, Kleppe CL, Nordhus IH, Hovland A. Exercise as a treatment for depression: a meta-analysis. *J Affect Disord*. 2016 Sep 15;202:67-86. doi: 10.1016/j.jad.2016.03.063.
79. Stanton R, Reaburn P. Exercise and the treatment of depression: a review of the exercise program variables. *J Sci Med Sport*. 2014 Mar;17(2):177-82. doi: 10.1016/j.jsams.2013.03.010.

80. Stubbs B, Vancampfort D, Rosenbaum S, Firth J, Cosco T, Veronese N, et al. An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress-related disorders: a meta-analysis. *Psychiatry Res.* 2017 Mar;249:102-108. doi: 10.1016/j.psychres.2016.12.020.
81. Stonerock GL, Hoffman BM, Smith PJ, Blumenthal JA. Exercise as Treatment for anxiety: systematic review and analysis. Stonerock GL, Hoffman BM, Smith PJ, Blumenthal JA. *Ann Behav Med.* 2015 Aug;49(4):542-56. doi: 10.1007/s12160-014-9685-9.
82. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. WHO. 2010.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44399/9789241599979_eng.pdf;jsessionid=C5094689CC41BD3317FF29BB6E541764?sequence=1
 [consultado 2 Ene 2020]
83. Crespo-Salgado JJ, Delgado-Martín JL, Blanco-Iglesias O, Aldecoa-Landesa S. Basic guidelines for detecting sedentarism and recommendations for physical activity in primary care. *Aten Primaria.* 2015;47(3):175-183. doi: 10.1016/j.aprim.2014.09.004.
84. Sanchez A, Bully P, Martinez C, Grandes G. Effectiveness of physical activity promotion interventions in primary care: a review of reviews. *Prev Med.* 2015 Jul;76 Suppl:S56-67. doi: 10.1016/j.ypmed.2014.09.012.
85. Orow G, Kinmonth AL, Sanderson S, Sutton S. Effectiveness of physical activity promotion based in primary care: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMJ.* 2012 Mar 26;344:e1389. doi: 10.1136/bmj.e1389.
86. Lamming L, Pears S, Mason D, Morton K, Bijker M, Hardeman W. What do we know about brief interventions for physical activity that could be delivered in primary care consultations? A systematic review of reviews. *Prev Med.* 2017. Jun;99:152-163. doi: 10.1016/j.ypmed.2017.02.017.
87. National Institute for Health and Care Excellence. Physical activity: brief advice for adults in primary care. NICE public health guidance [PH44]. 2013. <https://www.nice.org.uk/guidance/ph44>. [consultado 2 Ene 2020]

88. Pescatello LS. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Ninth edition. 2014. Lippincott William & Wilkins.
89. Narayanan K, Bougouin W, Scharifzadehgan A, Waldmann V, Karam N, Marijon E, et al. Sudden cardiac death during sports activities in the general population. *Card Electrophysiol Clin*. 2017 Dec;9(4):559-567. doi: 10.1016/j.ccep.2017.07.007.
90. Marijon E, Tafflet M, Celermajer DS, Dumas F, Perier MC, Mustafic H, et al. Sports-related sudden death in the general population. *Circulation*. 2011 Aug 9;124(6):672-81. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.008979.
91. Riebe D, Franklin BA, Thompson PD, Garber CE, Whitfield GP, Magal M, et al. Updating ACSM's recommendations for exercise preparticipation health screening. *Med Sci Sports Exerc*. 2015 Nov;47(11):2473-9. doi: 10.1249/MSS.0000000000000664.
92. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013 Aug 20;128(8):873-934. doi: 10.1161/CIR.0b013e31829b5b44.
93. Sattelmair J, Pertman J, Ding EL, Kohl HW, Haskel W, Lee IM. Dose response between physical activity risk of coronary heart disease: a meta-analysis. *Circulation*. 2011;124:789–95. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.010710.
94. Moore SC, Patel AV, Matthews CE, Berrington de Gonzalez A, Park Y, Katki HA, et al. Leisure time physical activity of moderate to vigorous intensity and mortality: a large pooled cohort analysis. *PLoS Med*. 2012;9:e1001335. doi: 10.1371/journal.pmed.1001335.
95. Vella CA, Taylor K, Drummer D. High-intensity interval and moderate-intensity continuous training elicit similar enjoyment and adherence levels in overweight and obese adults. *Eur J Sport Sci*. 2017 Oct;17(9):1203-1211. doi: 10.1080/17461391.2017.1359679.

96. Wewege M, van der Berg R, Ward RE, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults. A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2017 Jun;18(6):635-646. doi: 10.1111/obr.12532.
97. Fisher G, Brown AW, Bohan Brown MM, Alcorn A, Noles C, Winwood L, et al. High intensity interval- vs moderate intensity- training por improving cardiometabolic health in overweight or obese males: a randomized controlled trial. *PLoS One.* 2015 Oct 21;10(10):e0138853. doi: 10.1371/journal.pone.0138853.
98. Way KL, Sultana RN, Sabag A, Baker MK, Hohnson NA. The effect of high intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24h blood pressure responses: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2019 Apr;22(4):385-391. doi: 10.1016/j.jsams.2018.09.228.
99. Costa EC, Hay JL, Kehler DS, Boreskie KF, Arora RC, Umpierre D, et al. Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on pressure in adults with pre- to established hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Med.* 2018 Sep;48(9):2127-2142. doi: 10.1007/s40279-018-0944-y.
100. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2015 May;45(5):679-92. doi: 10.1007/s40279-015-0321-z.
101. Gallo-Villegas J, Aristizabal JC, Estrada M, Valvuela LH, Narvaez-Sanchez R, Osorio J, et al. Efficacy of high-intensity, low-volumen interval training compared to continuous aerobic training on insulin resistance, skeletal muscle structure and function in adults with metabolic syndrome: study protocol for a randomized controlled clinical trial (Intraining-MET). *Trials.* 2018 Feb 27;19(1):144. doi: 10.1186/s13063-018-2541-7.
102. Fealy CE, Nieuwoudt S, Foucher JA, Scelsi AR, Malin SK, Pagadala M, et al. Functional high-intensity exercise training ameliorates insulin resistance

