



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud

Efectos de la Prescripción de un Programa de Ejercicio Físico
sobre la Salud, la Aptitud Física y el Estado Emocional en
Mujeres Postmenopáusicas

Autor:

Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón

Directores:

Dr. D. Andrés Martínez-Almagro Andreo

Dr. D. Pablo Jorge Marcos Pardo

Dr. D. Francisco Javier Orquín Castrillón

Murcia, julio de 2019



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud

Efectos de la Prescripción de un Programa de Ejercicio Físico
sobre la Salud, la Aptitud Física y el Estado Emocional en
Mujeres Postmenopáusicas

Autor:

Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón

Directores:

Dr. D. Andrés Martínez-Almagro Andreo

Dr. D. Pablo Jorge Marcos Pardo

Dr. D. Francisco Javier Orquín Castrillón

Murcia, julio de 2019



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Andrés Martínez-Almagro Andreo, el Dr. D. Pablo Jorge Marcos Pardo y el Dr. D. Francisco Javier Orquín Castrillón como Directores de la Tesis Doctoral titulada “ Efectos de la Prescripción de un Programa de Ejercicio Físico sobre la Salud, la Aptitud Física y el Estado Emocional en Mujeres Postmepáusicas” realizada por D. Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón en el Departamento de Ciencias de la Salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 15 de julio de 2019

* En función al artículo 15 del Real Decreto 99/2011, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado y en orden de optar a la Mención Internacional en el título de Doctor y tesis en régimen de cautela internacional. La Tesis Doctoral ha sido realizada en la modalidad Mención Internacional.

AGRADECIMIENTOS

Es inevitable no emocionarse cuando uno llega a este apartado que supone echar la vista atrás, y recordar el malestar en duelo de conseguirlo. Desde niño tuve el mismo deseo, los mismos principios, el mismo objetivo, aquel que mantuve los días de soledad, y el mismo que siempre me empuja hacia adelante.

“FAMILIA”, la palabra más bonita en mi vida. En primer lugar, agradecer a mi Madre, Tomasa Guillamón Abenza, a mi Padre, Eduardo Martínez-Carbonell Molina y a mi Hermano, Esteban Amunt; principalmente los que me han hecho ser la clase de persona que soy hoy, una familia formadora de valores, principios y virtudes. Gracias por el amor y el apoyo desde niño hasta hoy. Gracias a mi Padre, por hacerme sentir siempre protegido; gracias a mi Madre por ser la sonrisa más bonita de mis días; y gracias a mi Hermano por regalarme la mejor infancia. Ellos han sido el mayor apoyo para empezar, seguir y finalizar mi Tesis Doctoral.

Seguidamente, recordar a las personas que me han acompañado sin pedir nunca nada a cambio, quienes me han escuchado y resguardado cuando más lo he necesitado; Gracias *“ABUELOS”*, Esteban Guillamón y Jose Ramón Martínez-Carbonell, y a mi tía Ángeles. Las estrellas más radiantes en las noches más oscuras.

Si alguien me preguntase - *¿cuál es el recuerdo más bonito en los últimos 4 años?*, espontáneamente diría: *“MIS ABUELAS”*. Gracias a la vida por haberme dado la oportunidad de disfrutar de ellas, como nieto y profesional. Gracias a mi abuela Tomasa por derrochar abrazos, bondad y ternura, pero sobre todo eternamente agradecido desde el día que decidió cerrar su casa para venir a la mía. Ella marcó el inicio de esta Tesis Doctoral. Gracias a mi abuela Rosario, por recordarme siempre que tenía que volver a casa. Gracias por tu confianza para ayudarte a superar tus complicaciones y sobre todo gracias, por despertar en mí, el deseo de dedicar parte de mi vida al Envejecimiento y a la Calida de Vida de los mayores.

Amor es tocar con respeto y paciencia el alma de la otra persona, como solo *“ELLA”* supo. Gracias Isa por atreverte a hacer este camino conmigo, quizás hubiese llegado igualmente a la meta, pero sin miradas mágicas como las tuyas en cada aeropuerto. Apoyo incondicional y abrazos tan fuertes que hacen cerrar los ojos y romper miedos. El hecho de coincidir contigo en esta etapa es algo por lo que viviré siempre agradecido. Los ojos siempre serán de quien los hacen brillar.

Cada momento vivido con mis compañeros de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, es un agradecimiento al destino por haberlos puesto en mi camino. "VOSOTROS", sin necesidad de nombraros, sabéis que sois parte de esta Tesis, por las emociones y las memorias eternas compartidas. "LOS AMIGOS, de un lado u otro", con ellos todo se reduce a sentirse querido. Gracias por no dejarme suficiente espacio para escribir todos vuestros nombres; la familia que se elige.

La historia de mi vida se escribe en diferentes idiomas, pero especialmente en cientos de experiencias y gente maravillosa que la forma, y cuyos recuerdos me emocionan. Una vida muy completa; enamorado de las culturas y las personas.

MI CORAZÓN A REBOSAR DE RECUERDOS:

Merci a la *Université Catholique de Louvain-la-Neuve (UCL, Belgique)*, por ser el segundo punto de inflexión más importante en mi vida. La primera vez que pise un hospital como profesional del Ejercicio Físico. Bélgica marcó mi vida, Lovaina despertó mi amor hacia mi profesión, y Cristóbal Martínez me enseñó a escalar para ver el mundo, no para que el mundo me viese a mí. *Septiembre 2011 – sep 2012.*

Gros Merci para el *Ecole Supérieure des Métiers du Sport (ILEPS, France)*, por darme la oportunidad de emprender un trabajo interior de superación. No puedo evitar emocionarme cuando pienso en lo mucho que me ha aportado Francia. Personas que marcaron un periodo. Gracias por los 4 *Diarios de a Bordo (2013-2015).*

Thanks a *Bournemouth University (BU, UK)*, por darme el impulso necesario para completar mi Tesis Doctoral. Cogí una mochila, llamé a una institución que se me quedaba grande, fui rechazado, después aceptado, más tarde invitado y finalmente, obtuve la propuesta de asentarme por el valor del trabajo y el sacrificio. Enormemente agradecido a Tom Wainwright, Louise Burgess, Tikki Immins, y a todo el *Orthopaedic Research Institute & St Edward's School. Mayo 2016-Julio 2019.*

Gracias a la *Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM, España)*, en primer lugar, por darme la oportunidad de estar siempre cerca de mi familia y seguidamente, por compartir el camino de mi carrera académica desde 2009 hasta hoy, 2019. Gracias a la UCAM por permitirme volar alto, respetar mis decisiones y darme la oportunidad de sentirme feliz por haber sido alumno de esta universidad. Gracias a todos los educadores que han formado parte de mi educación y persona.

Para completar esta obra median muchos factores, el más importante: "ELLAS". Gracias a todas las mujeres que han formado parte de esta investigación; fue el reto más difícil con el que soñaba. Después de meses muy dificultosos, ellas llegaron para volver a hacerme sonreír y se convirtieron en el recuerdo más bonito y especial de mi Tesis Doctoral. *Jamás os olvidaré - NO HAY DOLOR.*

Gracias al *Excelentísimo Ayuntamiento de Ceutí*, por darme la oportunidad como vecino de desarrollar la investigación más especial de mi vida, en *Mi Pueblo*. Nada de esto hubiese sido posible sin "ELLOS". Gracias a todas las personas que se levantan cada día con la ilusión de hacer de nuestro municipio y Región de Murcia un lugar mejor. Gracias a todos los trabajadores que me regalaron una estancia agradable durante mis largos días en el *Complejo Deportivo Miguel Induráin*.

Gracias a mis *Directores de Tesis*, por permitirme cerrar este último período de mi vida académica. Gracias al Dr. D. Andrés Martínez-Almagro por su apoyo en mi deseo de solicitar el Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud, gracias por permitirme aunar el Área de la Salud y del Ejercicio Físico, como siempre deseé. Gracias al Dr. D. Pablo Jorge Marcos por la aceptación del proyecto en el grupo de investigación GISAFFCOM, por su soporte durante los días de investigación y por el apoyo para completar este proceso. Gracias al Dr. D. Francisco Javier Orquín, por su seguimiento durante mi etapa universitaria, desde mi cuaderno de atletismo hasta el depósito de mi Tesis, gracias por tu confianza, refuerzo y paciencia. Gracias a los compañeros Abraham López y Noelia González por el soporte concedido durante las valoraciones, y a Javi Guillamón y José R. Martínez-Carbonell.

Gracias a mi *tutora* M^a Isabel Fortea, por su amable seguimiento durante el *Programa de Doctorado*. Gracias al *Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica San Antonio* por solventar con éxito todas mis dudas a lo largo de este proceso. Gracias a la *Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, y a la *Facultad de Ciencias de la Salud* por formar parte de un largo camino de formación.

Lo más valioso: la sensación de haber sido un logro compartido, como todos los anteriores. Gracias a los que estuvieron, a los que están y a los que seguirán.

Por un mundo mejor, sin ego, sin discriminación, sin clasificación social, donde todo el mundo se ayude con el único interés de crear un mundo más limpio

♥ *Diario de a Bordo IISEL* ♥ *Diario de Superación* ♥ *Souris Toujours* ♥

*“Nosotros debemos pensar que somos una de las hojas de un
árbol, y el árbol es toda la humanidad.
No podemos vivir los unos sin los otros, sin el árbol”*

Pau Casals i Defilló (1876 – 1973)

RESUMEN

Introducción: Actualmente la Región de Murcia, como España y el resto de países desarrollados, sufre un crecimiento exponencial hacia el envejecimiento; estando la mujer española entre las más longevas a nivel mundial. Sin embargo, vivir más años no asegura una calidad de vida óptima, destacando la etapa postmenopáusica como un momento sensible. Los cambios sufridos incluyen un nivel más bajo de estrógeno que aumenta el riesgo de enfermedad, como la osteoporosis o las enfermedades del corazón. Sin embargo, programas de ejercicio físico especializados ayudarán a alcanzar una mejor calidad de vida en la mujer.

Objetivo: Comparar los efectos de un programa de ejercicio físico multicomponente con distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días) en parámetros de salud, aptitud física y estado emocional de un grupo de mujeres postmenopáusicas pertenecientes a la Región de Murcia.

Método: 83 sujetos (53-65 años) repartidos aleatoriamente en un grupo control (GC=27), un grupo de frecuencia 2 días/semana (GE 2 días, 28 sujetos) y un grupo de frecuencia 3 días/semana (GE 3 días, 29 sujetos). La investigación estuvo estructurada en una familiarización previa, una valoración inicial, un programa de intervención a intensidades progresivas durante 12 semanas, y un post-test siguiendo el mismo protocolo inicial. Las pruebas consistieron en tres bloques: salud, aptitud física y estado emocional. Las mediciones de salud se refieren a la valoración del perfil lipídico y la glucosa provenientes de “centros de salud u hospitales”. Además, se valoró la tensión arterial y la frecuencia cardiaca, en estado de reposo y tras el esfuerzo. En cuanto a las variables de aptitud física, se registró el VO₂ máx mediante el “Test de 1 milla”; la valoración de la flexibilidad mediante los test “Sit-and-Reach” y “Back Scratch”; la fuerza máxima isométrica en la flexión de codo y en la extensión de rodilla mediante una “célula de carga”; la presión manual mediante el dinamómetro de mano “Jamar SP-5030”; y la valoración de la composición corporal mediante la “Tanita BC 545N”; así como el equilibrio en posición de bipedestación y tándem a través de una “plataforma de fuerzas”. Respecto al estado emocional, se utilizó el “Inventario de Depresión de Beck”. Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS. Inicialmente, se realizó el análisis de la normalidad en la distribución de las variables y el análisis descriptivo. Más tarde, se analizaron las diferencias pre-test y post-test, inter-grupos e intra-grupos, así como las diferencias en el cambio tras las 12 semanas.

Resultados: Los resultados que alcanzaron adaptaciones significativas quedan expuestos a continuación. Perfil lipídico: GE 2 días, mejoras en triglicéridos (9,83%), colesterol total (10,23%) y glucosa (3,23%). GE 3 días mejoras en triglicéridos (16,08%), colesterol total (10%), LDL-C (14,02%), HDL-C (15,10%) y glucosa (7,15%). Tensión arterial y pulsaciones en reposo: GE 2 días mejoras en pulsaciones ($5,80 \pm 16,42$ puls/min), tensión sistólica ($5,48 \pm 17,69$ mmHg) y tensión diastólica en reposo ($5,08 \pm 7,59$ mmHg). GE 3 días mejoras en pulsaciones ($13,76 \pm 12,22$ puls/min), tensión sistólica ($12,68 \pm 11,94$ mmHg), tensión diastólica ($3,04 \pm 8,43$ mmHg). Tensión arterial y pulsaciones tras el esfuerzo: GE 2 días mejoras en pulsaciones ($8,92 \pm 9,63$ puls/min), tensión sistólica ($5,24 \pm 13,24$ mmHg) y tensión diastólica ($5,12 \pm 7,13$ mmHg). GE 3 días mejoras en pulsaciones ($30,96 \pm 15,75$ puls/min), tensión sistólica ($17,04 \pm 15,57$ mmHg) y tensión diastólica ($7,48 \pm 8,12$ mmHg). Composición corporal: GE 2 días mejoras en peso total 2,34%, peso muscular 5,92%, porcentaje de grasa 2,2%, IMC $0,73 \pm 1,05$ puntos, y perímetro de cintura $3,60 \pm 4,53$ cm. GE 3 días mejoras en peso total 3,08%, peso muscular 7,54%, porcentaje de grasa 4,28%, IMC $0,87 \pm 0,70$ puntos, y perímetro de cintura $2,32 \pm 4,09$ cm. VO₂ máx: GE 2 días mejoras de $5,67 \pm 2,73$ ml/kg/min y GE 3 días/sem mejoras de $5,75 \pm 3,39$ ml/kg/min. Flexibilidad: GE 2 días mejoras de $10,19 \pm 8,87$ cm en el "Sit-and-Reach" y $4,89 \pm 6,82$ cm en el "Back Scratch" test. GE 3 días mejoras de $3,59 \pm 5,16$ cm en el "Sit-and-Reach" y $4,76 \pm 6,25$ cm en el "Back Scratch test". Fuerza: GE 2 días mejoras en dinamometría de mano izquierda 19,5%, dinamometría de mano derecha 22,20%, extensión de rodilla 29,33% y flexión de codo 39,9%. GE 3 días mejoras en extensión de rodilla 23,21% y flexión de codo 27,8%. Equilibrio: GE 2 días mejoras en posición de bipedestación 17% y tándem 15%; GE 3 días 25% de mejora en posición de tándem.

Conclusión: Los programas de entrenamiento multicomponente se muestran como una herramienta eficaz para mejorar la salud, la aptitud física y el estado emocional de la mujer postmenopáusica. Además, una frecuencia de ejercicios de dos días a la semana podría ser suficiente para mejorar la calidad de vida de la mujer en esta etapa sensible, aunque una frecuencia de 3 días provocó mayores mejoras en variables de perfil lipídico, tensión arterial y pulsaciones en reposo y tras el esfuerzo, a diferencia del programa de entrenamiento de 2 días.

Palabras clave: mujer postmenopáusica, ejercicio físico, entrenamiento multicomponente, salud, aptitud física, estado emocional.

ABSTRACT

Introduction: Currently, Region of Murcia like Spain and the rest of developed countries undergoes an exponential growth towards the aging; being Spanish women among the most long-live in the world. However, living longer does not ensure an optimal quality of life, highlighting the postmenopausal stage as a sensitive moment in women life. The changes suffered include a lower level of estrogen that increases the vulnerability of suffering some health problems, such as osteoporosis or heart diseases. However, some specific physical exercise programs could help to achieve advanced ages with a better quality of life in postmenopausal women.

Objective: The present analysis aims to compare the effects of a multicomponent physical exercise program with different training frequencies (2 days vs 3 days) on health parameters, physical fitness and emotional state of a group of postmenopausal women from Region of Murcia.

Method: Eighty-three (53-65 years) healthy postmenopausal women were randomly divided into three groups. Control group (CG; n=27), exercise group 2 days/week (EG 2 days; n=28) and exercise group 3 days/week (GE 3 days; n=29). The research was structured in a previous familiarization training, a pre-test, an intervention's exercise program of 12 weeks, and the post-test. The tests carried out consisted of three blocks: health, physical fitness and emotional state. Health measurements refer to the assessment of the lipid profile and glucose which were assessed using blood analytics from 'health centers or hospitals'. Blood pressure and heart rate were assessed using an arm 'blood pressure monitor'. In terms of physical fitness variables, VO_2 max was obtained by the '1-Mile test'; the assessment of flexibility through the 'Sit-and-Reach' and the 'Back Scratch' test; The maximum isometric force of elbow flexion and the knee extension was recorded using a 'load cell'; the manual pressure using a 'hand-held dynamometer'; and the assessment of corporal composition was registered by 'double bioelectrical impedance'; Standing and tandem balance was recorded through a 'force platform'. Regarding the assessment of the emotional state, the degree of depression was registered by the 'Beck Depression Scale'. The data were analyzed through the statistical program SPSS. At first, an analysis of the normality in the distribution of the variables and a descriptive analysis were carried out. Subsequently, the pre-test and post-test differences, inter-groups and intra-groups.

Finally, the differences in the change from the pre-test to the post-test assessment in all the variables registered.

Results: There were significant improvements in the following scores. Lipid profile: EG 2 days improvement in triglycerides (9,83%), total cholesterol (10,23%) and glucose (3,23%); EG 3 days improvement in triglycerides (16,08%), total cholesterol (10%), LDL-C (14,02%), HDL-C (15,10%) and glucose (7,15%). Blood pressure and pulsations at rest: EG 2 days improvement in pulsations ($5,80 \pm 16,42$ puls/min), systolic ($5,48 \pm 17,69$ mmHg) and diastolic tension ($5,08 \pm 7,59$ mmHg); EG 3 days improvement in pulsations ($13,76 \pm 12,22$ puls/min), systolic ($12,68 \pm 11,94$ mmHg), diastolic tension ($3,04 \pm 8,43$ mmHg). Blood pressure and pulsations after the effort: EG 2 days improvement in pulsations ($8,92 \pm 9,63$ puls/min), systolic ($5,24 \pm 13,24$ mmHg) and diastolic tension ($5,12 \pm 7,13$ mmHg); EG 3 days improvement in pulsations ($30,96 \pm 15,75$ puls/min), systolic ($17,04 \pm 15,57$ mmHg) and diastolic tension ($7,48 \pm 8,12$ mmHg). Body composition: EG 2 days improvement in the total weight (2,34%), muscle weight (5,92%), percentage of fat (2,2%), BMI ($0,73 \pm 1,05$ points) and waist circumference ($3,60 \pm 4,53$ cm); EG 3 days improvement in the total weight (3,08%), muscle weight (7,54%), percentage of fat (4,28%), BMI (0,83 points) and waist circumference ($2,32 \pm 4,09$ cm). VO_2 max: EG 2 days improvement $5,67 \pm 2,73$ ml/kg/min and EG 3 days/sem $5,75 \pm 3,39$ ml/kg/min. Flexibility: EG 2 days improvement $10,19 \pm 8,87$ cm in the 'Sit-and-Reach' and $4,89 \pm 6,82$ cm in the 'Back Scratch test'; EG 3 days $3,59 \pm 5,16$ cm in the 'Sit-and-Reach test' and $4,76 \pm 6,25$ cm in the 'Back Scratch test'. Strength: EG 2 days improvement in left dynamometer (19,5%) and the right dynamometer (22,20%), knee extension (29,33%) and elbow flexion (39,9%); EG 3 days improve the knee extension (23,21%) and the elbow flexion (27,8%). Balance: EG 2 days improve balance in standing (17%) and tandem (15%) position; EG 3 days improve it in tandem position (25%).

Conclusion: Multicomponent training programs are shown as an effective tool to improve the health, physical fitness and the emotional state of a postmenopausal women group. In addition, a frequency of exercises 2 days/week could be enough to improve the quality of life of women in this sensitive stage. However, 3 days/week caused higher improvements in lipid profile, blood pressure and pulse at rest and after the effort, unlike the 2-day training program.

Key words: postmenopausal woman, physical exercise, multicomponent training, health, physical fitness, emotional state.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	7
RESUMEN	13
ABSTRACT	15
ÍNDICE GENERAL.....	17
SIGLAS Y ABREVIATURAS	22
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	24
ÍNDICE DE TABLAS.....	27
ÍNDICE DE GRÁFICOS	30
ÍNDICE DE ANEXOS.....	34
CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN.....	39
1.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DE LA REGIÓN DE MURCIA Y ESPAÑA. ACTUALIDAD Y CONSECUENCIAS EN LA MUJER POSTMENOPÁUSICA	39
1.2 CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO EN LA MUJER.....	42
CAPÍTULO II - JUSTIFICACIÓN	49
2.1 ADAPTACIONES EN LA SALUD Y BENEFICIOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA MUJER POSTMENOPÁUSICA	49
2.1.1 Cambios en la tensión arterial, el perfil lipídico y los niveles de glucosa. Afectaciones en la mujer postmenopáusica	49
2.1.2 Efectos del ejercicio físico en la tensión arterial, el perfil lipídico y los niveles de glucosa en la mujer postmenopáusica	52
2.2 CAMBIOS EN LA APTITUD FÍSICA Y SU REPERCUSIÓN EN LA MUJER POSTMENOPÁUSICA	54
2.2.1 Cambios en la Composición Corporal. Afectaciones en la mujer postmenopáusica.....	55
2.2.2 Efectos del ejercicio físico en la Composición Corporal como componente relacionado con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica	57
2.2.3 El sistema Cardio-Respiratorio. Afectaciones en la mujer postmenopáusica	59
2.2.4 Efectos del ejercicio físico en la Capacidad Aeróbica como componente relacionada con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica.....	60
2.2.5 Cambios en la Flexibilidad. Afectaciones en la mujer postmenopáusica ..	62
2.2.6 Efectos del ejercicio físico en la mejora de la Flexibilidad como	

componente relacionada con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica ..	64
2.2.7 El sistema Muscular y Óseo. Afectaciones en la mujer postmenopáusica .	66
2.2.8 Efectos del ejercicio físico en la Fuerza Muscular como componente relacionada con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica.....	68
2.2.9 Cambios en el Equilibrio como componente relacionado con las destrezas neuromusculares. Afectaciones en la mujer postmenopáusica.....	70
2.2.10 Efectos del Ejercicio Físico en el Equilibrio como componente neuromotor relacionado con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica	71
2.3 CAMBIOS PSICO-EMOCIONALES Y SU REPERCUSIÓN EN LA MUJER POSTMENOPÁUSICA	80
2.3.1 Cambios en el estado emocional. Afectaciones en la mujer postmenopáusica.....	80
2.3.2 Efectos del Ejercicio Físico en el Estado Emocional de la mujer postmenopáusica.....	82
2.4 PROBLEMA DE ESTUDIO.....	84
CAPÍTULO III - HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	87
3.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....	87
3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	87
3.3 HIPÓTESIS	87
CAPÍTULO IV - MATERIAL Y MÉTODO.....	91
4.1 POBLACIÓN.....	91
4.1.1 Ámbito del estudio.....	91
4.1.2 Tipo de diseño.....	91
4.1.3 Población de estudio	92
4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	94
4.2.1 Variable independiente	94
4.2.2 Variables dependientes.....	94
4.3 PROTOCOLO DE VALORACIÓN.....	95
4.4 INSTRUMENTOS.....	97
4.4.1 Valoración de la Salud: Perfil lipídico y Glucosa en sangre	97
4.4.2 Valoración de la Salud: Tensión Arterial y las Pulsaciones	97
4.4.3 Valoración de la Aptitud Física: Composición Corporal	98
4.4.4 Valoración de la Aptitud Física: VO ₂ máx.....	99
4.4.5 Valoración de la Aptitud Física: Flexibilidad	100
4.4.6 Valoración de la Aptitud Física: Fuerza muscular.....	102
4.4.7 Valoración de la Aptitud Física: Equilibrio.....	105

4.4.8 Valoración del Estado Emocional: Inventario de Depresión de Beck	106
4.5 PROCEDIMIENTO.....	107
4.5.1 Contextualización.....	108
4.5.2 Evaluación inicial	108
4.5.3 Programa de familiarización.....	109
4.5.4 Programa de intervención	110
CAPÍTULO V – RESULTADOS	125
5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN VARIABLES DE SALUD: PERFIL LIPÍDICO Y GLUCOSA.....	125
5.1.1 Análisis de la normalidad	126
5.1.2 Análisis descriptivo.....	127
5.1.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención.....	128
5.1.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención	130
5.1.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test	134
5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIABLES DE SALUD Y APTITUD FÍSICA: TENSIÓN ARTERIAL, PULSACIONES Y VO ₂ MÁX.....	136
5.2.1 Análisis de la normalidad	137
5.2.2 Análisis descriptivo.....	137
5.2.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención.....	138
5.2.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención	140
5.2.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test	143
5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL COMO VARIABLE DE LA APTITUD FÍSICA	147
5.3.1 Análisis de la normalidad	148
5.3.2 Análisis descriptivo.....	148
5.3.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención.....	149
5.3.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención	150
5.3.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test	152
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN VARIABLES DE APTITUD FÍSICA: FLEXIBILIDAD, FUERZA Y EQUILIBRIO	155
5.4.1 Análisis de la normalidad	156
5.4.2 Análisis descriptivo.....	157
5.4.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención.....	158
5.4.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención	159
5.4.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test	165
5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK	168

	20
5.5.1 Análisis de la normalidad	169
5.5.2 Análisis descriptivo.....	169
5.5.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención	169
5.5.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención	171
5.5.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test	173
CAPÍTULO VI - DISCUSIÓN	177
6.1 ADAPTACIONES SOBRE LA SALUD	177
6.1.1 Adaptaciones sobre el Perfil Lipídico y la Glucosa	177
6.1.2 Adaptaciones sobre la Tensión Arterial y el Pulso	181
6.2 ADAPTACIONES SOBRE LA APTITUD FÍSICA.....	184
6.2.1 Adaptaciones sobre la Composición Corporal	184
6.2.2 Adaptaciones sobre el Consumo Máximo de Oxígeno (VO ₂ máx)	188
6.2.3 Adaptaciones sobre la Flexibilidad	191
6.2.4 Adaptaciones sobre la Fuerza.....	193
6.2.5 Adaptaciones sobre el Equilibrio	197
6.3 ADAPTACIONES PSICO-EMOCIONALES.....	200
CAPÍTULO VII - CONCLUSIONES	205
CAPÍTULO VIII - PRINCIPALES LIMITACIONES	209
CAPÍTULO IX - FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	213
CAPÍTULO X - BIBLIOGRAFÍA	217
CHAPTER XI - INTERNATIONAL DOCTORATE MENTION	241
11.1 INTRODUCTION.....	242
11.2. JUSTIFICATION.....	244
11.2.1 Adaptations in Health and Benefits from Physical Exercise Programs in Postmenopausal Women.....	244
11.2.2 Changes in Physical Fitness and its Impact on Postmenopausal Women	245
11.2.3 Changes in Psycho-Emotional Well-Being in Postmenopausal Women	248
11.3 HYPOTHESIS.....	248
11.4 METHODOLOGY	249
11.4.1 Population	249
11.4.2 Research variables.....	251
11.4.3 Valuation protocol.....	252
11.4.4 Instruments	253
11.5 PROCEDURE	259

11.5.1 Intervention program.....	259
11.6 CONCLUSIONS	264
CAPÍTULO XII.....	267
ANEXOS.....	267

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Las abreviaturas de los convenios de unidades no se incluyen en esta relación al existir normas internacionalmente aceptadas sobre su uso. Tampoco se han incluido en esta relación las abreviaturas de uso universal en estadística, ni las del diccionario de la *Real Academia Española* (RAE).

Abreviatura	Descripción
1-RM	Una repetición máxima
FC	Frecuencia cardíaca
GC	Grupo control
GE	Grupo de ejercicio
MG	Masa grasa
MM	Masa muscular
MO	Masa ósea
PC	Peso corporal
Vs	Versus
HDL-C	Lipoproteína de alta densidad
LDL-C	Lipoproteína de baja densidad
CT	Colesterol total
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxígeno
EMC	Entrenamiento multicomponente
GE 3 días	Grupo de ejercicio 3 días/semana
GE 2 días	Grupo de ejercicio 2 días/semana
TRI	Triglicéridos
GLU	Glucosa
PR	Pulsaciones en reposo
TSR	Tensión sistólica en reposo
TDR	Tensión diastólica en reposo
PE	Pulsaciones tras el esfuerzo
TSE	Tensión sistólica tras el esfuerzo
TDE	Tensión diastólica tras el esfuerzo
PT	Peso total
PM	Peso muscular
%G	Porcentaje de grasa

PCD	Perímetro de cadera
IMC	Índice de masa corporal
S&R	Sit and Reach test
BS	Back Scratch
PMI	Presión manual en mano izquierda
PMD	Presión manual en mano derecha
FER	Fuerza en extensión de rodilla
FFC	Fuerza en flexión de codo
EqB	Equilibrio en bipedestación
EqT	Equilibrio en tándem
FEV1	Volumen espirado máximo en el primer segundo de la espiración forzada
FVC	Capacidad vital forzada
FC Res	Frecuencia cardiaca de reserva
**:	Diferencia altamente significativa ($p < 0,001$)
*:	Diferencia significativa ($p < 0,05$)
OMNI-RES	OMNI- Resistance Exercise Scale of Perceived Exertion con bandas elásticas Thera-Band®
OMNI-GSE	OMNI- Global Session in the Elderly

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración I. Localización del municipio de Ceutí en España (izquierda) y en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (derecha).....	91
Ilustración II. Exposición del proyecto a un grupo de mujeres interesadas que asisten a una de las reuniones informativas.....	92
Ilustración III. Entrevista realizada en los estudios de radio Onda Color 108.0 FM para la captación de muestra.....	93
Ilustración IV. Valoración de la tensión arterial y la frecuencia cardiaca.	98
Ilustración V. Valoración de la composición corporal.	99
Ilustración VI. Valoración del consumo máximo de oxígeno.....	100
Ilustración VII. Valoración de la flexibilidad mediante los test “Sit-and-Reach” (izquierda) y “Back Scratch” (derecha).....	102
Ilustración VIII. Valoración de la fuerza máxima isométrica en la extensión de rodilla con pierna dominante.	103
Ilustración IX. Valoración de la fuerza isométrica máxima en la flexión bilateral de codo.....	104
Ilustración X. Valoración de la presión de fuerza manual	104
Ilustración XI. Valoración del equilibrio estático: posición de bipedestación (izquierda) y posición de tándem (derecha).....	105
Ilustración XII. Un grupo de sujetos completando el Inventario de depresión de Beck.	106
Ilustración XIII. Procedimiento desarrollado durante 16 semanas.....	107
Ilustración XIV. Sala utilizada para los cuestionarios (pre-test) y reuniones informativas.....	109
Ilustración XV. Sesiones de familiarización, control postural y técnica de ejercicio.....	109

Ilustración XVI. Periodización y programación de la intensidad del esfuerzo percibido durante el programa de entrenamiento multicomponente.	111
Ilustración XVII. Ejercicios de activación pre-entrenamiento multicomponente	112
Ilustración XVIII. Escala OMNI-RES con Thera-Band® empleada para el control de la carga de ejercicio durante el entrenamiento de fuerza (189).	114
Ilustración XIX. Escala “OMNI-Global Session in the Elderly” para el control de la carga de ejercicio durante el entrenamiento de resistencia cardiovascular (96). .	114
Ilustración XX. Escala de percepción del esfuerzo para el entrenamiento de la flexibilidad. Adaptado de Dantas y colaboradores (191).	115
Ilustración XXI. Entrenamiento del equilibrio durante el programa multicomponente.	116
Ilustración XXII. Entrenamiento de la fuerza durante el programa multicomponente.	118
Ilustración XXIII. Entrenamiento cardiovascular durante el programa multicomponente.	119
Ilustración XXIV. Entrenamiento de la flexibilidad durante el programa multicomponente.	120
‘Ilustración’ XXV. Location of Ceutí: Spain (left) Region of Murcia (right).....	249
‘Ilustración’ XXVI. Presentation of the postmenopausal project by the researcher Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón during the meeting (left) and radio (right).	250
‘Ilustración’ XXVII. Assessment of blood pressure and heart rate.	253
‘Ilustración’ XXVIII. Assessment of body composition and perimeters.	254
‘Ilustración’ XXIX. Assessment of maximum oxygen consumption during the ‘Rockport One Mile Walking Test’.	255
‘Ilustración’ XXX. Assessment of flexibility: ‘Sit-and-Reach’ (left) and ‘Back Scratch’ (right).	256

'Ilustración' XXXI. Assessment of maximal isometric strength during the knee extension.....	256
'Ilustración' XXXII. Assessment of maximum isometric force during the bilateral elbow flexion.....	257
'Ilustración' XXXIII. Assessment of the manual force pressure	257
'Ilustración' XXXIV. Assessment of static balance: Standing position (left) and tandem position (right).	258
'Ilustración' XXXV. Assessment of the 'Beck Depression Inventory test'	259
'Ilustración' XXXVI. Periodization and Perceived Intensity programming during the intervention program.....	260
'Ilustración' XXXVII. Pre-activation exercises for the multicomponent training program.	261
'Ilustración' XXXVIII. OMNI-RES scale with Thera-Band® elastic bands used for the control of the strength's perception intensity.....	262
'Ilustración' XXXIX. 'OMNI-Global Session in the Elderly' for the control of the cardiovascular's perception intensity.....	262

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Programas de intervención en la mejora de la salud de la mujer postmenopáusic.....	72
Tabla II. Características antropométricas y generales de los sujetos evaluados ^a	96
Tabla III. Variables de planificación y periodización. Propuesta de magnitud de la carga durante el entrenamiento del equilibrio.....	117
Tabla IV. Variables de planificación y periodización. Propuesta de magnitud de la carga para el entrenamiento de la fuerza.....	118
Tabla V. Variables de planificación y periodización. Propuesta de magnitud de la carga para el entrenamiento cardiovascular.....	119
Tabla VI. Variables de planificación y periodización. Propuesta de magnitud de la carga para el entrenamiento de la flexibilidad.....	120
Tabla VII. Normalidad en la distribución de las variables de perfil lipídico y glucosa. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la muestra (N=75).....	127
Tabla VIII. Normalidad en la distribución de las variables no paramétricas de perfil lipídico y glucosa. Prueba de Kolmogórov-Smirnov.....	127
Tabla IX. Valores descriptivos iniciales de perfil lipídico y glucosa de la muestra.....	128
Tabla X. Valores descriptivos iniciales de perfil lipídico y glucosa de forma categorizada (GE2 días, GE 3 días y GC).....	128
Tabla XI. Análisis Post-hoc de Bonferroni para la comparación entre grupos de la variable HDL-C durante el pre-test.....	130
Tabla XII. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test. Variables triglicéridos, colesterol total, colesterol HDL-C, colesterol LDL-C y glucosa.....	134
Tabla XIII. Normalidad en la distribución de las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO ₂ máx. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para la muestra (N=75).....	137