- and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes. *Exp Physiol*. 2018 Jul;103(7):985-994. doi: 10.1113/EP086844.
103. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, et al. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev*. 2015 Nov;16(11):942-61. doi: 10.1111/obr.12317.
104. Clark MM, Niaura R, King TK, Pera V. Depression, smoking, activity level, and health status: pretreatment predictors of attrition in obesity treatment. *Addict Behav* 1996 Jul-Aug;21(4):509-13. doi: 10.1016/0306-4603(95)00081-x.
105. Arrebola Vivas E, López Plaza B, Koester Weber T, Bermejo López L, Palma Milla S, Lisbona Catalán A, et al. Predictor variables for low adherence to a lifestyle modification program of overweight treatment in primary health care. *Nutr Hosp*. 2013 Sep-Oct;28(5):1530-5. doi: 10.3305/nh.2013.28.5.6781.
106. Cadmus-Bertram L, Irwin M, Alfano C, Campbell K, Duggan C, Foster-Chubert K, et al. Predicting adherence of adults to a 12-month exercise intervention. *J Phys Act Health*. 2014 Sep;11(7):1304-12. doi: 10.1123/jpah.2012-0258.
107. Burgess E, Hassmén P, Pumpa KL. Determinants of adherence to lifestyle intervention in adults with obesity: a systematic review. *Clin Obes* 2017 Jun;7(3):123-135. doi: 10.1111/cob.12183.
108. Reljic D, Lampe D, Wolf F, Zopf Y, Herrmann HJ, Fisher J. Prevalence and predictors of dropout from high-intensity interval training in sedentary individuals: A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Sep;29(9):1288-1304. doi: 10.1111/sms.13452.
109. Antoniewicz F, Brand R. Dropping out or keeping up? Early dropouts, late-dropouts, and maintainers differ in their automatic evaluations of exercise already before a 14-week exercise course. *Front Psychol*. 2016 Jun 2;7:838. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00838.

110. Farrance C, Tsofliou F, Clark C. Adherence to community based group exercise interventions for older people: a mixed-methods systematic review. *Prev Med.* 2016 Jun;87:155-166. doi: 10.1016/j.ypmed.2016.02.037.
111. Kelley GA, Kelley KS. Dropouts and compliance in exercise interventions targeting bone mineral density in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Osteoporos.* 2013;2013:250423. doi: 10.1155/2013/250423.
112. Linke SE, Gallo LC, Norman GJ. Attrition and adherence rates of sustained vs. intermittent exercise interventions. *Ann Behav Med.* 2011 Oct;42(2):197-209. doi: 10.1007/s12160-011-9279-8.
113. Nam S, Dobrosielski DA, Steward KJ. Predictors of exercise intervention dropout in sedentary individuals with type 2 diabetes. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2012 Nov-Dec;32(6):370-8. doi: 10.1097/HCR.0b013e31826be485.
114. Beavers KM, Ambrosius WT, Rejeski WJ, Burdette JH, Walkup MP, Sheedy JL, et al. Effect of exercise type during intentional weight loss on body composition in older adults with obesity. *Obesity (Silver Spring).* 2017 Nov;25(11):1823-1829. doi: 10.1002/oby.21977.
115. Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N Engl J Med.* 2017 May18;376(20):1943-1955. doi: 10.1056/NEJMoa1616338.
116. Neeland IJ, Poirier P, Després. Cardiovascular and metabolic heterogeneity of obesity: clinical challenges and implications for management. *Circulation.* 2018 Mar 27;137(13):1391-1406. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.029617.
117. Sam S. Differential effect of subcutaneous abdominal and visceral adipose tissue on cardiometabolic risk. *Horm Mol Biol Clin Investig.* 2018 Mar 9;33(1). pii: /j/hmbci.2018.33.issue-1/hmbci-2018-0014/hmbci-2018-0014.xml. doi: 10.1515/hmbci-2018-0014.

118. Hill JH, Solt C, Foster MT. Obesity associated disease risk: the role of inherent differences and location of adipose depots. *Horm Mol Biol Clin Investig.* 2018 Mar 16;33(2). pii: /j/hmbci.2018.33.issue-2/hmbci-2018-0012/hmbci-2018-0012.xml. doi: 10.1515/hmbci-2018-0012.
119. Ismail I, Keating SE, Baker MK, Johnson NA. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs resistance exercise training on visceral fat. *Obes Rev.* 2012 Jan;13(1):68-91. doi: 10.1111/j.1467-789X.2011.00931.x.
120. Vissers D, Hens W, Taeymans J, Baeyens JP, Poortmans J, Van Gaal L. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2013;8: e56415. doi: 10.1371/journal.pone.0056415.
121. Murabito JM, Pedley A, Massaro JM, et al. Moderate-to-vigorous physical activity with accelerometry is associated with visceral adipose tissue in adults. *J Am Heart Assoc.* 2015;4: e001379. doi: 10.1161/JAHA.114.001379.
122. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas MI, Corella D, Arós F, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a mediterranean diet supplemented with extra-vigin olive oil or nuts. *N Engl J Med.* 2018 Jun 21;378(25):e34. doi: 10.1056/NEJMoa1800389.
123. Salas-Salvadó J, Díaz-López A, Ruiz-Canela M, Basora J, Fitó M, Corella D, et al. Effect of a lifestyle intervention program with energy-restricted Mediterranean diet an exercise on weight loss and cardiovascular risk factors: one-year results of the PREDIMED-Plus Trial. *Diabetes Care.* 2019 May;42(5):777-788. doi: 10.2337/dc18-0836.
124. Baek JH, Kim H, Kum KY, Jung J. Insuline resistance and the risk of diabetes and dysglycemia in Korean general adult population. *Diabetes Metabl J.* 2018 2018 Aug;42(4):296-307. doi: 10.4093/dmj.2017.0106.
125. Saeedi R, Frohlich J. Lipoprotein (a), an independent cardiovascular risk marker. *Clin Diabetes Endocrinol.* 2016 Mar 31;2:7. doi: 10.1186/s40842-016-0024-x.

126. Boffa MB. Emerging therapeutic options for lowering of lipoprotein(a): implications for prevention of cardiovascular disease. *Curr Atheroscler Rep.* 2016 Dec;18(12):69. doi: 10.1007/s11883-016-0622-1.
127. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens.* 2018 2018 Oct;36(10):1953-2041. doi: 10.1097/HJH.0000000000001940.
128. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2013 2013 Feb 1;2(1):e004473. doi: 10.1161/JAHA.112.004473.
129. Sharman JE, La Gerche A, Coombes JS. Exercise and cardiovascular risk in patients with hypertension. *Am J Hypertens.* 2015 Feb;28(2):147-58. doi: 10.1093/ajh/hpu191.
130. Böhm M, Reil JC, Deedwania P, Kim JB, Borer JS. Resting heart rate: risk indicator and emerging risk factor in cardiovascular disease. *Am J Med.* 2015 Mar;128(3):219-28. doi: 10.1016/j.amjmed.2014.09.016.
131. Liu X, Luo X, Liu Y, Sun X, Han C, Zhang L, et al. Resting heart rate and risk of metabolic syndrome in adults: a dose-response meta-analysis of observational studies. *Acta Diabetol.* 2017 Mar;54(3):223-235. doi: 10.1007/s00592-016-0942-1.
132. Aerobic and resistance exercise improves physical fitness, bone health, and quality of life in overweight and obese breast cancer survivors: a randomized controlled trial. Dieli-Conwright CM, Courneya KS, Demark-Wahnefried W, Sami N, Lee K, Sweeney FC, et al. *Breast Cancer Res.* 2018 Oct 19;20(1):124. doi: 10.1186/s13058-018-1051-6.
133. Cardiovascular benefits of exercise training in postmenopausal hypertension. Lin YY, Lee SD. *Int J Mol Sci.* 2018 Aug 25;19(9). pii: E2523. doi: 10.3390/ijms19092523.
134. Heart rate variability following combined aerobic and resistance training in sedentary hypertensive women: a randomised control trial. Masroor S, Bhati

P, Verma S, Khan M, Hussain ME. Indian Heart J. 2018 Dec;70 Suppl 3:S28-S35. doi: 10.1016/j.ihj.2018.03.005.

135. Prenatal exercise for the prevention of gestational diabetes mellitus and hypertensive disorders of pregnancy: a systematic review and meta-analysis. Davenport MH, Ruchat SM, Poitras VJ, Jaramillo Garcia A, Gray CE, Barrowman N, et al. Br J Sports Med. 2018 Nov;52(21):1367-1375. doi: 10.1136/bjsports-2018-099355.

136. Cardiorespiratory fitness and fat oxidation during exercise as protective factors for insulin resistance in sedentary women with overweight or obesity. Cancino Ramírez J, Soto Sánchez J, Zbinden Foncea H, Moreno González M, Leyton Dinamarca B, González Rojas L. Nutr Hosp. 2018 Mar 1;35(2):312-317. doi: 10.20960/nh.1279.

137. Comparable effects of high-intensity interval training and prolonged continuous exercise training on abdominal visceral fat reduction in obese young women. Zhang H, Tong TK, Qiu W, Zhang X, Zhou S, Liu Y, et al. Diabetes Res. 2017;2017:5071740. doi: 10.1155/2017/5071740.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PUBLICACIONES Y COMUNICACIONES

1. Publicaciones

Se exponen a continuación los artículos aportados como contribución científica de la tesis doctoral.

A) - ARTÍCULO 1:

AUTORES: **Lacuey Lecumberri G^{a,b}**, Casas Fernández de Tejerina JM^{c,b}, Blanco Platero I^d, Calle Irastorza F^e.

TÍTULO: *Efecto de un programa de ejercicio en pacientes sedentarios. Beneficio metabólico y en calidad de vida.*

REFERENCIA: Aten Primaria. 2019 Nov 14. pii: S0212-6567(19)30476-7. doi: 10.1016/j.aprim.2019.09.004. [Epub ahead of print] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31735438>

REVISTA: Atención Primaria.

FACTOR DE IMPACTO: 1,346 – Journal Citation Reports 2018.

ÁREA TEMÁTICA: Primary Health Care – CUARTIL: Q3.

FILIACIONES DE LOS AUTORES:

^aServicio de Cardiología. Complejo Hospitalario de Navarra. Calle Irunlarrea, 3. CP: 31008. Pamplona. Navarra. España.

^bDepartamento Ciencias de la Salud, Universidad Pública de Navarra. Avda. de Barañáin, s/n. Pamplona. Navarra. España.