Tabla XIV. Valores descriptivos totales de tensión arterial, pulsaciones y VO ₂ máx (N=75).....	138
Tabla XV. Valores descriptivos categorizados de tensión arterial, pulsaciones y VO ₂ máx.	138
Tabla XVI. Análisis Post-hoc de Bonferroni para comparaciones entre grupos de la variable pulsaciones en reposo.....	140
Tabla XVII. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO ₂ máx.	144
Tabla XVIII. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para la normalidad de muestra en la distribución de las variables de altura, peso total, perímetro de cintura y porcentaje de grasa (N=75).....	148
Tabla XIX. Valores descriptivos iniciales de composición corporal de la muestra en conjunto.	149
Tabla XX. Valores descriptivos iniciales de los datos de composición corporal de forma categoriza (GE 2 días, GE 3 días y GC).....	149
Tabla XXI. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de composición corporal.	153
Tabla XXII. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para la normalidad de muestra en la distribución de las variables S&R, PMI, PMD, FER y FFC.....	157
Tabla XXIII. Valores descriptivos iniciales de flexibilidad, fuerza y equilibrio de la muestra en su conjunto (N=75).....	157
Tabla XXIV. Valores descriptivos iniciales de flexibilidad, fuerza y equilibrio de forma categorizada (GE2 días, GE 3 días y GC).	158
Tabla XXV. Análisis de las diferencias pre-test mediante la prueba Anova de un factor. Variables de aptitud física que indicaron diferencias significativas intra-grupos.	159
Tabla XXVI. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test. Variables de fuerza, flexibilidad y equilibrio.....	166
Tabla XXVII. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra. Estudio de la	

normalidad en el "Inventario de Depresión de Beck"	169
Tabla XXVIII. Análisis de las diferencias pre-test mediante la prueba Anova de un factor. Variables del "Inventario de Depresión de Beck"	170
Tabla XXIX. Análisis Post-hoc de Bonferroni para comparaciones múltiples entre grupos en el "Inventario de Depresión de Beck"	170
Tabla XXX. Diferencias pre-test vs post-test en la puntuación del "Inventario de Depresión de Beck"	172
Tabla XXXI. Diferencias inter-grupos en el post-test y prueba Post-hoc de Bonferroni para el "Inventario de Depresión de Beck"	173
Tabla XXXII. Diferencias en el cambio en el "Inventario de Depresión de Beck"	173
Tabla XXXIII. Análisis Post-hoc (Bonferroni) de las diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test para el "Inventario de Depresión de Beck"	174

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico I. Proyecciones de población por sexo y edad. España 2014-2064 (6).....	40
Gráfico II. Escenografía de crecimiento - Población de 60-79 años y de 80 años o más por grupo de desarrollo, 2000, 2015, 2030 y 2050 según el informe de Naciones Unidas (10).	41
Gráfico III. Riesgo de fractura según edad y masa ósea (117).	67
Gráfico IV. Valores descriptivos y diferencias inter-grupos durante el pre-test en variables de perfil lipídico y glucosa. *: mejora estadísticamente significativa $p<0,05$	129
Gráfico V. Diferencia pre-test vs post-test en la variable triglicéridos. *: mejora estadísticamente significativa $p<0,05$	131
Gráfico VI. Diferencia pre-test vs post-test en la variable colesterol total. *: mejora estadísticamente significativa $p<0,05$; **: mejora altamente significativa $p<0,001$	132
Gráfico VII. Diferencia pre-test vs post-test en la variable colesterol LDL. **: mejora altamente significativa $p<0,001$	132
Gráfico VIII. Diferencia pre-test vs post-test test en la variable colesterol HDL. *: mejora estadísticamente significativa $p<0,05$; **: mejora altamente significativa $p<0,001$	133
Gráfico IX. Diferencia pre-test vs post-test en la variable glucosa. *: mejora significativa $p<0,05$; **: mejora altamente significativa $p<0,001$	133
Gráfico X. Diferencias intra-grupos en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test. *: diferencia significativa $p<0,05$; **: diferencia altamente significativa $p<0,001$	135
Gráfico XI. Diferencias inter-grupos para las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO_2 máx. PR: pulsaciones en reposo; TSR: tensión sistólica en reposo; TDR: tensión diastólica en reposo; PE: pulsaciones tras el esfuerzo; TSE: tensión sistólica tras el esfuerzo; TDE: tensión diastólica tras el esfuerzo; VO_2 máx: consumo máximo de oxígeno; *: Diferencias significativas $p<0,05$	139
Gráfico XII. Diferencias post-test intra-grupos para variables de pulsaciones; PR:	

pulsaciones en reposo; PE: pulsaciones tras el esfuerzo; *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$ 142

Gráfico XIII. Diferencias post-test intra-grupos para las variables de tensión arterial en reposo; TSR: tensión sistólica en reposo; TDR: Tensión diastólica en reposo; *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa..... 142

Gráfico XIV. Diferencias post-test intra-grupos para las variables de tensión arterial tras el esfuerzo y VO_2 máx. TSE: tensión sistólica tras el esfuerzo; TDE: tensión diastólica tras el esfuerzo; VO_2 máx: consumo máximo de oxígeno. *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa..... 143

Gráfico XV. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de salud analizadas. PR: pulsaciones en reposo; TSR: tensión sistólica en reposo; TDR: tensión diastólica en reposo; PE: pulsaciones tras el esfuerzo; TSE: tensión sistólica tras el esfuerzo; TDE: tensión diastólica tras el esfuerzo; VO_2 máx: consumo máximo de oxígeno. *: diferencia significativa $p < 0,05$; **: diferencia altamente significativa $p < 0,001$ 146

Gráfico XVI. Diferencias pre-post test en peso total, peso muscular y % de grasa; *: mejora estadísticamente significativas $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$ 151

Gráfico XVII. Diferencias pre-post test en variables de perímetro de cintura e IMC. *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativas $p < 0,001$ 151

Gráfico XVIII. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de composición corporal analizadas. *: diferencia estadísticamente significativas $p < 0,05$; **: diferencia altamente significativas $p < 0,001$ 154

Gráfico XIX. Análisis pos-test de las diferencias intra-grupos en las variables "Sit and Reach" y "Back Scratch". *: diferencias significativas $p < 0,05$; **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$ 161

Gráfico XX. Análisis post-test de las diferencias intra-grupos en las variables "Presión manual mano izquierda" y "Presión manual mano derecha". *: diferencias significativas $p < 0,05$; **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$ 161

Gráfico XXI. Análisis post-test de las diferencias intra-grupos en las variables de presión manual. *: diferencias significativas $p < 0,05$ **: diferencias altamente

significativas $p < 0,001$	162
Gráfico XXII. Análisis post-test de las diferencias intra-grupos en variables de equilibrio. *: diferencias significativas $p < 0,05$ **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$	162
Gráfico XXIII. Análisis de las diferencias inter-grupos en las variables de flexibilidad; *: diferencias significativas $p < 0,05$. **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$	164
Gráfico XXIV. Análisis de las diferencias inter-grupos en las variables en las variables de "Extensión de rodilla" y "Flexión de codo". *: diferencias significativas $p < 0,05$	164
Gráfico XXV. Análisis de las diferencias inter-grupos en las variables de "Equilibrio en posición de bipedestación" y "Equilibrio en posición de tándem"; *: diferencias significativas $p < 0,05$; **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$	165
Gráfico XXVI. Diferencias en el cambio pre-test vs post-test en flexibilidad y equilibrio. *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$	167
Gráfico XXVII. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de fuerza de piernas y brazos. *: mejora significativa $p < 0,05$	167
Gráfico XXVIII. Análisis pre-test de las diferencias inter-grupos en la variable "Inventario de Depresión de Beck". *: diferencias significativas $p < 0,05$. **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$	171
Gráfico XXIX. Diferencia pre-test vs post-test en la puntuación obtenida en el "Inventario de Depresión de Beck". *: diferencias significativas $p < 0,05$ **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$	172
Gráfico XXX. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en la variable "Inventario de Depresión de Beck". *: diferencias significativas $p < 0,05$ **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$	174
'Gráfico' XXXI. Scenography of population growth of 60-79 years and of 80 years or more by development group, 2000, 2015, 2030 and 2050 according to the report	

33

of the United Nations (10)..... 242

'Gráfico' XXXII. Population projections by sex and age in Spain. From 2014 to 2064
(6)..... 243

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Artículo JCR publicado durante el periodo de doctorado. Guillamón EM-C, Burgess L, Immins T, Andreo AM-A, Wainwright TW. Does aquatic exercise improve commonly reported predisposing risk factors to falls within the elderly? A systematic review. *BMC Geriatr.* 2019;19(1):52. 269

ANEXO 2. Méritos complementarios: Guillamón EM-C. Beneficios de salud ósea proporcionados por el ejercicio físico acuático en mujeres postmenopáusicas (2018). *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, Volumen 7. ISSN 2174-8144 y Depósito Legal: AL 828-2011. 285

ANEXO 3. Méritos complementarios: Guillamón EM-C. Importancia de la estimulación cognitiva durante un programa de ejercicio para la prevención de caídas (2018). *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, Volumen 7. ISSN 2174-8144 y Depósito Legal: AL 828-2011. 286

ANEXO 4. Martínez-Carbonell E, Orquín-Castrillón FJ, Marcos-Pardo PJ, Martínez-Almagro A. (mayo de 2018). Efectos de un Programa de Ejercicio en la Salud de un Grupo de Mujeres Postmenopáusicas. En J. Alarcón Teruel (Secretario General), IV Jornadas de Investigación y Doctorado: Women in Science. Jornadas llevadas a cabo en Murcia. 287

ANEXO 5. Martínez-Carbonell E. (mayo de 2018). Presentación del Paper: Effects of aqua aerobic therapy exercise for older on muscular strength, agility and balance to prevent falling during gait. En J. Alarcón Teruel (Secretario General), IV Jornadas de Investigación y Doctorado: Women in Science. Jornadas llevadas a cabo en Murcia. 288

ANEXO 6. Méritos complementarios: Martínez-Carbonell E, Wainwright T, Immins T, Martínez-Almagro A. (2017). Efectos del Entrenamiento Acuático en la Mejora de la Condición Física de los Adultos Mayores. (Ed.) *Actividad Física Para Mayores. Investigación, Enseñanza y Práctica*, pp. 596-6. 289

ANEXO 7. Méritos complementarios: Martínez-Carbonell E (2019). *Atividades Aquáticas Ajudam a Prevenir Tombos. Envelhecer. Health, Nutrition and Wellness.* SAÚDE. Editora Abril. 290

ANEXO 8. Consentimiento informado. 291

ANEXO 9. Hoja informativa del estudio. 292

ANEXO 10. Revocación del consentimiento informado. 295

ANEXO 11. Comité de ética de la UCAM. 296

ANEXO 12. Inventario de Depresión de Beck. 297

ANEXO 13. International doctoral stay. Orthopaedic Research Institute. 303

ANEXO 14. Acreditación de estancia internacional (traducción al español). 305

ANEXO 15. Méritos complementarios: Segunda Estancia Internacional (PhD Candidate - Second International Stay). 307

ANEXO 16. Méritos complementarios: Propuesta de Investigador Asociado a la Universidad de Bournemouth (Visiting Associate at Bournemouth University). 308

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

*“No importa lo fuerte que golpeas
sino lo fuerte que pueden golpearte,
y lo aguantas mientras avanzas”*

(Rocky Balboa)

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

1.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DE LA REGIÓN DE MURCIA Y ESPAÑA. ACTUALIDAD Y CONSECUENCIAS EN LA MUJER POSTMENOPÁUSICA

La Región de Murcia, a pesar de que muestra superiores perspectivas demográficas que otras regiones españolas, también resalta por un crecimiento exponencial hacia un envejecimiento poblacional. Según los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística y el avance del padrón de 2019 del Portal Estadístico de la Región de Murcia (1), la población mayor de 65 años reúne a 233.300 personas (15,6%) o lo que es lo mismo, 1 de cada 6 murcianos es mayor de 65 años.

En términos nacionales, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OECD], la esperanza de vida de los ciudadanos españoles es de 84,9 años para las mujeres y de 78,9 para los varones. Las cifras comentadas posicionan a España por encima de los datos medios de la Unión Europea, que presenta una esperanza de vida de 81,7 años para las mujeres y de 75,3 años para los varones. España se convierte en uno de los países más longevos de la Unión Europea (2).

Otro informe estadístico, en este caso de la Organización Mundial de la Salud, indica que las mujeres que viven en España se encuentran entre las más longevas del mundo (85 años), en segundo lugar después de Japón (3).

De este modo, se debe de pensar en estrategias de prevención y mejora de la calidad de vida que permitan alcanzar edades avanzadas en independencia, ya que una mayor esperanza de vida no asegura un mejor estado de salud. Dichas estrategias mejorarán tanto la dependencia como al estado del bienestar (4).

En esta línea, teniendo en cuentas las diferentes etapas de prevención, se considera que cada vez serán más las mujeres que deberán enfrentarse a las consecuencias de una etapa postmenopáusica, donde programas de ejercicio físico especializados ayudarían a alcanzar edades avanzadas con independencia funcional y mejor salud (5).

Si se estudian las últimas pirámides poblacionales, se observa que el envejecimiento en la sociedad actual crece inversamente proporcional a la

natalidad. El gráfico I (6) presenta datos censados y estadísticos que reflejan una pirámide regresiva, destacando un centro ancho donde se encontrarían las edades que comprenden el periodo de postmenopausia. En contraste con una base estrecha, y una cima relativamente ancha. Este dibujo es compartido en diferentes países desarrollados, donde la natalidad está disminuyendo al igual que en territorio español (7).

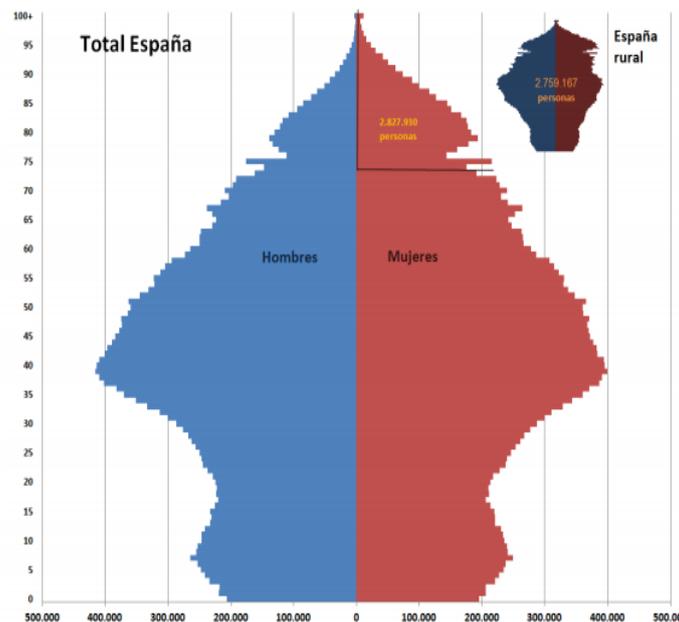


Gráfico I. Proyecciones de población por sexo y edad. España 2014-2064 (6).

Siguiendo los datos de la Región de Murcia (6), en los últimos años la población absoluta mayor de 65 años se amplió de un 10,81% desde el año 2005 hasta el 2012. Además, la población masculina es ligeramente mayor, con 740.143 hombres, lo que supone el 50,06% del total de 1.478.508 personas, frente a las 738.366 mujeres que representan el 49,94% de la Región (8).

No solo en Europa afecta el progresivo crecimiento de la población adulta mayor, sino que es una circunstancia que ocurre en todo el mundo, especialmente en los países desarrollados (gráfico II). Esta transición demográfica invita a reflexionar sobre las repercusiones y costos que todo ello puede suscitar (9).

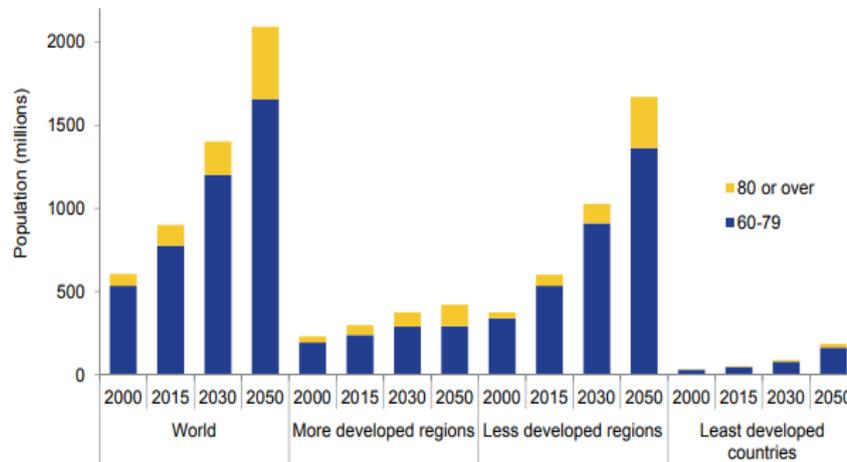


Gráfico II. Escenografía de crecimiento - Población de 60-79 años y de 80 años o más por grupo de desarrollo, 2000, 2015, 2030 y 2050 según el informe de Naciones Unidas (10).

Este cambio arrastra consigo un mayor gasto sanitario en el PIB (producto interior bruto) a nivel nacional. Un ejemplo de las consecuencias en los últimos años es el aumento del gasto farmacéutico de la Seguridad Social, pasando de un gasto en 1991 de 3.101,8 a 7.084,4 millones de euros en 2001. De este total, el 95,3% y el 95,8% pertenecieron al *Sistema Nacional de Salud* (11).