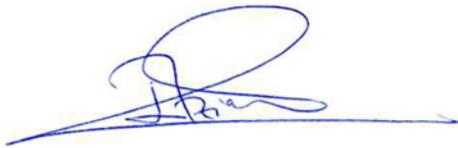
^cServicio de Medicina Interna. Complejo Hospitalario de Navarra. Calle Irunlarrea, 3. CP: 31008. Pamplona. Navarra. España.

^dCentro de Salud Barañáin I. Avenida Comercial, s/n. CP: 31010. Barañáin. Navarra. España.

^eCentro de Salud Barañáin II. Plaza Caimito de Guayabal, 1. CP: 31010. Barañáin. Navarra. España.

**Renuncia de los coautores no doctores
a utilizar la publicación en su tesis doctoral**

Los coautores del trabajo titulado “Efecto de un programa de ejercicio en pacientes sedentarios. Beneficio metabólico y en calidad de vida” publicado en la revista Atención Primaria con DOI: 10.1016/j.aprim.2019.09.004, hacen constar que Doña Gemma Lacuey Lecumberri es la autora principal de la investigación recogida en este artículo y que conocen y dan su consentimiento para que el artículo sea utilizado para que Doña Gemma Lacuey Lecumberri presente su tesis doctoral denominada **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA INDIVIDUALIZADO DE EJERCICIO MICT/HIIT MEDIANTE CICLO INDOOR”**. Asimismo, los coautores renuncian a utilizar el artículo en su propia tesis doctoral.



Doña Itziar Blanco Plantero



Don Fernando Calle Irastorza



Atención Primaria

www.elsevier.es/ap


CARTA AL EDITOR

Efecto de un programa de ejercicio en pacientes sedentarios. Beneficio metabólico y en calidad de vida

Effect of an exercise program on sedentary patients. Metabolic benefit and quality of life

Sr. Editor:

El sedentarismo es un factor de riesgo independiente de enfermedad cardiovascular, y una de las principales causas de mortalidad¹. Como consecuencia, las sociedades científicas recomiendan el consejo sobre actividad física desde atención primaria². El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de un programa de ejercicio físico aplicado a pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular a nivel metabólico y su impacto sobre la calidad de vida.

Se diseñó un estudio prospectivo de intervención, tipo pre-post, sin grupo control. Se incluyeron individuos de 35-75 años, sedentarios, con ≥ 1 factores de riesgo cardiovascular, que acudieron consecutivamente a consulta (centros de salud de Barañáin, Navarra). El nivel de actividad física se evaluó mediante la encuesta IPAQ (cuestionario internacional de actividad física). Los factores de exclusión fueron: enfermedad cardiovascular y enfermedad aguda o crónica con riesgo para la práctica de ejercicio.

La intervención consistió en un plan de entrenamiento individualizado según los resultados de una cicloergoespirometría. Se elaboraron sesiones de ejercicio supervisado con cicloergómetro de 45 min, 3 días/semana durante 12 semanas. El plan se estructuró en 2 etapas: inicial con ejercicio aeróbico continuo de intensidad moderada y final con ejercicio mixto, continuo moderado e intervánico de alta intensidad.

Las principales variables estudiadas fueron: composición corporal cuantificada mediante bioimpedancia multifrecuencia, parámetros metabólicos determinados en analítica de sangre y calidad de vida evaluada con la encuesta EQ-5D-5L (EuroQol Group).

Se incluyeron 36 pacientes con una edad media de 54,7 años (DE: 9,0), el 60,5% mujeres. El 89,5% con sobrepeso/obesidad, el 86,8% con dislipemia, el 42,1% con

hipertensión arterial, el 10,5% con diabetes mellitus tipo 2 y el 28,9% fumadores. Completaron el programa de ejercicio ($\geq 70\%$ de las sesiones) 29 sujetos (80,6%). Ninguno presentó efectos adversos del entrenamiento. Estos resultados mejoran los observados en estudios previos con tasas de abandono del 30-50% en los primeros 3-6 meses, y elevada incidencia de problemas ortopédicos³.

En los 29 pacientes que completaron el programa se observaron cambios favorables en el perfil metabólico (tabla 1). Se objetivó una disminución de peso a expensas de una reducción de masa grasa y área de grasa visceral, sin cambios en masa magra. En ensayos clínicos que incluyeron individuos obesos sometidos a una intervención aislada con ejercicio⁴, se lograron pérdidas de peso y masa grasa similares, pero con un descenso no deseable de masa magra (2-5%). En la analítica de sangre se objetivó una disminución significativa de glucemia basal, glicohemoglobina y marcadores emergentes de riesgo cardiovascular: índice de resistencia a la insulina y proteína-C reactiva⁵. No se observaron cambios en el perfil lipídico.

El ejercicio físico es útil en el tratamiento del dolor crónico, de la ansiedad y de la depresión como han demostrado revisiones sistemáticas de ensayos clínicos⁶. En nuestra muestra destaca la importante reducción del porcentaje de pacientes con algún grado de dolor (62 al 34%; $p=0,016$), ansiedad/depresión (41 al 17%; $p=0,092$) y con alguna dificultad para realizar las actividades cotidianas (28 al 3%; $p=0,016$). La calidad de vida se incrementó tras la intervención, aumentando significativamente ($p < 0,001$) el EQ índice y la EQ EVA (tabla 1).

Entre las limitaciones del estudio se encuentra el pequeño tamaño muestral y la ausencia de grupo control, por lo que los resultados obtenidos deben confirmarse en un ensayo clínico aleatorizado con grupo control.

En conclusión, este estudio muestra la eficacia y la seguridad de una estrategia de intervención basada en el ejercicio físico individualizado aplicado a pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular desde el ámbito de la atención primaria. Estos resultados apoyan la recomendación de abandonar los consejos genéricos sobre la actividad física, que conducen a una disminución de los beneficios esperados, para progresar en la prevención y la promoción de la salud a nivel de la comunidad.

<https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.09.004>

0212-6567/© 2019 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Cómo citar este artículo: Lacuey Lecumberri G, et al. Efecto de un programa de ejercicio en pacientes sedentarios. Beneficio metabólico y en calidad de vida. *Aten Primaria*. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.09.004>

Tabla 1 Composición corporal. Analítica de sangre. Calidad de vida

Variable	Pre: Media (DE) Mediana (RIQ)	Post: Media (DE) Mediana (RIQ)	Cambio medio (IC 95%)	p-valor
Peso (kg)	82,9 (14,0)	80,7 (13,4)	-2,2 (-3,0, -1,4)	< 0,001 ^a
IMC (kg/m ²)	30,6 (4,7)	29,8 (4,4)	-0,8 (-1,1, -0,5)	< 0,001 ^a
ACT (l)	37,2 (7,6)	37,1 (7,4)	-0,2 (-0,6, 0,3)	0,477 ^a
M-LG (kg)	50,8 (10,4)	50,5 (10,3)	-0,3 (-0,9, 0,3)	0,297 ^a
M-Magra (kg)	47,8 (9,8)	47,6 (9,6)	-0,2 (-0,8, 0,3)	0,408 ^a
M-ME (kg)	28,1 (6,3)	27,9 (6,2)	-0,2 (-0,5, 0,2)	0,325 ^a
M-Grasa (kg)	32,1 (10,3)	30,1 (9,6)	-2,0 (-2,7, -1,2)	< 0,001 ^a
Porcentaje de grasa (%)	38,2 (9,3)	36,7 (9,4)	-1,5 (-2,4, -0,6)	0,002 ^a
AGV (cm ²)	157,6 (56,3)	147,8 (54,3)	-9,9 (-13,2, -6,5)	< 0,001 ^a
Colesterol (mg/dl)	218,5 (47,0)	210,8 (39,3)	-7,6 (-16,3, 1,0)	0,080 ^a
LDL-Col (mg/l)	140,3 (39,9)	136,6 (32,3)	-3,6 (-10,6, 3,3)	0,293 ^a
HDL-Col (mg/dl)	53,7 (11,9)	52,9 (11,7)	-0,8 (-3,0, 1,5)	0,498 ^a
Triglicéridos (mg/dl)	106,4 (38,6)	108,9 (57,2)	2,4 (-18,3, 23,2)	0,812 ^a
Lipo A (mg/dl)	16,6 (22,1)	15,9 (26,1)		0,968 ^b
Glucosa (mg/dl)	99,0 (26,0)	91,0 (22,8)		0,007 ^b
HbA _{1c} (%)	5,7 (0,5)	5,5 (0,5)		0,022 ^b
HOMA-IR	2,45 (2,05)	1,70 (0,88)		0,002 ^b
VSG (mm/h)	6,0 (8,0)	5,0 (10,0)		0,727 ^b
PCR (mg/l)	2,95 (5,17)	2,00 (2,25)		0,004 ^b
EQ índice	0,843 (0,251)	0,932 (0,090)		< 0,001 ^b
EQ VAS	63,3 (14,8)	70,1 (13,2)	15,8 (10,2, 21,3)	< 0,001 ^a

ACT: agua corporal total; AGV: área de grasa visceral; DE: desviación estándar; EQ índice: índice de calidad de vida (0 a 1); EQ VAS: escala visual analógica (0 a 100); HbA_{1c}: glicohemoglobina; HDL-Col: lipoproteínas de alta densidad; HOMA-IR: índice de resistencia a la insulina; IMC: índice de masa corporal; LDL-Col: lipoproteínas de baja densidad; Lipo A: lipoproteína A; M-Grasa: masa grasa; M-LG: masa libre de grasa; M-Magra: masa magra; M-ME: masa musculoesquelética; PCR: proteína-C reactiva; RIQ: rango intercuartil; VSG: velocidad de sedimentación globular.

N=29.

^a t de Student.

^b Wilcoxon.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Agradecimientos

Al Dr. Jesús Zabaleta Jurío, por su colaboración en la elaboración de la base de datos y a Arkaitz Galbete Jiménez de la Unidad de Metodología de Navarrabiomed, por su apoyo en el análisis estadístico.

Bibliografía

1. Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: A systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med.* 2011;41:207-15, <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2011.05.004>.
2. Crespo-Salgado JJ, Delgado-Martin JL, Blanco-Iglesias O, Aldecoa-Landesa S. Basic guidelines for detecting sedentarism and recommendations for physical activity in primary care [Article in Spanish]. *Aten Primaria.* 2015;47:175-83, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2014.09.004>.

3. Arrebola Vivas E, López Plaza B, Koester Weber T, Bermejo López L, Palma Milla S, Lisbona Catalán A, et al. Predictor variables for low adherence to a lifestyle modification program of overweight treatment in primary health care [Article in Spanish; Abstract available in Spanish from the publisher]. *Nutr Hosp.* 2013;28:1530-5, <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.5.6781>.
4. Beavers KM, Ambrosius WT, Rejeski WJ, Burdette JH, Walkup MP, Sheedy JL, et al. Effect of exercise type during intentional weight loss on body composition in older adults with obesity. *Obesity (Silver Spring).* 2017;25:1823-9, <http://dx.doi.org/10.1002/oby.21977>.
5. Khoo J, Dhamodaran S, Chen DD, Yap SY, Chen RY, Tian RH. Exercise-induced weight loss is more effective than dieting for improving adipokine profile, insulin resistance, and inflammation in obese men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25:566-75, <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0025>.
6. Stanton R, Reaburn P. Exercise and the treatment of depression: A review of the exercise program variables. *J Sci Med Sport.* 2014;17:177-82, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2013.03.010>.