En cuanto a la mujer postmenopáusica, la repercusión económica es difícil estimarla ya que se trata de un gran conjunto de patologías muy amplio que van asociadas a los antecedentes y al cuidado preventivo que se ha realizado a lo largo de la vida. Sin embargo, a partir del momento de cese de la menstruación, es un punto de inflexión donde la mayoría de esas patologías silenciosas se remarcan y aparecen (12). La falta de equilibrio o la pérdida de fuerza, podrían considerarse uno de los cambios fisiológicos más remarcables en esta etapa incrementando el futuro riesgo de osteoporosis, caída o fractura de cadera (13).

Todos los datos expuestos advierten de que tanto en la Región de Murcia, como en España y en el resto de países desarrollados, la natalidad disminuye y aumenta exponencialmente el número de personas mayores de 65 años. Además, es la mujer quien presenta una mayor esperanza de vida al nacer, vivirá más años, pero no se asegura una calidad de vida óptima (14); siendo la etapa postmenopáusica un periodo sensible, tras la ausencia permanente de la menstruación (15) y la cual necesita de un abordaje preventivo (16) donde el ejercicio físico se considera esencial (17).

1.2 CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO EN LA MUJER

Menopausia

El término menopausia se define como el cese permanente de la menstruación que resulta de la pérdida de la actividad folicular ovárica; aludiendo a menopausia natural después de 12 meses consecutivos de amenorrea, para la cual no existe una causa patológica o fisiológica obvia (18).

Menopausia prematura

Idealmente, la menopausia prematura se debe definir como la menopausia que ocurre a una edad inferior a dos desviaciones estándar por debajo de la media establecida para la población de referencia. En la práctica, la edad de 40 años se utiliza con frecuencia como punto de corte arbitrario, por debajo del cual se dice que la menopausia es prematura (19, 20).

Menopausia inducida

El término menopausia inducida se define como el cese de la menstruación que sigue a la extirpación quirúrgica de ambos ovarios (con o sin histerectomía) o a la ablación yatrógena de la función ovárica (por ejemplo, mediante quimioterapia o radiación) (19).

Perimenopausia

El término perimenopausia debe incluir el período inmediatamente anterior a la menopausia cuando comienzan las características endocrinológicas, biológicas y clínicas que advierten de su llegada, produciéndose un descenso gradual de la cantidad de estrógeno, y el primer año después de la menopausia (19).

Transición menopáusica

El término transición menopáusica debe reservarse para esa etapa de tiempo antes del período menstrual final cuando la variabilidad en el ciclo menstrual suele aumentar. Este término puede usarse como sinónimo de "premenopausia", aunque este último puede ser confuso y debería abandonarse (19).

Premenopausia

El término premenopausia a menudo se usa ambiguamente para referirse a uno o dos años inmediatamente antes de la menopausia o para referirse a la totalidad del período reproductivo anterior a la menopausia. En este caso, la mujer sigue siendo fértil. Se recomienda usar el término en el último sentido, para abarcar todo la etapa reproductiva hasta el final del periodo menstrual (19).

Postmenopausia

El término postmenopausia se define como el periodo o momento desde la última menstruación, independientemente de si la menopausia fue inducida o espontánea (19). Tras la finalización de la menopausia, comienza la postmenopausia (se determina cuando se observan 12 meses de amenorrea espontánea); disminuyendo los síntomas de la menopausia en la mayor parte de las mujeres. Sin embargo, debido a varios elementos, entre ellos la disminución de los niveles de estrógeno, se produce un incremento del riesgo de sufrir patologías como la osteoporosis y enfermedades cardíacas.

Climaterio

El momento en el envejecimiento de las mujeres que marca la transición de la fase reproductiva al estado no reproductivo. Esta fase incorpora la perimenopausia extendiéndose por un período variable más largo antes y después de la perimenopausia (19).

Envejecimiento

A medida que las poblaciones envejecen, la identificación de los factores

que fomentan el mantenimiento de un envejecimiento saludable es crucial para mejorar la salud y el bienestar de los mayores, así como para mantener los costos de atención médica. Aunque la esperanza de vida promedio ha aumentado, el número de años de dependencia o discapacidad también ha crecido (21).

Según la Organización Mundial de la Salud, el envejecimiento se podría definir como: *“el deterioro de las funciones, progresivo y generalizado, produciendo una pérdida en la respuesta adaptativa al estrés y un mayor riesgo de sufrir enfermedades relacionadas con la edad”* (19).

Envejecimiento activo

En las últimas dos décadas, el envejecimiento activo ha emergido presentando un enfoque holístico y orientado hacia el curso de la vida más que un envejecimiento exitoso exclusivamente por políticas de envejecimiento (22).

En cuanto al término activo, la OMS (23) lo define como, *“la participación continua en asuntos sociales, económicos, culturales, espirituales y cívicos, no solo por la capacidad de ser físicamente activo o de participar laboralmente”*. En este caso, una estrategia de envejecimiento activo eficaz debe basarse en las contribuciones combinadas del ciudadano y la sociedad. En términos de políticas de la UE, la promoción del envejecimiento activo implica vincular ámbitos de políticas hasta ahora independientes: empleo, salud, protección social, pensiones, inclusión social, tecnología y política económica (24).

Por lo tanto, el *“envejecimiento activo”* se podría considerar como el proceso de optimizar las oportunidades de salud, participación y seguridad en disposición a mejorar la calidad de vida de las personas que envejecen (19).

Dependencia

Los estereotipos de la edad avanzada están caracterizados por la pasividad y la dependencia. El envejecimiento activo rechaza el *“paradigma de la pérdida y el deterioro”*, es decir, de la dependencia, poniendo énfasis alternativo en la autonomía y la participación (25), enfatizando los roles activos e independiente de los mayores. No obstante, la dependencia podría ser definida como, *“la incapacidad de realizar las actividades básicas de la vida diaria por sí mismo o no ser capaz de hacer lo que se quiere cuando se quiere”*, según Martínez y Astorga (26)

Fragilidad

Buchner y Wagner (27) definen la fragilidad como *“un estado en que la reserva fisiológica está disminuida, llevando asociado un riesgo de incapacidad, una pérdida de la resistencia y un aumento de la vulnerabilidad”*. Mientras que Cortés y colaboradores (28) la definen como *“la disminución progresiva de la capacidad de reserva y adaptación de la homeostasis del organismo que se produce con el envejecimiento, está influenciada por factores genéticos (individuales) y es acelerada por enfermedades crónicas y agudas, hábitos tóxicos, desuso y condicionantes sociales y asistenciales”*.

CAPÍTULO II

JUSTIFICACIÓN

*A todos los profesionales y personas que colaboran en mejorar
la calidad de vida de la persona con, y sin patologías.*

CAPÍTULO II - JUSTIFICACIÓN

2.1 ADAPTACIONES EN LA SALUD Y BENEFICIOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA MUJER POSTMENOPÁUSICA

Este apartado presenta una estructura de revisión donde se han agrupado y examinado estudios destacados sobre programas de ejercicio físico en mujeres postmenopáusicas (tabla I). La revisión fue dirigida en el campo de las *Ciencias de la Actividad Física, del Deporte y de la Salud* a través de cinco principales bases de datos: ISI Web of Knowledge, ProQuest, PubMed, Science Direct y SPORTDiscus.

La definición de salud, en vigor desde el 7 de abril de 1948 por la Organización Mundial de la Salud dice que: "*La salud es un estado de bienestar físico, mental y social completo, y no meramente la ausencia del mal o la enfermedad*". Por lo tanto, se contempla un estado saludable de la persona desde el punto de la calidad de vida y no simplemente desde la manifestación de síntomas o el padecimiento de enfermedades.

En este caso, se podrían diferenciar cuatros determinantes de la salud desde el punto de vista del sector de la salud (29). Determinantes ambientales (por ejemplo, factores psico-sociales), estilos de vida (por ejemplo, ejercicio físico y adecuada aptitud física), biología humana (aspectos genéticos y de la edad de la persona) y de atención sanitaria (calidad, accesibilidad y financiamiento de los servicios de salud). A pesar de los avances en el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades, las estrategias de prevención se consideran las más activas para conseguir una vida sana y digna.

2.1.1 Cambios en la tensión arterial, el perfil lipídico y los niveles de glucosa. Afectaciones en la mujer postmenopáusica

Está bien establecido que el estado postmenopáusico se asocia con un aumento de la adiposidad abdominal, una alteración de la homeostasis de la glucosa, un peor índice aterogénico y un aumento de la presión arterial (30-32). Considerándose, la inflamación sistémica crónica, el estrés oxidativo, el tejido adiposo abdominal, la dislipidemia, la sarcopenia y el estilo de vida sedentario

factores de riesgo que favorecen al síndrome metabólico en mujeres postmenopáusicas (30). Todos estos cambios fisiológicos en la mujer se vinculan con una mayor prevalencia de sufrir enfermedades cardiovasculares o endocrinas como diabetes mellitus tipo 2 (33).

Durante la menopausia empieza a ocasionarse una menstruación irregular en la mujer acompañada de una disminución de las hormonas femeninas estrógeno y progesterona, las hormonas sexuales femeninas predominantes en la mujer (34). Antes del cese de la menstruación, es decir, antes de dejar de ovular y producir las hormonas femeninas nombradas, la mujer está más “protegida” de enfermedad cardiovascular aterosclerótica, jugando las hormonas femeninas un rol importante en la prevención y la protección (12, 34). La progesterona interviene en el endometrio, haciendo que éste segregue unas proteínas especiales que nutren al óvulo fecundado, para crear unas condiciones óptimas para el desarrollo del embrión. Respecto al estrógeno, tiene efectos en muchos sistemas orgánicos que contribuyen a la protección frente al riesgo cardiovascular; la regulación del metabolismo de los lípidos en el hígado y los niveles séricos de lipoproteínas, regulando el colesterol, y la prevención de la osteoporosis (35). Los cambios en la disminución de estrógeno afectan al hígado, un órgano importante donde el metabolismo de los ácidos grasos, los triglicéridos y el colesterol se coordinan para satisfacer las necesidades metabólicas en la fisiología normal. Sin embargo, su metabolismo se empieza a alterar tras la ausencia de la menstruación en la mujer (34).

De otro modo, se debe considerar, que este período de vida o cambio de etapa no solo se define por una reducción drástica hormonal sino también por cambios en los hábitos saludables que pueden tener un impacto significativo en el metabolismo (36). En el caso de los lípidos, éstos tienen un papel importante en la aterosclerosis y la enfermedad coronaria, siendo los principales factores de enfermedad coronaria: la hipertensión, el tabaquismo, el aumento del colesterol sérico total (CT), el incremento de triglicéridos (TRI), de lipoproteína de baja densidad (LDL-C) y el descenso de los niveles de lipoproteína de alta densidad (HDL-C) (37).

Respecto a los niveles de glucosa en sangre, se ha estudiado que el desarrollo de diabetes mellitus y la resistencia a la insulina es diferente en hombres y mujeres. Las concentraciones de la glucosa plasmática en ayunas parecen

aumentar con la edad, a un ritmo más perjudicial en mujeres que en hombres, con incremento en la mujer alrededor de los 50 años, destacando en la etapa postmenopáusica (35, 38).

En términos de tensión arterial, el estudio SIMONA (39) realizado en Italia, analiza la prevalencia de hipertensión en 18.326 mujeres (46-59 años). La presión arterial es medida tres veces en posición sentada, tomando datos demográficos y clínicos. Los resultados muestran que la presión arterial sistólica (PAS) y la presión arterial diastólica (PAD) es significativamente más alta en mujeres postmenopáusicas (3.4/3.1 mmHg) respecto a mujeres premenopáusicas y perimenopáusicas. No obstante, la mortalidad por enfermedad cardiovascular parece no acelerarse en las mujeres después de la menopausia, lo que significaría que las mujeres están posponiendo su riesgo en lugar de ayudar a evitarlo (40).

En cuanto a la terapia hormonal (TH), los efectos ventajosos del estrógeno en la vasculatura arterial difieren en función a la etapa de la mujer y el grado de aterosclerosis que éstas puedan presentar. De este modo, parece aceptarse como beneficioso en aquellas mujeres que han sufrido una postmenopausia temprana aunque sus consecuencias trombóticas y pro-inflamatorias sobrepasan su beneficio en cuanto es utilizado en edades más avanzadas (41). Un amplio estudio con mujeres de 50 a 79 años analizó el efecto de la TH en la salud de la mujer, una parte del estudio señaló que el riesgo de padecer cáncer mamario, enfermedades cardíacas, ataques cerebrales y coágulos de sangre aumentaba ligeramente en mujeres postmenopáusicas que recibían una terapia de estrógeno y progesterona (42). No obstante, se pueden encontrar otros autores los cuales mencionan que el reemplazo de estrógeno en mujeres no parece aumentar el riesgo cardiovascular (43).

Otro factor a tener en cuenta es el *Índice de Masa Corporal* (IMC). La *Asociación Americana del Corazón* (AHA) incluye el IMC como factor de riesgo para mantener una función endotelial saludable (44). En la mujer se recomienda mantener un IMC menor de 25 kg/m² mediante el equilibrio entre ejercicio físico, el control de calorías ingeridas, y el mantenimiento de hábitos saludables (40).

En resumen, las hormonas sexuales, estrógeno y progesterona, reducen la producción de insulina y favorecen la función del hígado en la fabricación de glucosa en sangre, durante el ciclo menstrual. Sin embargo, con la pérdida hormonal las células responden de forma diferente a la insulina, provocando

cambios inesperados en los niveles de azúcar en sangre, pudiendo tener complicaciones relacionadas con la diabetes. Igualmente, los niveles reducidos de estrógenos aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular, entre otros, por un sistema menos protegido contra los niveles de LDL-C y favorecimiento de los niveles de HDL-C. Todo esto sumado al cambio de hábitos poco saludables, provocará una alteración negativa del perfil lipídico y un aumento del nivel glucémico. Así, se alcanzará durante la postmenopausia un estado más propenso a la enfermedad; en este momento destaca la importancia del ejercicio físico.

2.1.2 Efectos del ejercicio físico en la tensión arterial, el perfil lipídico y los niveles de glucosa en la mujer postmenopáusica

El ejercicio físico puede contrarrestar de forma parcial algunos cambios que se producen en la mujer postmenopáusica a través de la normalización de las alteraciones del perfil lipídico. La realización de un protocolo de ejercicio físico puede provocar una reducción del tejido adiposo, lo que a su vez genera un aumento de las respuestas antiinflamatorias, la expresión de la enzima antioxidante y la sensibilidad a la insulina (45). A pesar de su importancia, pocos estudios han evaluado la efectividad de diferentes programas de ejercicio, en términos de planificación, duración y frecuencia (17).

Un estudio realizado por Libardi y colaboradores (46), analiza los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza durante 16 semanas en un grupo de hombres ($n=13$; 47 ± 4.45 años) y un grupo de mujeres postmenopáusicas ($n=12$; 53.65 ± 3.65 años), incluyendo además un GC de mujeres ($n=12$; 51.17 ± 6.44 años) y un GC de hombres ($n=13$; 49.15 ± 5.55 años). Los grupos de entrenamiento realizan ejercicios de fuerza con máquinas guiadas 3 días/semana, seis ejercicios de miembros superiores (press de banca, jalón al pecho, elevaciones laterales de hombro, extensión de codo para tríceps, curl de bíceps y crunch para abdominales) y tres de miembros inferiores (press de piernas, extensión de rodillas para cuádriceps y flexión de rodillas para isquiosurales), completando 8 repeticiones con 1 minuto y 30 segundos de descanso entre serie. Después de 16 semanas, el grupo de entrenamiento de mujeres postmenopáusica alcanza una mejora altamente significativa en la variable colesterol total (21.08%). Sin embargo, no se hayan diferencias significativas en la variable LDL-C, HDL-C y triglicéridos.

Neves y colaboradores (47), al igual que el estudio anterior, valoran los

efectos en el perfil lipídico de un grupo de mujeres postmenopáusicas (53-63 años) durante 16 semanas de entrenamiento. El protocolo de ejercicio físico multicomponente (EMC) consiste inicialmente en la realización de 8 ejercicios de fuerza y resistencia con bandas elásticas, seguido de 3 series de ejercicios de equilibrio, coordinación y agilidad. Las sesiones de entrenamiento finalizan con una caminata de 18-30 minutos. Los autores, tras la intervención encuentran mejoras en el perfil lipídico ($p < 0,05$) del grupo de entrenamiento en valores de HDL-C (4,4%) y CT (9,9%).

Otra investigación realizado por Zarins y colaboradores (36) indican que a pesar de los cambios hormonales y metabólicos que se producen durante la menopausia, las mujeres postmenopáusicas obtienen resultados de mejora de glucosa similares a los encontrados en mujeres jóvenes. Estos resultados se alcanzan mediante un protocolo de ejercicio de 5 sesiones semanales durante 12 semanas. Las participantes realizan una hora de entrenamiento cardiovascular en un cicloergómetro a una intensidad del 65% de VO_2 máx. Además, los autores indican que los signos subclínicos de desarrollar resistencia a la insulina no son tan evidentes en aquellas mujeres postmenopáusicas activas.

Los beneficios sobre el metabolismo de la glucosa se podrían ver favorecidos mediante el ejercicio de moderada-alta intensidad, indican Mandrup y colaboradores (48). Los autores justifican estos hallazgos haciendo referencia a la activación de rutas de señalización intracelular moderadas por la proteína quinasa activada por AMP (AMPK), enzima clave en el metabolismo de glucosa y lípidos. Esta ruta favorecerá el efecto de la insulina incitando el cambio de localización de los transportadores de glucosa Glut-4 hacia la superficie celular. Este proceso aumenta la captación de glucosa desde la sangre hacia el músculo esquelético.

Por otro lado, un programa de entrenamiento cardiovascular parece encontrar adaptaciones vasculares ayudando a normalizar la presión arterial y provocando una bradicardia por entrenamiento, menciona Daley y colaboradores (49). Estos resultados se han obtenido en mujeres postmenopáusicas (48-57 años) a las que se les planteó un programa de ejercicio físico autónomo durante 24 semanas. Las mujeres realizaron sesiones de 75-90 minutos incluyendo ejercicios cardiovasculares como caminar, trotar o ciclismo a intensidad moderada.

Otro interesante estudio, propuesto por Boonpim y colaboradores (50), tiene como objetivo investigar los efectos de un programa de estiramientos de 6

semanas sobre la rigidez arterial en la mujer postmenopáusica (51-56 años). Los ejercicios se centran en la musculatura de cuello, tronco, miembros superiores e inferiores) durante 30 minutos al día, 5 días a la semana. Los estiramientos tienen una duración de 20 segundos con un descanso de 40 segundos entre repetición. Después de seis semanas, el estudio muestra una mejora significativa ($p < 0,05$) en el grupo de entrenamiento respecto al grupo control. Los resultados indican que el entrenamiento de la flexibilidad podría ser efectivo para mejorar la elasticidad y la presión arterial en el tobillo de la mujer postmenopáusica.

En resumen, se observa que aquellas mujeres adheridas a programas de resistencia cardiovascular o multicomponente (combinación del entrenamiento de la fuerza, equilibrio, aeróbico y flexibilidad) logran mejoras en parámetros de glucosa, perfil lipídico y tensión arterial. Los programas de ejercicio que muestran adaptaciones significativas alcanzan intensidades moderadas de al menos un 65% del VO_2 máx. Respecto a la frecuencia de entrenamiento, oscila entre 2-5 días semanales durante protocolos de 12-24 semanas incluyendo ejercicios de fuerza mediante bandas elásticas o máquinas guiadas, y ejercicios cardiovasculares como caminar, trotar o montar en bicicleta.

2.2 CAMBIOS EN LA APTITUD FÍSICA Y SU REPERCUSIÓN EN LA MUJER POSTMENOPÁUSICA

Antes de definir el concepto de aptitud física existen dos conceptos que deben ser claramente diferenciados por su confusión en el área de conocimiento. Los términos de actividad física y ejercicio físico. En el primer caso, cuando se habla de actividad física se hace alusión a cualquier actividad que implica un gasto calórico, sin implicar una planificación, pero puede estar en nuestro día a día, por ejemplo, subir las escaleras. Mientras que el término ejercicio físico implica toda aquella actividad física planeada, estructurada y repetitiva, además de tener como propósito mejorar y mantener uno o más componentes de la aptitud física (51).

En esta línea, no existe duda de que la aptitud física muestra una estrecha relación con la salud, determinada por el nivel de ejercicio físico regular de la persona. La aptitud física se podría definir según Pangrazi y Hastad (52) como, *“un estado de bienestar que permite desarrollar actividades cotidianas con vigor, reducir el riesgo de sufrir complicaciones de salud asociadas a la falta de ejercicio físico, y establecer una base de aptitud que permita desarrollar diferentes actividades físicas”*. Además, al tratarse de

un concepto multidimensional todas sus variables son independientes entre sí y afectan de distinta forma a la salud de la persona. Estas variables se podrían clasificar en dos categorías principales, según Bouchard, Shephard y Stephens (53). En la primera categoría destacan los componentes de la aptitud física relacionados con la salud, subrayando la composición corporal, la capacidad aeróbica o cardio-respiratoria, la flexibilidad y la fuerza muscular. Por otro lado, hallamos los componentes de la aptitud física relacionados con las destrezas o la capacidad neuromuscular, por ejemplo, el equilibrio.

2.2.1 Cambios en la Composición Corporal. Afectaciones en la mujer postmenopáusica

La reserva funcional fisiológica con el paso de la edad está sometida progresivamente a una mayor fragilidad y a un deterioro de la salud durante el envejecimiento biológico (16). Puesto que el sistema óseo se ve afectado por el paso de la edad biológica en la mujer, tanto en cantidad como en calidad, este cambio se relaciona con la cuantía de masa y fuerza muscular (54). Se entiende así que el músculo esquelético y la masa ósea son los principales componentes que hacen disminuir la masa corporal magra en mujeres postmenopáusicas (55, 56). Además, estos cambios en la composición corporal pueden causar graves problemas funcionales y metabólicos (57).

Los cambios metabólicos van a causar modificación en la utilización de sustratos durante el ejercicio, declinación de la tasa metabólica basal, de la tasa de síntesis protéica muscular, así como una disminución en la oxidación de grasa durante el ejercicio submaximal (58). Estudios (55, 59) muestran que la disminución de la masa magra en la mujer empieza a aparecer durante la menopausia y se acentúa durante la postmenopausia. Igualmente, otros autores (12, 60, 61) señalan una falta de cambio en la masa corporal magra en mujeres premenopáusicas, pero una disminución constante en aquellas postmenopáusicas, sufriendo un cambio en la distribución de la grasa corporal.

Respecto a la distribución regional del tejido adiposo, Vague (62) fue el primero en resaltar la existencia de dos formas de obesidad. Por un lado, la distribución ginoidea caracterizada por tejido adiposo acumulado a nivel glúteofemoral (relación cintura/cadera, cercano a 0,7) y cuyas complicaciones metabólicas son menores, se encuentra en mujeres en épocas previas a la

menopausia. Sin embargo, la distribución androide marcada por una acumulación preferencial de grasa a nivel abdominal (índice de cintura/cadera de 0,85 a 0,9) se observa con frecuencia en mujeres después de la menopausia, es decir durante la postmenopausia (63). Estos análisis han sido confirmados por otros autores (64, 65).

Tremollieres, Pouilles y Ribot (66) evaluaron la composición corporal total y regional de un grupo de mujeres (N=205), se pretendía determinar si la distribución de la grasa estaba más relacionada con la edad o con el estado de menopausia. Este interesante estudio comprobó que los cambios tempranos en la distribución de grasa corporal se dirigen hacia una distribución más abdominal en mujeres postmenopáusicas. Los investigadores destacaron unos resultados más marcados por el cambio hormonal que por la edad, considerándose este hecho un riesgo cardiovascular añadido en la mujer en la etapa postmenopáusica.

El aumento de peso tras la menopausia no está únicamente acompañado de cambios en la distribución de grasa, sino también en un aumento del perímetro de cadera, cintura e IMC (65). Particularmente, se encuentra un elevado perímetro de cadera en mujeres postmenopáusicas en comparación con mujeres premenopáusicas, cuando ambos grupos son estudiados (66). Sin embargo, la circunferencia de la cintura que se puede obtener fácilmente, es una medida más sensible de riesgo cardiovascular que el IMC o el índice de cadera en mujeres de mediana edad y mayores (67-69).

Tratando el tejido adiposo visceral como una variable relevante en la identificación de la prevalencia de riesgo cardiovascular, un estudio realizado por Nicklas y colaboradores (33) intentó determinar si existía un nivel crítico de tejido adiposo visceral asociado con factores de riesgo de enfermedad coronaria en una cohorte de mujeres mayores de 45 años. Los resultados muestran que un tejido adiposo visceral ≥ 106 cm² se asocia con un riesgo elevado, siendo significativamente más alarmante cuando el perímetro de cintura supera valores de ≥ 163 cm², lo que supone una alteración metabólica elevada en comparación con las mujeres que presentan una circunferencia abdominal de valores ≤ 105 cm².

Los datos mencionados son útiles para definir los riesgos asociados a los cambios en la distribución corporal de la mujer postmenopáusica. De este modo, se podría identificar a mujeres con mayores riesgos de salud y necesidad de una intervención preventiva, mostrándose el ejercicio físico una herramienta eficaz (70).

2.2.2 Efectos del ejercicio físico en la Composición Corporal como componente relacionado con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica

La menopausia ocasiona cambios drásticos en el metabolismo de la mujer lo que se traduce en un trastorno negativo de la composición corporal. Afortunadamente, existe una alta evidencia científica para revertir estos desordenes corporales en la mujer postmenopáusica. Esta mejora pasa por adherirse a programas de ejercicio físico dirigidos a mejorar la masa muscular, la pérdida de tejido graso, la reducción del perímetro de cintura y el mantenimiento o mejora de la densidad mineral ósea (17, 45).

En este sentido los programas que incluyen el entrenamiento de la fuerza con bandas elásticas combinados con ejercicios cardiovasculares parecen ser beneficiosos en la mejora de la composición corporal (71-73). El uso de bandas elásticas y autocargas incluidos en protocolos de ejercicio físico resultan tener efectos positivos en parámetros de composición corporal. Bittar y colaboradores (74) compararon dos grupos en su estudio (60-74 años), un grupo de ejercicio supervisado (n=16) y un grupo de ejercicios sin supervisar en casa (n=18). En este estudio el grupo supervisado participó en 2 sesiones de 60 minutos durante 12 meses. El protocolo incluye principalmente ejercicios de fuerza y entrenamiento cardiovascular. La intensidad es controlada para el ejercicio de fuerza con la determinación del 1-RM trabajando al 70% de la carga. En cuanto al ejercicio cardiovascular es controlado mediante una escala de la percepción del esfuerzo. Los ejercicios de fuerza combinan 3 series de 10 repeticiones, mientras que el ejercicio cardiovascular consiste en una caminata ligera. El análisis estadístico encuentra mejoras significativas en el grupo supervisado en comparación con el grupo de ejercicio en casa, en masa muscular de miembros superiores ($p=0,003$) e inferiores ($p=0,011$), así como en el tejido magro total ($p=0,015$).

Otro estudio realizado por Colado y colaboradores (72), determina los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza en la composición corporal y la capacidad física de un grupo de mujeres postmenopáusicas (50-69 años) durante 10 semanas. El estudio propone tres protocolos similares que realizan ejercicios con una frecuencia de 2 días semanales, pero con diferente material. El estudio incluye 3 grupos experimentales, entrenamiento con máquinas guiadas (n=14), entrenamiento con bandas elásticas (n=21) y entrenamiento de la fuerza en medio acuático (n=17). La intensidad de entrenamiento fue controlada a través de una

Escala OMNI-RES-AM de esfuerzo percibido con bandas elásticas Thera-Band®. Los tres grupos de entrenamiento mostraron mejoras en valores de composición corporal respecto al pre-test. Sin embargo, en las comparaciones entre los grupos, los resultados mostraron diferencias en la masa grasa entre el grupo de bandas elásticas y el grupo de máquinas guiadas ($p=0,04$), con valores más altos para el grupo que entrenó con bandas elásticas.

En cuanto a la acumulación de tejido graso y al uso de bandas elásticas, recientemente Frits y colaboradores (73) analizaron a un conjunto de mujeres con sobrepeso (60-85 años). Los autores valoraron dos tipos de materiales (bandas elásticas tradicionales y de tubo) en la mejora de la composición corporal. Los dos grupos de ejercicio realizaron el mismo protocolo de entrenamiento supervisado el cual trató de cumplir con una frecuencia de 2 días semanales durante 8 semanas. A lo largo de las sesiones, las participantes realizaron seis ejercicios involucrando grandes grupos musculares, 3-4 series de 10 repeticiones a un nivel de esfuerzo percibido de 7-9 en la Escala OMNI-RES. Los resultados muestran que el 64% de las participantes en el grupo de tubos elásticos, y el 67% de las participantes en el grupo de bandas elásticas tradicionales, mostraron reducciones clínicamente significativas en el porcentaje de masa grasa ($p<0,05$). De otro modo, el 72,72% de los sujetos en el grupo de tubos elásticos y el 66,66% del grupo de bandas elásticas tradicionales mostraron aumentos clínicamente significativos en la masa libre de grasa ($p<0,05$).

Un mayor volumen de entrenamiento es planteado por el estudio de Neves y colaboradores (47), los autores valoraron los efectos en la composición corporal durante un protocolo de 16 semanas en mujeres postmenopáusicas. El grupo de intervención realizó un programa multicomponente. El EMC consistió en 8 estaciones de entrenamiento de la fuerza mediante la utilización de bandas elásticas y 3 estaciones destinadas a mejorar el equilibrio, la coordinación y la agilidad, incluyendo 18-30 minutos de caminata antes de finalizar la sesión. Durante el periodo de estudio el grupo control no encontró ninguna mejora. Sin embargo, el grupo de intervención logró mejoras significativas ($p<0,05$) en valores de peso total (1.94%), tejido graso (1.5%), masa muscular (0,9 kg) e IMC (0,5 puntos).

El entrenamiento multicomponente, protagonizado por el entrenamiento de la fuerza y cardiovascular, parece tener efectos de mejora en la composición

corporal de la mujer postmenopáusica. Además, las bandas elásticas en el entrenamiento de la fuerza y los ejercicios dinámicos como la marcha se muestran favorables. Sin embargo, programas cuyo objetivo sea la reducción de la masa grasa y el incremento de la masa muscular deberán alcanzar al menos intensidades moderadas para obtener resultados significativos, pudiendo ser controlada dicha intensidad mediante escalas de percepción del esfuerzo.

2.2.3 El sistema Cardio-Respiratorio. Afectaciones en la mujer postmenopáusica

La síntesis de estrógenos y los niveles sanguíneos fluctúan durante la vida de una mujer, se pueden considerar tres períodos amplios: fase reproductiva, fase de transición y fase postmenopáusica. En términos generales, las mujeres en la etapa reproductiva de su vida tienen un riesgo bajo de trastornos cardiovasculares y músculo-esqueléticos (16). Sin embargo, el inicio de la menopausia y la pérdida de la función ovárica se asocian con un aumento significativo en la prevalencia de enfermedades como la enfermedad coronaria (60). La patología coronaria no figura a día a día dentro del conjunto de preferencias en atención primaria o de cardiología, al contrario de otras anomalías como el cáncer de mama o la osteoporosis, con un mejor proceso de prevención y diagnóstico precoz (75). No obstante, existen datos censados que muestran como el declive de la producción de hormonas ováricas incrementa el riesgo de enfermedad y fallecimiento por patología cardiovascular, superando al sexo masculino (34).

Es destacable que la mayoría de los cambios significativos relacionados con la menopausia están asociados al sistema endocrino. Debido a estos cambios, las mujeres postmenopáusicas son propensas a muchas complicaciones, como el aumento de los factores de riesgo de enfermedad coronaria, osteoporosis, obesidad, cambios de humor e incontinencia urinaria (76). De otro modo, el envejecimiento biológico del sistema arterial está acompañado de cambios estructurales (fragmentación y degeneración de la elastina, incrementos del colágeno, engrosamiento de la pared arterial y la dilatación progresiva de las arterias) que provocan un endurecimiento progresivo vascular y un aumento de la presión arterial (60, 77). Estos cambios encadenan una mayor rigidez vascular que se asocia a una mayor carga del corazón (78). Por ejemplo, Smoller y colaboradores (79), tras valorar a 3.369 mujeres (51-83 años) observan que los ataques cardíacos son más

comunes en mujeres postmenopáusicas que en premenopáusicas.

De modo general, los adultos mayores están dispuestos a un mayor riesgo de desarrollar insuficiencia respiratoria sea por la exposición a toxinas ambientales o por la disminución en la capacidad fisiológica (80). Estos cambios afectan negativamente al control de la ventilación, la fuerza de los músculos respiratorios, la mecánica respiratoria y el intercambio gaseoso. El proceso de envejecimiento que experimenta la mujer añadido a la falta de actividad durante la menopausia (36) conlleva a una disminución funcional del sistema cardiovascular, provocando atrofia por desuso y pérdida celular (81). Este cambio se relaciona con una disminución del VO_2 máx entre el 10-24% a partir de los 30 años (82, 83) induciendo igualmente a una disminución de la actividad neuromuscular (84). Un interesante estudio de Lynch y colaboradores (85) trata de determinar si el VO_2 máx es mayor en mujeres perimenopáusicas (45-53 años) en comparación con mujeres postmenopáusicas (50-54 años) de edad similar. Los autores encuentran que el VO_2 máx es un 17% más bajo (22 ± 3 vs 27 ± 7 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; $p \leq 0,01$) al igual que la tasa metabólica en reposo, siendo un 5% más baja ($p = 0,06$) en mujeres postmenopáusicas en comparación con mujeres perimenopáusicas.

En breves palabras, a pesar de no figurar las patologías cardiovasculares dentro de las principales sufridas en la mujer, el estado de postmenopausia favorece a un mayor riesgo. Entre otros, por la pérdida de la función ovárica y de hábitos saludables. Del mismo modo valores bajos de VO_2 máx, ayudan a incrementar el riesgo de desarrollar insuficiencia respiratoria y una mayor carga del miocardio en la mujer en ausencia de la menstruación.

2.2.4 Efectos del ejercicio físico en la Capacidad Aeróbica como componente relacionada con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica

El ejercicio físico regular parece ser una herramienta eficaz para mejorar parámetros fisiológicos que reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular (40), mostrando una correlación inversa con la mortalidad en mujeres postmenopáusicas (65, 70, 79). Las adaptaciones endoteliales más beneficiosas en mujeres de esta etapa parecen encontrarse durante el entrenamiento diseñado a intensidades moderadas-altas (86, 87), pudiéndose controlar la intensidad de ejercicio mediante un dispositivo de frecuencia cardíaca o una escala de percepción del esfuerzo (5, 60, 88). En cuanto a los programas de ejercicio físico más

beneficiosos, aparecen aquellos que combinan ejercicios de tipo aeróbico y de fuerza (47, 56, 89-92). Egaña y colaboradores (93) diseñan un protocolo con el objetivo de examinar los efectos del entrenamiento de la fuerza con bandas elásticas en el flujo sanguíneo basal de la pierna, así como la conductancia vascular y el rendimiento funcional. Las mujeres, todas ellas postmenopáusicas (67 ± 5 años), realizan un circuito de 12 ejercicios con un volumen de 2 series y 1 minuto de recuperación entre ejercicio durante 12 semanas. Las adheridas al programa de ejercicio alcanzan mejoras significativas en el flujo sanguíneo de la pierna ($31\% \text{ mL} \times 100 \text{ mL}^{-1} \times \text{min}^{-1}$), tras realizar una única sesión semanal durante los 3 meses.