Gemma Lacuey Lecumberri^{a,b,*},
Juan Manuel Casas Fernández de Tejerina^{c,b},
Itziar Blanco Platero^d y Fernando Calle Irastorza^e

Cómo citar este artículo: Lacuey Lecumberri G, et al. Efecto de un programa de ejercicio en pacientes sedentarios. Beneficio metabólico y en calidad de vida. *Aten Primaria.* 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.09.004>

^a *Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, Navarra, España*

^b *Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Pública de Navarra, Pamplona, Navarra, España*

^c *Servicio de Medicina Interna, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, Navarra, España*

^d *Centro de Salud Barañáin I, Barañáin, Navarra, España*

^e *Centro de Salud Barañáin II, Barañáin, Navarra, España*

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: g.lacuey@yahoo.es,

gemma.lacuey.lecumberri@cfnavarra.es

(G. Lacuey Lecumberri).

Cómo citar este artículo: Lacuey Lecumberri G, et al. Efecto de un programa de ejercicio en pacientes sedentarios. Beneficio metabólico y en calidad de vida. Aten Primaria. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.09.004>

B) - ARTÍCULO 2:

AUTORES: **Lacuey Lecumberri G^{a,b}**, Casas Fernández de Tejerina JM^{c,b}, Blanco Platero I^d, Erdozain Baztán MA^e.

TÍTULO: *Obesidad en la era del sedentarismo. Programa de intervención con ejercicio.*

REFERENCIA: Aten Primaria. 2020 Mar 3. pii: S0212-6567(20)30004-4.
doi: 10.1016/j.aprim.2019.11.010. [Epub ahead of print]
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32143971>

REVISTA: Atención Primaria.

FACTOR DE IMPACTO: 1,346 – Journal Citation Reports 2018.

ÁREA TEMÁTICA: Primary Health Care – CUARTIL: Q3.

FILIACIONES DE LOS AUTORES:

^aServicio de Cardiología. Complejo Hospitalario de Navarra. Calle Irunlarrea, 3. CP: 31008. Pamplona. Navarra. España.

^bDepartamento Ciencias de la Salud, Universidad Pública de Navarra. Avda. de Barañáin, s/n. Pamplona. Navarra. España.

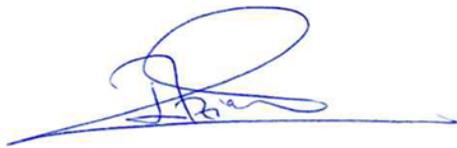
^cServicio de Medicina Interna. Complejo Hospitalario de Navarra. Calle Irunlarrea, 3. CP: 31008. Pamplona. Navarra. España.

^dCentro de Salud Barañáin I. Avenida Comercial, s/n. CP: 31010. Barañáin. Navarra. España.

^eCentro de Salud Barañáin II. Plaza Caimito de Guayabal, 1. CP: 31010. Barañáin. Navarra. España.

**Renuncia de los coautores no doctores
a utilizar la publicación en su tesis doctoral**

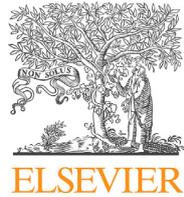
Los coautores del trabajo titulado “Obesidad en la era del sedentarismo. Programa de intervención con ejercicio”, publicado en la revista Atención Primaria con DOI: 10.1016/j.aprim.2019.11.010, hacen constar que Doña Gemma Lacuey Lecumberri es la autora principal de la investigación recogida en este artículo y que conocen y dan su consentimiento para que el artículo sea utilizado para que Doña Gemma Lacuey Lecumberri presente su tesis doctoral denominada **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA INDIVIDUALIZADO DE EJERCICIO MICT/HIIT MEDIANTE CICLO INDOOR”**. Asimismo, los coautores renuncian a utilizar el artículo en su propia tesis doctoral.



Doña Itziar Blanco Platero



Doña María Ángeles Erdozain Baztan



Atención Primaria

www.elsevier.es/ap


CARTAS CIENTÍFICAS

Obesidad en la era del sedentarismo. Programa de intervención con ejercicio

Obesity in the age of sedentary lifestyle. Exercise intervention program

Gemma Lacuey Lecumberri^{a,b,*}, Juan Manuel Casas Fernández de Tejerina^{b,c},
Itziar Blanco Platero^d y María Ángeles Erdozain Baztán^e

^a Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, Navarra, España

^b Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Pública de Navarra, Pamplona, Navarra, España

^c Servicio de Medicina Interna, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, Navarra, España

^d Centro de Salud Barañáin I, Barañáin, Navarra, España

^e Centro de Salud Barañáin II, Barañáin, Navarra, España

Sr. Editor:

El exceso de peso constituye un problema de salud pública, con prevalencia creciente y asociado a un aumento de las enfermedades crónicas y la mortalidad¹. Su prevalencia en España asciende al 53,7% en adultos según la Encuesta Nacional de Salud. Es conocido que el ejercicio físico contribuye a la pérdida de peso y aumenta la capacidad funcional, relacionada de manera inversa e independiente con la mortalidad total². Sin embargo, en la era del sedentarismo, integrar un programa de ejercicio en el manejo de la población obesa a nivel comunitario supone un desafío.