De otro modo, Moazzami y colaboradores (94) analizan los efectos de un programa de entrenamiento en la función pulmonar de un grupo de mujeres postmenopáusicas sanas ($n=11$), comparando además los resultados con un grupo control ($n=8$). Los autores planifican un protocolo de 8 semanas de ejercicio aeróbico de 3 sesiones semanales de 40 minutos. Después de dos semanas de adaptación, el entrenamiento principal aeróbico (45 minutos) alcanza una intensidad del 70% de la frecuencia cardiaca de reserva (FC Res). El grupo de ejercicio alcanza una mejora estadísticamente significativa en las principales variables de la espirometría forzada como son la “capacidad vital forzada” (CVF) y el “volumen espiratorio forzado” en el primer segundo (VEF1). Los investigadores indican que el entrenamiento aeróbico genera una mejora significativa ($p < 0,05$) de la fuerza y la resistencia de los músculos respiratorios en el grupo de mujeres postmenopáusicas.

En cuanto a la valoración del VO_2 máx, el “Test de 1 Milla” es utilizado por Neves (47) para valorar la mejora de la capacidad aeróbica en un grupo de mujeres postmenopáusicas (53-63 años). Los autores valoran los efectos de un programa de entrenamiento multicomponente tras 16 semanas, dividiendo la muestra en un grupo de entrenamiento ($n=27$) y control ($n=19$). El protocolo incluía durante 3 días/semana el entrenamiento de fuerza mediante bandas elásticas, ejercicios de equilibrio, coordinación y agilidad, y una caminata de 18-30 minutos. Las mujeres del grupo de entrenamiento logran mejoras significativas en VO_2 máx ($3.6 \pm 5.5\% \text{ ml/kg/min}$).

El entrenamiento aeróbico parece además ser un aliado para disminuir otros síntomas en las mujeres de mediana edad. Moilanen y colaboradores (95) plantean un programa de ejercicio aeróbico de 50 minutos, 4 veces/semana durante 24

semanas a un grupo de mujeres postmenopáusicas (N=154; 45-63 años). Los resultados fueron muy positivos a favor de las mujeres que realizaron el programa de ejercicio físico. La prevalencia de todos los síntomas, excepto la sequedad vaginal, disminuyó entre los grupos de intervención. De acuerdo con el análisis, los sudores nocturnos y los cambios de humor ($p < 0,001$), la alteración de los cambios de humor ($p < 0,001$) y la irritabilidad ($p < 0,001$) se redujeron más significativamente entre las mujeres del grupo de ejercicio físico respecto a aquellas pertenecientes al grupo de control (sometidas a 2 clases teóricas mensuales).

En lo referido al control del ejercicio aeróbico, surgen escalas de percepción del esfuerzo dirigidas a esta población y que ayudan a un mejor control de la carga de entrenamiento. Por ejemplo, la escala OMNI-GSE puede ser una herramienta útil que ayudaría al profesional encargado de controlar la intensidad de forma grupal en esta etapa (96)

Los beneficios de salud cardiovascular asociados con el ejercicio físico están bien establecidos. No obstante, se considera necesaria la discusión de distintas estrategias que incluyan el entrenamiento aeróbico y el entrenamiento de fuerza, siendo adecuada esta combinación para reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular en la mujer postmenopáusica sometida a cambios en el sistema cardio-respiratorio (5).

2.2.5 Cambios en la Flexibilidad. Afectaciones en la mujer postmenopáusica

El envejecimiento, y más significativamente la deficiencia de estrógeno afectan negativamente el metabolismo y la curación del tendón (55, 97). Existen estudios que se debaten sobre las diferentes fases del ciclo menstrual y las diferencias en el grado de flexibilidad en mujeres jóvenes. Una investigación realizado por Hewett (98), indica que las hormonas femeninas (por ejemplo, estrógeno, progesterona y relaxina) podrían ser la principal razón en el aumento de la flojedad (laxitud) de los ligamentos y la disminución del rendimiento neuromuscular y por lo tanto, son una posible causa de disminución de la estabilidad de la rodilla tanto pasiva como activa en atletas femeninas. En contraste, Melegario y colaboradores (99), no confirmaron tales reflexiones tras su investigación. Los autores evaluaron las diferencias en el grado de flexibilidad de 20 mujeres adultas (18-35 años) respecto a un ciclo menstrual regular (28-32 días) sin tomar anticonceptivos orales. Los sujetos fueron sometidos a un test hormonal

donde los niveles de esterona, estradiol y progesterona fueron analizados. La flexibilidad se evaluó en 8 movimientos diferentes durante las 3 fases del ciclo menstrual (folicular, ovulatoria y lútea). Los resultados del estudio mostraron que no existían diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el grado de flexibilidad y las distintas fases de ciclo menstrual.

De este modo, no parece existir una respuesta rotunda en cómo interfieren los niveles hormonales durante el ciclo menstrual. Sin embargo, en términos de postmenopausia con el cese de la menstruación si parece haber más consenso en la literatura científica. En este caso, se sugiere que la disminución drástica de estrógeno durante la postmenopausia desempeña un papel crucial que interfiere en el metabolismo del tendón y altera la producción de diferentes factores de crecimiento (97). El nivel de estrógenos decrece drásticamente en la etapa postmenopáusica, ejerciendo un protagonismo crucial en el metabolismo del tendón y la alteración de la producción de distintos componentes de crecimiento. Estas alteraciones se deben en parte al descenso en la síntesis de colágeno, al incremento de la expresión de radicales libres y al desequilibrio del metabolismo, a favor de la actividad catabólica (100).

A pesar de que no se hallan estudios que indiquen el porcentaje estimado de pérdida ocasionado en la etapa postmenopáusica, sí se encuentran datos que mencionan una pérdida de la elasticidad muscular y el tendón tras la caída drástica de estrógeno. En cuanto al envejecimiento, el *Colegio Americano de Medicina del Deporte* (ACSM) (58), menciona una pérdida entre 20-30% en el rango de movimiento en articulaciones (ROM) de cadera y columna, y un 30-40% en el tobillo. Esta pérdida significativa de la flexibilidad puede provocar entre otros: un incremento en el riesgo de lesión, caídas y dolor de espalda. Además, el acortamiento y la debilidad de los músculos extensores de la cadera durante el envejecimiento pueden limitar la amplitud de flexión reduciendo el rango de movimiento y en consecuencia, incrementar el riesgo de caída (101).

En términos generales, la reducción de líquido sinovial, una mayor densidad del cartílago articular y un acortamiento de ligamentos y musculatura, favorecerá a una mayor rigidez articular. Estos cambios provocarán una restricción en el movimiento y una reducción de la flexibilidad. A pesar de que grandes instituciones como el ACSM (102) advierten de la importancia del entrenamiento de la flexibilidad, éste sigue descuidado en los programas de entrenamiento (103).

2.2.6 Efectos del ejercicio físico en la mejora de la Flexibilidad como componente relacionada con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica

Una disminución de la fuerza muscular y del ROM puede afectar desfavorablemente a la movilidad e independencia de la mujer postmenopáusica, sometida a dichos cambios (59, 104). El ejercicio generalmente aumenta el ROM, pudiéndose revertir la pérdida de flexibilidad debido a la falta de uso (92). Igualmente, en edades avanzadas la mujer se podría ver beneficiada en la mejora de la flexibilidad con programas de ejercicio específicos a tal efecto (105).

En cuanto a la articulación del hombro, Raab y colaboradores (106) valoran la flexibilidad de un grupo de mujeres de 65 a 89 años, divididas en tres grupo. Dos grupos de entrenamiento, grupo con pesas (n=17) y grupo sin pesas (n=16), y un grupo control (n=13). Después de 25 semanas de seguimiento, las participantes vinculadas a cualquiera de los dos programas de entrenamiento obtienen una mejora en el ROM significativamente mayor en la flexión plantar del tobillo, la flexión y la abducción de hombro y la rotación izquierda de cuello, respecto al GC. Además, no se hallan diferencias significativas entre los grupos de ejercicio en la flexión de cadera, la rotación derecha de cuello, la flexión o extensión de la muñeca o la dorsiflexión del tobillo. Sin embargo, sí se encontraron mejoras significativas en el grupo sin pesas respecto a la abducción de hombro. Los autores consideran que este último hecho se puede deber a una pérdida de amplitud de movimiento durante el ejercicio de abducción de hombro realizado con pesas.

Respecto al tiempo de estímulo, Feland y colaboradores (101) estudian 3 duraciones distintas para determinar cual producirá y mantendrá una mayor ganancia en el ROM. El estiramiento analizado, con distintas duraciones, es la de extensión de rodilla con el femur mantenido a 90° durante la flexión pasiva de cadera. Los autores dividen a la muestra (≥ 65 años) en 4 grupos, grupo control (n=13), grupo 60 segundos (n=17), grupo 30 segundos (n=15) y grupo 15 segundos (n=17). Los estiramientos se realizan durante 6 semanas con una frecuencia de 5 veces a la semana. El ROM se registró una vez por semana durante 10 semanas para determinar el tratamiento y los efectos residuales del programa. Los resultados reflejan que el grupo de 60 segundos obtiene un mayor ROM (60 segundos=2,4° por semana, 30 segundos=1,3° por semana, 15 segundos=0,6° por semana) persistiendo más que las ganancias de cualquier otro grupo. Además, el grupo de 60 segundos tenía 5,4° más de ROM 4 semanas después al pre-test, en comparación con 0,7° y

0,8º para los grupos 30 segundos y 15 segundos, respectivamente. De este modo, debido a los cambios fisiológicos en los adultos mayores (resultados que pueden diferir de la población joven), un mayor tiempo de duración en los estiramientos isquiosurales podría ocasionar un incremento mayor en el ROM.

De otro modo, incluir el entrenamiento de la flexibilidad junto a otras variables, es decir, durante un programa multicomponente, parece igualmente positivo en el logro de adaptaciones en mujeres postmenopáusicas (91, 92). Araya y colaboradores (91) determinan los efectos de 12 semanas de entrenamiento sobre la capacidad física y la morfología de un grupo de 33 mujeres (60±6,77 años). La intervención de ejercicio físico incluye 20 minutos de entrenamiento cardiovascular, 10 minutos de fuerza y 15 minutos de ejercicios combinados de flexibilidad y equilibrio durante 3 día/semana. Después de 12 semanas, los resultados muestran una mejora significativa ($p<0,05$) en la flexibilidad anterior de tronco registrada mediante el test "sit-and-reach". Otro estudio realizado por Godoy-Izquierdo y colaboradores (92), analizó los posibles cambios de un programa multicomponente en mujeres postmenopáusicas (45-64 años; N=234). Los autores dividieron la muestra en tres grupos; grupo ejercicio (n=80), grupo sedentario (n=86) y grupo control (n=68). El grupo de intervención realizó durante 20 semanas sesiones de 1 hora, 3 días/semana, incluyendo ejercicios de fuerza, cardiovasculares y de flexibilidad. El grupo de entrenamiento mostró una mayor flexibilidad en comparación con el resto de grupos, a medida que avanzaba el tiempo de práctica ($p=0,000$). Sin embargo, las ganancias significativas alcanzadas en el test "sit-and-reach" se fueron perdiendo 3 meses después, siendo significativas ($p=0,004$) tras 12 meses de cese de la actividad. En este caso, parece ser que las mejoras en flexibilidad son posibles mediante un programa de entrenamiento multicomponente en mujeres postmenopáusicas, pero los logros disminuyen tras el cese prolongado de la actividad.

En resumen, aquellos programas de ejercicio que contienen el entrenamiento de la flexibilidad durante al menos 6 semanas pueden alcanzar mejoras en el ROM de la musculatura principal como la isquiosural. Además, los programas de entrenamiento multicomponente parecen ser una opción para mejorar la flexibilidad, junto a otras importantes como la fuerza o el VO₂ máx, en mujeres postmenopáusicas. Del mismo modo, los programas dirigidos a la mejora de la flexibilidad deberían incluir al menos una frecuencia de 2 veces a la semana,

tratando principalmente musculatura de cadera, espalda y tobillo. Finalmente, la intensidad puede ser combinada para cada grupo muscular, desde una sola repetición de 60 segundos a 4 repeticiones de 15 segundos.

2.2.7 El sistema Muscular y Óseo. Afectaciones en la mujer postmenopáusica

La menopausia se relaciona con una reducción de los niveles de estrógeno, lo que podría conducir a un aumento de la adiposidad visceral, así como a una disminución de la densidad mineral ósea, la masa muscular y la fuerza. Esta disminución de la masa muscular, conocida como sarcopenia, se observa con frecuencia en mujeres postmenopáusicas. Las posibles causas de la sarcopenia incluyen cambios relacionados con la edad, el estado hormonal, los bajos niveles de actividad física, la reducción de la ingesta de proteínas y el aumento del estrés oxidativo (55, 57, 59). Además, la pérdida de funcionalidad de unidades motoras repercutirá en especial en fibras musculares de miembros inferiores, entre los protagonistas se encuentran, la reducción de la fuerza máxima y la fuerza explosiva en la musculatura de los cuádriceps (107, 108). En términos prácticos, la atrofia muscular y el decrecimiento de la actividad nerviosa provocará la mayor parte de las limitaciones en la vida cotidiana, como subir las escaleras o caminar ligeramente, llegando a afectar a la funcionalidad de la persona (56, 84, 109). En el caso de la mujer, se cree que la sarcopenia asociada con la menopausia se debe a una producción hormonal reducida (55). Además, algunos estudios (110, 111) corroboran la idea de que la sarcopenia menopáusica se atenúa con la terapia hormonal.

En cuanto al impacto sobre el sistema óseo, éste constituye un sistema que refleja claramente ese impacto de la caída hormonal drástica, siendo la osteoporosis postmenopáusica un aspecto a resaltar (112). El término osteoporosis se podría definir como una condición caracterizada por una DMO y una deterioración de la micro-arquitectura del hueso (113). La DMO aparece reflejada en gramos de mineral por área de superficie (g/cm^2) o volumen (g/cm^3), y en un individuo está definida por el pico de masa ósea o máxima densidad del hueso la cual se adquiere alrededor de los 30 años (gráfico III), y por la cantidad de pérdida de hueso que se presenta con la edad (114, 115).

La Organización Mundial de la Salud (19), define una DMO normal cuando ésta tiene valores por encima de -1, osteopenia con un T-score entre -1 y -2.5, mientras que osteoporosis con un T-score ≤ 2.5 desviaciones estándar del pico de masa ósea alcanzado en su grupo. Los resultados son obtenidos en alguno de los siguientes puntos anatómicos: raquis lumbar, cadera, cabeza femoral, radio distal o cuerpo total (116).

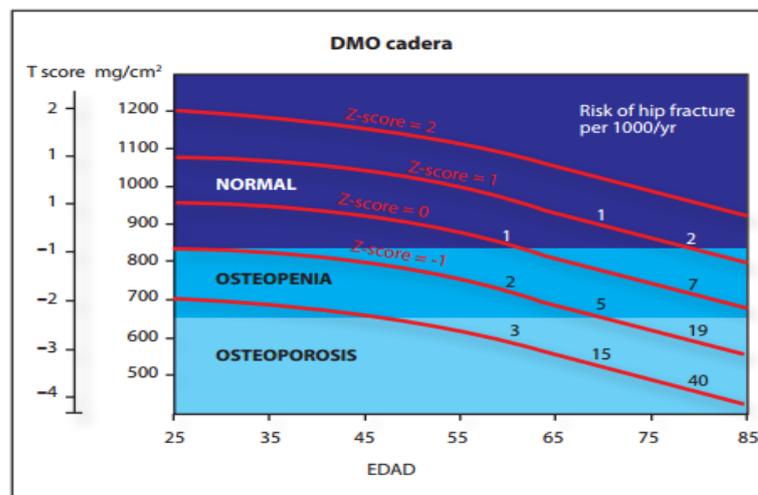


Gráfico III. Riesgo de fractura según edad y masa ósea (117).

Melton y colaboradores (118) analizan la base de datos de la población de Rochester (Minnesota), enfocando su análisis al riesgo de osteoporosis. Los autores encuentran que el 45% de las mujeres blancas de 50 años presentan riesgo de osteopenia. Las mediciones óseas cuentan con más de 2 desviaciones estándar por debajo de la media de las mujeres jóvenes sanas. El estudio concluye que, a partir de los 50 años, el riesgo de fractura de cadera, columna vertebral o antebrazo distal es casi un 40% mayor.

En esta línea, si se analiza la literatura científica, se observa que la prevalencia de osteoporosis entre mujeres españolas de 20-44 años es de 13,1% para la columna lumbar y de un 17,9% para el cuello del fémur (119). Sin embargo, estos resultados aumentan conforme se alcanzan edades superiores (120, 121). Entre los componentes modificables, la baja actividad física y la ingesta de proteínas son los principales contribuyentes a la sarcopenia y a la pérdida de fuerza entre las mujeres posmenopáusicas. Además, algunos elementos biológicos, como el estrés oxidativo, la inflamación, la deficiencia de estrógeno y otras hormonas, son

predictores de estos cambios (122). Afortunadamente, el ejercicio físico y en particular el entrenamiento de la fuerza tiene el potencial de atenuar los cambios destacados en el sistema muscular y óseo.

2.2.8 Efectos del ejercicio físico en la Fuerza Muscular como componente relacionada con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica

La posible contribución del ejercicio físico para controlar la sarcopenia, preservar la DMO y prevenir la osteoporosis ha recibido una especial atención en los últimos años. En este sentido, se ha demostrado que diferentes protocolos combinados de entrenamiento aeróbico y de fuerza relativamente vigorosos presentan un efectivo resultado en ralentizar o mejorar el proceso de reabsorción ósea, así como la pérdida de masa muscular en mujeres postmenopáusicas (86, 87, 90, 123-125).

El entrenamiento de fuerza demuestra ser eficaz para mitigar la pérdida muscular relacionada con la edad en mujeres durante la etapa postmenopáusica (126). Los programas multicomponente, donde combinan el entrenamiento de fuerza con el entrenamiento aeróbico o cardiovascular se muestran favorables en el incremento de la masa magra y la fuerza muscular (47, 91). Neves y colaboradores (47) analizan los resultados de un grupo de mujeres postmenopáusicas (al menos un año de amenorrea) divididas en un grupo de intervención (n=28) y un grupo control (n=22). El protocolo de ejercicio consiste en un circuito de 11 estaciones donde se realizan ejercicios de fuerza con bandas elásticas y otros de flexibilidad, agilidad y equilibrio. Los ejercicios se realizan durante 3 series con una duración de 30 segundos por estación. En cuanto al entrenamiento cardiovascular, éste consiste en una caminata de 18-30 minutos. El programa tuvo una duración de 16 semanas con una frecuencia de 3 días a la semana. Los autores encuentran mejoras significativas en variables de salud y aptitud física. Una mejora de la fuerza en los test de miembros superiores ($79,0 \pm 62,5\%$) y abdomen ($433,7 \pm 732,8\%$), así como mejoras en coordinación (33.3%), agilidad (19.5%), capacidad aeróbica (7%), CT (4.4%) y HDL-C (9.9%).

Sin embargo, cuando se habla en términos de mejora de la DMO se podrán lograr resultados positivos mediante un programa multicomponente (127), pero preferiblemente a largo plazo (56). Además, existen estudios (128, 129) que muestran que los mejores resultados en DMO se acentúan en programas

terapéuticos donde la recomendación farmacológica viene en combinación con ejercicios de sobrecargas u otros ejercicios que causan estrés mecánico en el tejido óseo, y no de forma aislada. De este modo, se encuentra una relación directa entre la práctica de ejercicio físico, la mineralización ósea y la resistencia mecánica del hueso (130). A pesar de que el consumo farmacológico pueda ayudar a aumentar la masa ósea, el ejercicio físico es la sola intervención capaz de aumentar además, la masa muscular y la fuerza (131).

En este caso el Position Stand del Colegio Americano de Medicina del Deporte (132, 133) muestra apoyándose en la evidencia científica que el ejercicio a seguir para aumentar la calidad ósea en adultos, es el siguiente:

- Tipo: ejercicios de fuerza (levantamiento de pesas), actividades de resistencia muscular donde se involucra el propio peso (subir unas escaleras) y actividades que impliquen saltos.
- Intensidad: moderada-alta.
- Frecuencia: 3-5 veces por semana realización de actividades físicas que impliquen resistencia muscular y 2-3 veces ejercicios de fuerza.
- Duración: 30-60 minutos tratando de ejercitar el mayor número de grupos musculares.

Igualmente, varios metaanálisis de estudios con pruebas aleatorizadas controladas en mujeres premenopáusicas, menopáusicas y postmenopáusicas, analizan los efectos de diferentes tipos de programas y su relación con la DMO (86, 87, 124, 134, 135). Los resultados indican que los ejercicios de fuerza e impacto, de forma específica o combinada, podrían provocar aumentos del 1-2% de DMO en la zona lumbar del raquis o en el cuello femoral. Igualmente, se indica que la alta intensidad durante el entrenamiento de sobrecargas podría ser el ejercicio más beneficioso.

De este modo, el ejercicio físico se declara como una herramienta profiláctica contra el declive de la DMO y el incremento de la masa muscular, disminuyendo el riesgo de fractura ósea y mejorando los niveles de fuerza muscular. El ejercicio idóneo parece ser aquel que incluye el entrenamiento con sobrecargas y altas velocidades, considerándose un programa de entrenamiento multicomponente adecuado en el alcance de mejoras en DMO. Además, se recomienda incidir en el entrenamiento de la fuerza al menos 2-3 días por semana en sesiones de 30-60 minutos, alcanzando intensidades moderadas-altas.

2.2.9 Cambios en el Equilibrio como componente relacionado con las destrezas neuromusculares. Afectaciones en la mujer postmenopáusica

Los desórdenes en el equilibrio y la marcha han sido identificados como factores de “riesgo de caída” entre las mujeres postmenopáusicas (136). En este sentido, el desarrollo e implementación de estrategias efectivas y rentables para prevenir las caídas en las personas mayores es un desafío urgente para la salud mundial ya que un tercio de las personas mayores de 65 años se caen al menos una vez al año (137).

En cuanto a la cinemática de la marcha, ésta se puede ver alterada con la pérdida del equilibrio cuyos cambios típicos pasan por una velocidad más lenta, una longitud de zancada más corta y un tiempo de apoyo mayor. Las repercusiones funcionales son traducidas en una alteración de la mecánica de la función física y un mayor riesgo de caída. Sin embargo, las consecuencias no son solamente físicas-motoras sino también psico-sociales tales como el miedo a caer, una mayor inseguridad con el entorno y una reducción en las actividades de la vida diaria (58).

Este declive de las capacidades neuronales afecta al mantenimiento de la postura ya sea estática o dinámica. Las consecuencias de una pérdida del equilibrio se traducen en una caída y posteriormente en lesiones; considerándose éste un problema entre las mujeres postmenopáusicas quienes se ven afectadas por una pérdida de la fuerza y el equilibrio incrementando así el riesgo de una caída fatídica (138).

El miedo a caerse, las deficiencias en la marcha, las carencias en el control postural y los cambios en la composición corporal se han identificado como factores de riesgo importantes en la pérdida de equilibrio en la mujer postmenopáusica (139). Ante esta necesidad de incluir estrategias de prevención y mejora del equilibrio entre la población de estudio, diversos autores (86, 90, 91, 140-142) han incluido en sus ensayos la valoración de esta variable a partir de la propuesta de programas de ejercicio físico.

2.2.10 Efectos del Ejercicio Físico en el Equilibrio como componente neuromotor relacionado con la Aptitud Física de la mujer postmenopáusica

La disminución de la flexibilidad, la fuerza isométrica, la potencia muscular, la fuerza máxima y la sarcopenia, son el resultado de un menor rendimiento muscular que contribuye de manera significativa a la pérdida del equilibrio, y consecuentemente al incremento del riesgo de caída (139). De este modo, cuando las diferentes variables de la aptitud física sean mejoradas durante un programa de ejercicio físico, el equilibrio de la mujer mejorará y consiguientemente el riesgo de caída podrá disminuir (137, 143).

Así, se encuentran estudios que sin mencionar el diseño de ejercicios propios de equilibrio encuentran mejoras en esta aptitud neuromotora a partir de programas que incluyen una mejora de la fuerza y del VO₂ máx (86, 140). Del mismo modo, se hallan resultados estadísticamente valiosos en programas específicos donde el trabajo del equilibrio en esta ocasión, sí es el protagonista dentro de un programa multicomponente durante al menos 2 días a la semana (90, 91, 141). No obstante, un meta-análisis de prevención de caídas (137) destaca el entrenamiento del equilibrio como el más eficaz en la prevención al tener mayores efectos sobre la reducción del porcentaje de caídas.

Los ejercicios que se prescribirán para crear desequilibrios pueden tener cuatro criterios pre-establecidos: la reducción de la base de soporte, los movimientos del centro de gravedad, la movilización de los miembros (137) y la reducción del campo visual (144).

En definitiva, los diferentes programas de ejercicio físico se relacionan con una reducción significativa en la mejora del equilibrio en mujeres postmenopáusicas cuando éstos incluyen ejercicios dirigidos a mejorar la fuerza de miembros inferiores, y/o ejercicios equilibrio donde los sujetos son expuestos a entradas visuales, vestibulares y propioceptivas.

Tabla I. Programas de intervención en la mejora de la salud de la mujer postmenopáusia.

Referencia	Muestra	Dosis de entrenamiento propuesta	Adaptaciones (p<0,05)
Vainionpaa et al., 2004 (87)	GE (n=39) GC (n=41)	Programa: Cardiovascular I: Alta intensidad V: 40 minutos R: Sin evidencia Fr: 3 sesiones/semana D: 48 semanas TE: Ejercicio de impacto: saltos, caminata y carrera	Mejoras en densidad mineral ósea: Cuello femoral Calcáneo Vértebrae lumbares L3-L4
Colado y Triplet, 2008 (71)	GBE (n=21) GMG (n=14) GC (n=10)	Programa: Fuerza I: 5-7 OMNI-RES AM I: 20 R.M. V: 2-3 series R: 30 segundos/ejercicio Fr: 2 sesiones/semana D: 10 semanas TE: Ejercicios poliarticulares	Masa grasa Masa libre de grasa Test Knee push up 60-second squat
Gunendi et al., 2008 (142)	GE (n=28) GC (n=25)	Programa: Cardiovascular I: 60-85 Fc máx. V: 30 minutos Fr: 2 sesiones/semana D: 4 semanas TE: Tapiz rodante	Equilibrio estático Equilibrio dinámico

Tolomio et al., 2008 (123)	GE (n=29) GC (n=20)	Programa: Multicomponente Circuito Fuerza y Equilibrio I: 10-13 RPE (6-20); V: 40-60 minutos; Fr: 2 sesiones/sem; D: 20 semanas; Circuito Aeróbico y Fuerza; I: 10-13 RPE (6-20); V: 45 min; Fr: 1 sesión/semana; D: 20 sem TE: Circuito de 6 ejercicios con bandas elásticas, peso libre y máquinas guiadas	Mejora de una repetición máxima en extensión de rodilla. Mejora del T-scores.
Zarins et al., 2009 (214)	GE (n=10)	Programa: Cardiovascular I: 65% VO ₂ máx. V: 60 minutos Fr: 5 sesiones/semana D: 12 semanas	Glucosa VO ₂ máx Pulsaciones/minuto
Tolomio et al., 2010 (90)	GE (n=58) GC (n=67)	Programa: Multicomponente agua-tierra I: Sin evidencia V: 50' R: Sin evidencia Fr: 1-2 sesión en tierra 1-2 en agua D: 44 semanas TE: peso libre, bandas elásticas, saltos, caminata, steps, pelotas y equilibrio.	Curl de bíceps Presión manual 2 minutos step test Sit and Reach en silla Chair Sit and Stand Equilibrio estático Equilibrio dinámico Densidad mineral ósea

Teixeira et al., 2010 (141)	GE (n=50) GC (n=10)	Programa: Combinado Fuerza y propiocepción: I: 50-80% 1-RM V: 1 serie Fr: 2 sesiones/semana D: 18 semanas Equilibrio y propiocepción: I: 30 segundos V: 2 series Fr: 2 sesiones/semana D: 18 semanas TE: Reducción del campo visual y variación del entorno.	Equilibrio estático Equilibrio dinámico Número de caídas
Egaña, Reilly y Green, 2010 (93)	GE (n=8) GC (n=8)	Programa: Fuerza I: 10 R.M. V: 2 series R: 1 minuto/ejercicio Fr: 1 sesión/semana D: 12 semanas TE: 12 ejercicios poliarticulares con bandas elásticas	30'' bicep curl 30'' Sit and Stand Flujo sangre basal en la pierna (31% mLx100mL ⁻¹ x min ⁻¹) Pulsaciones/minuto Back Scratch
Colado et., al 2012 (185)	GBE (n=21) GMG (n=14) GEA (n=17) GC (n=10)	Programa: Fuerza I: 4-7 OMNI-RES V: 2 series R: 30''/ejercicio Fr: 2 sesiones/semana D: 10 semanas TE: 12 ejercicios poliarticulares	Todos los grupos de entrenamiento: Masa grasa Masa libre de grasa. Squat, push-up and cruch test

Kemmler y Stengel, 2014 (124)	GEBF (n=16) GEAF (n=25) GC (n=44)	Programa 1: Fuerza GEBF I: 55-92% 1-RM; 15-25 reps. V:2-3 series; 60'; Fr: 1-2 sesiones/sem; D: 12 años Programa 2: Fuerza GEAF I: 20 reps; V:3 series; 20-25' Fr: ≥ 2-3,5 s/s; D: 12 años TE: poliarticulares con bandas elásticas, peso libre y máquinas guiadas.	El grupo de ejercicio de alta frecuencia mejora el T-scores en zona lumbar de la columna y proximal del fémur en comparación el grupo de ejercicio de baja frecuencia
Libardi et al., 2012 (46)	GEM (n=13) GEF (n=12) GCM (n=13) GCF (n=12)	Programa: Fuerza I: 8-10 1-RM V: 3 series R: 30-90" Fr: 3 sesiones/semana D: 16 semanas TE: poliarticulares con peso libre y máquinas guiadas	GEM y GEF: CT GEM: LDL-C GEF y GEM: Test press banca GEM y GEF: Test Curl de bíceps
Araya et al., 2012 (91)	GE (n=60)	Programa: Multicomponente Cardiovascular: I: Sin evidencia; V: 20'; R: Sin evidencia; Fr: 3 sesiones/sem D: 12 semanas; TE: Sin evidencia Fuerza: I: Sin evidencia; V: 10'; R: Sin evidencia; Fr: 3 sesiones/sem D: 12 semanas; TE: Sin evidencia Otros: coordinación, flexibilidad, equilibrio y tiempo de reacción.	Índice de cintura cadera Perímetro de cintura Test CMJ Sit and Stand Dinamómetro mano izquierda Equilibrio estático Sit and Reach

Pernambuco et al., 2013 (125)	GE (n=42) GC (n=42)	Programa: Aeróbico en agua I: RPE; 1,40 m profundidad V: 50'; R: Sin evidencia Fr: 3 sesiones/semana D: 32 semanas; TE: Movimientos combinados y saltos	Autonomía funcional de la batería GDLAM
Kemmler, Kohl y Stengel, 2017 (56)	GE (n=86) GC (n=51)	Programa: Concurrente Fuerza: I: 50-90% 1-RM; 4-25 reps. V: 3- 4 series (25'); R: 1-2'/ejercicio; Fr: Sin evidencia D: 49-50 semanas; TE: bandas elásticas, peso libre y máquinas guiadas. Cardiovascular: I: 2-3' 80-85% FC máx V: 4 serie x 15 reps R: 30 segundos/ejercicio Fr: 1 sesión/semana D: 49-50 semanas TE: Movimientos alternados Fuerza y flexibilidad en casa: I: baja; V: 20-25'; Fr: 2 sesiones/sem; D: 49-50 sem; TE: Circuito de autocargas	Curl de bíceps Disminución del riesgo de infarto Disminución del dolor lumbar Equilibrio estático Equilibrio dinámico

Otero et al., 2017 (140)	GE (n=33) GC (n=32)	Programa: Multicomponente Fuerza: I: 10 repeticiones; Velocidad: baja – moderada; V: 1-5 series / 20 minutos; Fr: 3 sesiones/sem D: 6 meses; TE: 1-10 ejercicios poliarticulares Equilibrio: I: 1-10 rep V: 1-5 series / 10 minutos Fr: 3 sesiones/semana D: 6 meses; TE: estáticos 15'' -2' y dinámicos. Movilización de miembros y reducción del campo visual.	Fuerza en miembro superior (arm curl) y fuerza en miembro inferior (30'' chair stand) Equilibrio estático Equilibrio dinámico
Godoy- Izquierdo et al., 2017 (92)	GE (n=80) Grupo control sedentario (n=86) Grupo control activo (n=68)	Programa: Multicomponente I: Sin evidencia V: 60' R: Sin evidencia Fr: 3 sesiones/semana D: 20 semanas TE: Combinado de ejercicios de sobrecargas y resistencia muscular, aeróbicos, flexibilidad y estimulación cognitiva	GE mejora en: Dinamómetro de mano derecha Dinamómetro de mano izquierda El tiempo en recorrer 1km Sit and Reach Back Scratch

Neves et al., 2017 (47)	GE (n=28) GC (n=22)	Programa: Multicomponente Fuerza: I: 6-20 RPE (1-20); V: 3 series R: 30 segundos/estación Fr: 3 sesiones/sem; D: 16 sem; TE: 11 estaciones en circuito combinando fuerza con bandas elásticas y peso libre con ejercicios de equilibrio, coordinación, agilidad. Cardiovascular: I: 6-20 RPE (1-20); V: 18-30' Fr: 3 sesiones/sem; D: 16 semanas; TE: Caminata	Peso Índice de masa corporal Masa grasa Masa libre de grasa Colesterol total HDL-C La fuerza abdominal Test de 1 Milla
Watson et al., 2018 (86)	GAI (n=49) GBI (n=52)	Programa 1: Fuerza (alta intensidad) I: 5 reps 80-85% 1-RM V: 30' R: Sin evidencia; Fr: 2s/s D: 32 semanas; TE: Peso muerto, press por encima de la cabeza y sentadillas Programa 2: Fuerza (baja intensidad) I: 10-15 reps. <60% 1-RM V: 30 minutos R: Sin evidencia Fr: 2 sesiones/semana D: 32 semanas TE: Caminata, zancadas, Flexión plantar/flexión dorsal, abducción y encogimiento de hombros	GAI: Extensión de columna Sit and Stand Up Extensión de rodilla Time Up and Go Densidad mineral ósea en la espina lumbar, cuello femoral y espesor cortical. Sit and Reach GBI: Time Up and Go

Teixeira et al., 2018 (141)	GE (n=10) GC (n=10)	Programa: Fuerza: I: 30-75% 1-RM V: 60 minutos R: Sin evidencia Fr: 3 sesiones/semana D: 16 semanas TE: ejercicios poliarticulares con peso libre y máquinas guiadas.	Mejora del 1-RM en los test de: press banca, jalón pecho, curl de bíceps, extensión de tríceps, aducción de cadera, abducción de cadera, extensión de rodilla y flexión de rodilla. Mejora de la función endotelial.
--------------------------------	------------------------	---	--

GE: grupo de ejercicio; GC: grupo control; I: intensidad; V: volumen; R: recuperación; Fr: frecuencia; D: duración; TE: tipo de ejercicio; GBE: Grupo de bandas elásticas; GMG: grupo de ejercicio con máquinas guiadas; RPE: Escala de percepción del esfuerzo; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno; GEA: Grupo de ejercicio acuático; GEBF: Grupo de baja frecuencia; GEAF: Grupo de alta frecuencia; 1-RM: una repetición máxima; reps.: repeticiones; GEM: grupo de ejercicio masculino; GEF: grupo de ejercicio femenino; GCM: grupo control masculina; GCF: grupo control femenino; CT: colesterol total; LDL-C: lipoproteínas de baja densidad; GAI: grupo de alta intensidad; GBI: grupo de baja intensidad. HDL-C: lipoproteínas de alta densidad.