Se realizó un estudio piloto con el objetivo de evaluar el efecto de un programa de ejercicio físico en adultos con sobrepeso/obesidad antes de su implantación en la comunidad. Se diseñó un estudio prospectivo de intervención, tipo pre-post, sin grupo control. Se incluyeron adultos con sobrepeso/obesidad, sin contraindicaciones para realizar ejercicio, seleccionados de forma oportunista en la consulta

de Atención Primaria en un área de salud con más de 20.000 habitantes.

Se elaboró un programa de ejercicio individualizado con sesiones grupales con cicloergómetro, con una duración de 45 min, 3 días/semana, durante 12 semanas. La actividad se organizó en 3 etapas: inicial, con ejercicio aeróbico continuo; intermedia, con ejercicio aeróbico de intensidad moderada-vigorosa, y final, con ejercicio aeróbico incluyendo intervalos de alta intensidad.

Se describieron la edad, el sexo y el nivel de actividad física (Cuestionario Internacional de Actividad Física, IPAQ). Se midieron el peso, la talla, el índice de masa corporal y el porcentaje de masa grasa mediante bioimpedancia. Se realizó cicloergoespiometría antes y tras la intervención.

Se incluyeron 32 pacientes: edad media 55,4 años (DE 9,7), 59,4% mujeres, índice de masa corporal medio 31,4 kg/m² (DE 4,0), porcentaje de grasa medio 39,3% (DE 9,5), 84,4% dislipidemia, 43,8% hipertensión, 9,4% diabetes, 34,4% fumadores y mediana de METS/semana 255,75 (RIQ 326,25).

La tasa de abandono descrita en intervenciones sobre modificación del estilo de vida en obesos es del 50%, habiéndose identificado múltiples factores asociados³. En nuestro estudio fue solo del 22% y el porcentaje de asistencia a las

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gemma.lacuey.lecumberri@cfnavarra.es
(G. Lacuey Lecumberri).

<https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.11.010>

0212-6567/© 2020 Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Cómo citar este artículo: Lacuey Lecumberri G, et al. Obesidad en la era del sedentarismo. Programa de intervención con ejercicio. Aten Primaria. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.11.010>

Tabla 1 Parámetros de la cicloergoespirometría: pre-post

Variable	Pre Media (DE)	Post Media (DE)	Cambio medio (IC 95%)	p
Tiempo (min)	9,28 (1,99)	11,20 (2,13)	1,92 (1,61; 2,23)	< 0,001 ^a
Carga (W)	147,60 (55,38)	177,64 (68,29)	30,04 (22,19; 37,89)	< 0,001 ^a
FC basal (lpm)	87,60 (12,85)	75,08 (10,92)	-12,52 (-16,56; -8,,48)	< 0,001 ^a
FC máx. (lpm)	148,64 (11,87)	151,20 (12,47)	2,56 (-0,47; 5,59)	0,094 ^a
% FCMT	90,32 (5,54)	92,04 (5,48)	1,72 (-0,07; 3,51)	0,059 ^a
RFC (lpm)	11,12 (5,63)	21,20 (7,55)	10,08 (7,73; 12,43)	< 0,001 ^a
TAS basal (mmHg)	128,80 (18,44)	122,00 (12,08)	-6,80 (-11,85; -1,85)	0,010 ^a
TAD basal (mmHg)	84,40 (8,70)	80,60 (6,97)	-3,80 (-6,05; -1,55)	0,002 ^a
TAS máx. (mmHg)	192,00 (22,78)	186,60 (15,99)	-5,40 (-12,19; 1,39)	0,114 ^a
TAD máx. (mmHg)	89,20 (9,97)	86,20 (8,45)	-3,00 (-5,53; -0,47)	0,022 ^a
RER final	1,17 (0,09)	1,16 (0,07)	-0,01 (-0,04; 0,03)	0,671 ^a
VO ₂ pico (ml/kg/min)	17,87 (6,02)	23,37 (6,80)	5,50 (3,75; 7,25)	< 0,001 ^a
VO ₂ (% predicho)	82,48 (21,43)	107,16 (16,44)	24,68 (16,82; 32,54)	< 0,001 ^a
PO ₂ pico (ml/latido)	10,49 (4,03)	13,12 (3,64)	2,62 (1,76; 3,50)	< 0,001 ^a
PO ₂ (% predicho)	92,44 (23,26)	118,08 (16,56)	25,64 (17,43; 33,85)	< 0,001 ^a
VT1-Tiempo (min)	4,54 (1,72)	6,68 (1,79)	2,35 (1,38; 2,91)	< 0,001 ^a
VT1-Carga (W)	83,25 (38,81)	117,00 (46,66)	33,75 (23,25; 44,25)	< 0,001 ^a
VT1-FC (lpm)	111,80 (15,47)	116,35 (15,00)	4,55 (-1,98; 11,08)	0,161 ^a
VT1-VO ₂ (ml/kg/min)	11,40 (4,16)	17,25 (5,20)	5,85 (3,81; 7,89)	< 0,001 ^a
VE/VCO ₂ pendiente	29,90 (9,95)	26,20 (7,25)		0,006 ^b
VT1-VE/VCO ₂	31,10 (12,50)	28,80 (5,75)		0,003 ^b
PetCO ₂ basal (mmHg)	33,00 (11,50)	34,00 (3,50)		0,107 ^b
VT1-PetCO ₂ (mmHg)	39,00 (12,50)	41,00 (6,5)		0,003 ^b
VE máx. (l/min)	63,00 (26,50)	69,00 (32,50)		0,003 ^b
RR (%)	35,64 (12,69)	28,40 (13,93)	-7,24 (-12,44; -2,04)	0,008 ^a

DE: desviación estándar; FC: frecuencia cardiaca; FCMT: frecuencia cardiaca máxima teórica; IC 95%: intervalo de confianza al 95%; PetCO₂: presión parcial de CO₂ al final de la espiración; PO₂: pulso de oxígeno; RER: cociente respiratorio VCO₂/VO₂; RFC: recuperación de la FC 1 min postesfuerzo; RR: reserva respiratoria; TAD: tensión arterial diastólica; TAS: tensión arterial sistólica; VCO₂: eliminación de CO₂; VE: ventilación espiratoria por minuto; VE/VCO₂: equivalente ventilatorio de CO₂; VO₂: consumo de oxígeno; VT1: primer umbral ventilatorio.

^a T-test.

^b Wilcoxon.

sesiones mostró una asociación inversa con el tabaquismo activo, siendo independiente del resto de las características basales en el análisis de regresión múltiple: 83,6% (DE 19,4) en no fumadores y 67,5% (DE 22,7) en fumadores, p=0,044. De estos resultados, se infiere la importancia de actuar sobre el tabaquismo para promover la actividad física.

Los pacientes que completaron la actividad ($\geq 70\%$ de las sesiones, n=25) observaron un cambio hacia un perfil cardiovascular más favorable (tabla 1). Incrementaron el tiempo de ejercicio y la carga alcanzada y disminuyeron la TA y la FC basales. La recuperación de la FC postesfuerzo, que disminuida (≤ 12 lpm/1 min) es un predictor de enfermedad cardiovascular y de mortalidad⁴, aumentó de 11 a 21 lpm.

En el grupo de pacientes entrenados se observó una mejoría en la capacidad funcional y en la eficiencia ventilatoria y agotaron más porcentaje de su reserva respiratoria (tabla 1). La capacidad cardiorrespiratoria es un factor de riesgo fuerte e independiente de enfermedad cardiovascular y mortalidad total, independientemente del índice de masa corporal. Estudios previos describen por cada aumento de 1 MET (3,5 ml/kg/min de VO₂) un incremento en la expectativa de vida del 17% en mujeres⁵ y del 12% en hombres⁶. El programa de ejercicio propuesto logró un aumento medio del pico de VO₂ de 5,5 ml/kg/min y podría tener el potencial

de mejorar la supervivencia un 26,7% en mujeres y un 18,9% en hombres.

Entre las limitaciones del estudio destacan el pequeño tamaño muestral, la ausencia de grupo control y el corto periodo de seguimiento. No obstante, sus resultados demuestran que la aplicación de programas de ejercicio desde Atención Primaria es eficaz para cambiar el perfil de riesgo cardiovascular de la población general.

Agradecimientos

A todo el personal de los centros de salud de Barañáin que participaron en la inclusión de pacientes.

Bibliografía

1. GBD 2015 Obesity Collaborators. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *N Engl J Med.* 2017; 377:13-27, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1614362>
2. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: A meta-analysis. *JAMA.* 2009;301:2024-35, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2009.681>

Cómo citar este artículo: Lacuey Lecumberri G, et al. Obesidad en la era del sedentarismo. Programa de intervención con ejercicio. *Aten Primaria.* 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.11.010>

3. Burgess E, Hassmén P, Pumpa KL. Determinants of adherence to lifestyle intervention in adults with obesity: A systematic review. *Clin Obes.* 2017;7:123–35, <http://dx.doi.org/10.1111/cob.12183>
4. Cole CR, Blackston EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med.* 1999;341:1351–7, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM199910283411804>
5. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdale DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: The St James Women Take Heart Project. *Circulation.* 2003;108:1554–9, <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.0000091080.57509.E9>
6. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002;346:793–801, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMMoa011858>

Cómo citar este artículo: Lacuey Lecumberri G, et al. Obesidad en la era del sedentarismo. Programa de intervención con ejercicio. *Aten Primaria.* 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.11.010>

2. Comunicaciones

XV Jornada Formativa de namFYC.

Sociedad Navarra de Medicina de Familia y AP.

15 de noviembre de 2019.

1. Comunicación oral:

Martínez Alderete A, **Lacuey Lecumberri G**, Arribas Cerezo A, Solas Ruiz S, Blanco Platero I, Calle Irastorza F. *Tabaco y ejercicio: Enemigos íntimos en el manejo de la obesidad.*

2. Póster:

Arribas Cerezo A, **Lacuey Lecumberri G**, Martínez Alderete L, Calvo Hernando B, Blanco Platero I, Erdozain Baztán MA. *Repercusión en metabolismo y calidad de vida de un programa de ejercicio.*

XXI Congreso SVNC.

Sociedad Vasco Navarra de Cardiología.

22-23 de noviembre de 2019.

1. Comunicación oral:

Goñi Blanco L, **Lacuey Lecumberri G**, Blanco Platero I, Calle Irastorza F, Erdozain Baztán MA, Solas Ruiz S, Arribas Cerezo A, Martínez Alderete A. *Ejercicio físico en prevención primaria: intervención comunitaria.*

XL Congreso de la semFYC.

Sociedad Española Navarra de Medicina Familiar y Comunitaria.

15 de septiembre al 6 de octubre de 2020.

1. Comunicación enviada, aceptada:

Blanco Platero I, **Lacuey Lecumberri G**, Calle Irastorza F, Erdozain
Baztán MA, Arribas Cerezo A, Calvo Hernando B. *Intervención comunitaria
con ejercicio: efecto metabólico y en calidad de vida.*

2. Comunicación enviada, aceptada:

Erdozain Baztán MA, **Lacuey Lecumberri G**, Calle Irastorza F, Blanco
Platero I, Martínez Alderete L, Solas Ruiz S. *Beneficio cardiovascular de
un programa de ejercicio en Atención Primaria.*