2.3 CAMBIOS PSICO-EMOCIONALES Y SU REPERCUSIÓN EN LA MUJER POSTMENOPÁUSICA

La psicología emocional es la rama de la psicología orientada hacia las emociones, tratando de analizar las emociones y cómo éstas afectan a la calidad de vida de la persona. Además, la depresión se puede considerar un trastorno emocional que se caracteriza fundamentalmente por variaciones en el humor, la tristeza, la autoestima, la inhibición, la fatiga, el insomnio y los pensamientos negativos, disminuyendo consecuentemente la actividad vital o lo que es lo mismo, imposibilita desarrollar con normalidad las actividades de la vida diaria (145).

2.3.1 Cambios en el estado emocional. Afectaciones en la mujer postmenopáusica

Las evoluciones estructurales y funcionales, así como la edad y el cambio hormonal, son protagonistas durante el proceso de menopausia y se distinguen durante la postmenopausia, influyendo tanto en la respuesta biológica como en la respuesta psicológica al estrés (12, 146). Estos cambios estarán influidos por el nivel de actividad o ejercicio físico que provocará un balance positivo o negativo sobre el proceso normal de envejecimiento (147).

En términos generales, Tonini y Montreuil (148) describen una alteración en las emociones de los mayores: dificultad en el reconocimiento de felicidad y degradación de la agresividad o del miedo. Los cambios en el estado emocional pueden provocar efectos negativos sobre las relaciones sociales con el riesgo de que el ambiente o entorno se vea perjudicado. La evidencia científica indica que existen asociaciones específicas entre niveles más altos de optimismo y comportamientos más saludables, menor riesgo de enfermedades crónicas y menor mortalidad (149).

Un estudio evalúa a 116 mujeres de edades comprendidas entre 45 y 55 años para completar un breve cuestionario sobre estrés y posibles trastornos psicológicos (por ejemplo, ansiedad o depresión). Los resultados muestran que aquellas mujeres con alta inteligencia emocional parecen tener actitudes más positivas hacia la menopausia y experimentan menos síntomas, por ejemplo, sufrir un estrés menos severo ante una misma situación. Sin embargo, cuando la mujer espera que la menopausia sea una experiencia negativa o se muestran muy estresada o angustiada, puede tener una mayor probabilidad de experimentar una menopausia más perjudicial en términos de salud física y psicológica (150).

Además, a pesar de que los cambios psicológicos producidos por el envejecimiento son muy heterogéneos existen acontecimientos de la vida que son más frecuentes durante la mediana y mayor edad (enfermedades, fallecimientos, etc.). Esta nueva sensación con el entorno puede modificar la percepción de la calidad de vida y la seguridad interior de la persona (151).

Un estudio de Dennerstein y colegas (152) determina qué variables afectan el estado de ánimo positivo de las mujeres durante la transición menopáusica. El análisis de datos encuentra que los puntajes de humor positivos se mantienen estables con el tiempo y no se relacionan con la transición natural a la menopausia, la edad o la educación. En la primera fase de la transición menopáusica, el estado de ánimo positivo se ve influido negativamente por el estrés interpersonal inicial y las actitudes negativas al envejecimiento. El predictor más importante del estado de ánimo positivo en la fase de peri/postmenopausia tardía es el estado de ánimo positivo en la premenopausia ($p = 0,000$). Entre los distintos factores que afectan el estado de ánimo positivo en la peri/postmenopausia tardía se encuentran, los cambios en los síntomas disfóricos ($p=0,000$), eventos principales de la vida ($p=0,041$), molestias diarias ($p=0,014$), estado civil ($p=0,007$) y satisfacción laboral ($p=0,001$). Otro estudio realizado por Kurpius, Nicpon y Mares (153) correlacionan el estado de ánimo, el matrimonio, y la menopausia, encontrando que las mujeres con menos grado de depresión eran las no casadas, reflejándose en este caso el estado civil como un posible predictor del estado de ánimo en mujeres menopáusicas.

De otro modo, perder la independencia y la autonomía en las actividades de la vida diaria tiene como fuerte consecuencia una motricidad desequilibrada y precaria, provocando un desajuste psico-social, por lo que se generarán no sólo enfermedades relativas a la motricidad sino también psicológicas (154). En esta línea, la velocidad de procesamiento cognitivo es un aspecto a tener en cuenta, por ser una de las variables más afectadas durante el proceso de envejecimiento, siendo el tiempo de reacción uno de los medios más utilizados para comprobar el grado de afectación cognitiva (155). Dentro de las funciones cognitivas se encuentran los cambios en las funciones ejecutivas de atención, memoria y concentración (156) que van a provocar limitaciones en el control cognitivo (157).

Teniendo en cuenta estas posibles afectaciones, la práctica de ejercicio físico regular se muestra favorable contra el descenso de las capacidades físicas que

contribuyen a la aparición de un estado de cambio psicológico en la mujer postmenopáusica. El ejercicio físico se considera imprescindible por la acción de frenar el proceso de envejecimiento, y favorecer a una mejor sensación de bienestar físico y psíquico en la mujer de mediana edad.

2.3.2 Efectos del Ejercicio Físico en el Estado Emocional de la mujer postmenopáusica

Además de los beneficios continuos en la salud física que el ejercicio estimula, se sugiere que comprometer a la persona a programas de entrenamiento también puede beneficiar el bienestar emocional, mejorando el estado de ánimo y reduciendo los síntomas de la depresión y la ansiedad (158).

El insomnio, la ansiedad y la depresión se encuentran como síntomas psicológicos protagonistas asociados al cambio hormonal. Abedi, Nikkhah y Najari (159) analizan los efectos que un programa de ejercicio físico provoca en estas variables. Los autores dividen a 106 mujeres postmenopáusicas en dos grupos de 56 mujeres, un grupo de ejercicio y un GC. Los niveles de ansiedad, insomnio y depresión se evalúan mediante los cuestionarios "GHQ-28" y el "Inventario de Depresión de Beck". Las mujeres que completan el programa de entrenamiento reciben un podómetro y se les pide que aumenten sus pasos en 500 por semana. Los niveles de ansiedad e insomnio se encuentran más bajos en la octava semana y en la duodécima, respectivamente, en el grupo de ejercicio comparado con el grupo control. Este estudio encuentra que el ejercicio aeróbico tuvo un efecto positivo sobre la depresión, el insomnio y la ansiedad a lo largo de 3 meses de intervención.

Resultados similares a los anteriores son hallados por Moilanen y colaboradores (95). Los autores comparan los efectos de un programa de ejercicio físico aeróbico en los sudores nocturnos, los cambios de humor, la irritabilidad, el estado de ánimo depresivo, el dolor de cabeza y la sequedad vaginal de un grupo de mujeres postmenopáusicas sedentarias (N=176; 45-63 años). El programa de entrenamiento aeróbico consistió en un volumen de entrenamiento de 50 minutos, 4 veces/semana durante 6 meses, mientras que el GC realizó clases teóricas de salud dos veces al mes. El grupo de entrenamiento aeróbico logra mejoras significativas en la alteración de los cambios de humor ($p < 0,001$) y la irritabilidad ($p < 0,001$). En este caso, el ejercicio aeróbico, como podría ser un programa de caminata, parece ser adecuado para mejorar los síntomas psicológicos, tales como percepción de la

calidad de vida, la depresión o la afección, producidos durante la etapa postmenopáusica (160).

De acuerdo con el estudio de Teixeira y colegas (141), un grupo de mujeres postmenopáusicas que realiza un programa de entrenamiento de fuerza y equilibrio 2 días/sem durante 18 semanas, muestra resultados significativamente superiores respecto al GC, en el “Cuestionario de Calidad de Vida SF-36”. Además, estos cambios resultaron estadísticamente ($p \leq 0,0018$) y clínicamente significativos (un cambio de al menos 13.5 puntos en cada subescala) para todas las subescalas. El entrenamiento de la fuerza consistió en la mejora de la musculatura del cuádriceps con una carga del 50-80% del 1-RM una única serie, y ejercicios de reeducación de la marcha y reducción del campo visual para el equilibrio.

El *Estudio Longitudinal Australiano sobre la Salud de la Mujer (ALSWH)* realizado entre 1996 y 2001, analiza las correlaciones dosis-respuesta entre actividad física de forma autónoma y síntomas depresivos en mujeres de mediana edad. Las participantes completaron tres encuestas por correo, que incluyeron preguntas sobre el tiempo dedicado a caminar, la intensidad de la actividad física y medidas de salud psicológica. Los resultados indican que existe una clara relación entre el aumento de la actividad física y la disminución de los síntomas depresivos en mujeres de mediana edad, independientemente de la salud física y psicológica preexistente (161). También, un reciente metaanálisis de Pérez-López y colaboradores (162) sobre los efectos de programas de ejercicio físico en los síntomas de la depresión de mujeres de mediana edad, indica que los programas de duración entre 12 semanas y 12 meses reducen significativamente los síntomas depresivos, independientemente de la intensidad de entrenamiento. Además, aparecen efectos positivos para el estrés percibido y el insomnio, coincidiendo con los estudios de Abedi, Nikkhah y Najar (159), y Moilanen y colaboradores (95).

El ejercicio físico parece mejorar el estado psico-emocional y reducir los síntomas depresivos en la mujer postmenopáusica afectada por el cambio hormonal y la alteración de las emociones. El estado emocional parece mejorar a partir de programas de entrenamiento de al menos 12 semanas, independientemente de la intensidad. Los protocolos deben incluir el entrenamiento aeróbico ya que éste parece tener claros beneficios en la reducción de los síntomas cuando es practicado al menos 2 días a la semana durante una hora.

2.4 PROBLEMA DE ESTUDIO

A partir de un primer análisis se comprende que es extensa la literatura científica que nos acerca a los cambios que surgen en la mujer. Sin embargo, escasos son los planteamientos preventivos, como la comparación de los efectos de diferentes programas de entrenamiento. La etapa postmenopáusica favorece a la aparición de la mayoría de patologías en la mujer, resultado de un sistema más indefenso debido principalmente al cambio hormonal y a los malos hábitos. Entre otros, la pérdida de fuerza o masa muscular, el detrimento del equilibrio, los factores de riesgo cardiovasculares, los cambios en la composición corporal o las afectaciones en el estado de ánimo, van en detrimento de la calidad de vida de la mujer postmenopáusica. No obstante, estos problemas se podrían suavizar, prevenir o al menos ralentizar con programa de ejercicio físico especializados.

En esta línea, tras el análisis realizado, se entiende que son escasos los estudios que se centran en la adecuada planificación y diseño de un programa adaptado a la mujer postmenopáusica. Así, se decide plantear un programa de ejercicio físico multicomponente que atienda a las variables más afectadas en esta etapa sensible, y además valorar los resultados encontrados en distintas frecuencias de ejercicio (2 días/semana vs 3 días/semana). El estudio diseñado tiene como fortaleza principal, la comparación de mismos protocolos de ejercicios con distinta frecuencia en grupos homogéneos. Un proyecto novedoso que pretende hallar el ejercicio más adaptado a la mujer postmenopáusica.

En suma, se conciben algunas carencias y que se intentan responder con en el presente proyecto de investigación:

- La ausencia o escasez de estudios donde se comparen mismos protocolos de entrenamiento, pero con diferentes frecuencias.
- La insuficiente descripción de la dosis de ejercicio físico mínima necesaria para la mujer en la etapa postmenopáusica.
- La ausencia de programas que valoren en una misma planificación parámetros de salud, aptitud física y estado emocional en un grupo de mujeres postmenopáusicas.
- La carencia de programas de ejercicio físico en la Región de Murcia, destinados a la mujer postmenopáusica.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

*Nunca estuve solo, siempre protegido, aprendiendo,
y con un mismo objetivo; formándome en: el ser más que en el tener*

(Francia, 2013-2015)

CAPÍTULO III - HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Comparar los efectos de un programa de ejercicio físico multicomponente con distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días) en parámetros de salud, aptitud física y estado emocional de un grupo de mujeres postmenopáusicas pertenecientes a la Región de Murcia.

3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

Objetivo 1: Valorar los cambios producidos en el perfil lipídico y la glucosa tras la intervención de distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días).

Objetivo 2: Valorar los cambios producidos en la tensión arterial y la frecuencia cardiaca tras una intervención de distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días).

Objetivo 3: Valorar los cambios producidos en el equilibrio tras la intervención de distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días).

Objetivo 4: Valorar los cambios producidos en la fuerza isométrica máxima de la musculatura de piernas y brazos, así como la presión manual tras la intervención de distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días).

Objetivo 5: Valorar los cambios producidos en la flexibilidad tras la intervención de distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días).

Objetivo 6: Valorar los cambios producidos en el VO₂ máx tras la intervención de distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días).

Objetivo 7: Valorar los cambios producidos en el estado de depresión tras la intervención de distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días).

3.3 HIPÓTESIS

Hipótesis 1: el grupo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana logrará mejoras en CT, HDL-C, LDL-C, triglicéridos y glucosa, tras la intervención de 12 semanas.

Hipótesis 2: el grupo de ejercicio físico multicomponente de 3 días/semana logrará mejoras en CT, HDL-C, LDL-C, triglicéridos y glucosa, tras la intervención de 12 semanas.

Hipótesis 3: un protocolo de ejercicio físico multicomponente durante 12 semanas provocará un mayor beneficio en variables de perfil lipídico y glucosa en aquellas mujeres de frecuencia 3 días/semana respecto a aquellas que entrenan 2 días semanales.

Hipótesis 4: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas provocará mejoras en parámetros de tensión y frecuencia cardiaca, en estado de reposo y tras el esfuerzo.

Hipótesis 5: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas será insuficiente para provocar mejoras en VO₂ máx.

Hipótesis 6: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas alcanzará mejoras en variables de peso total, peso muscular, porcentaje de grasa, perímetro de cintura e IMC.

Hipótesis 7: un protocolo de ejercicio físico multicomponente durante 12 semanas de frecuencia 2 días, obtendrá tanto beneficio en composición corporal como aquellas mujeres de frecuencia 3 días semanales.

Hipótesis 8: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas será suficiente para alcanzar mejoras en variables de flexibilidad.

Hipótesis 9: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas obtendrá mejoras en variables de fuerza, en comparación con una mayor frecuencia de entrenamiento.

Hipótesis 10: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas será suficiente para alcanzar mejoras en variables de equilibrio.

Hipótesis 11: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas no alcanzará beneficios en estado emocional o disminución del estado de depresión, en comparación con el grupo de ejercicio de 3 días/semana.

CAPÍTULO IV

MATERIAL Y MÉTODO

*“You will be a gift to the institution in which
you eventually settle”*

(St Edward's Secondary School - Mr M Antram, Headteacher)

CAPÍTULO IV - MATERIAL Y MÉTODO

4.1 POBLACIÓN

4.1.1 Ámbito del estudio

El estudio se desarrolló en el municipio de Ceutí, consistorio español concerniente a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y situado en la comarca de la Vega Media del Segura (ilustración I).

El municipio está conformado por un conjunto instalaciones deportivas entre ellas el “Complejo Deportivo Miguel Induráin” con instalaciones para actividades en sala o al aire libre; lugar donde se desarrolló la intervención del programa objeto de estudio, con el apoyo del Excelentísimo Ayuntamiento de Ceutí.



Ilustración I. Localización del municipio de Ceutí en España (izquierda) y en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (derecha).

4.1.2 Tipo de diseño

Se trató de un estudio donde los sujetos fueron randomizados aleatoriamente en dos grupos experimentales y un grupo control, contando con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (anexo 11).

4.1.3 Población de estudio

Durante los dos meses anteriores al inicio de la intervención, se realizó una campaña de captación de la muestra acudiendo a reuniones con los Ayuntamientos de Ceutí y Lorquí, asociaciones de mujeres, Centros de Salud, así como la colocación de carteles y folletos informativos en puntos estratégicos.

Se realizaron cuatro reuniones formativas en distintos días, a lo largo de dos semanas (ilustración II). Durante las sesiones formativas previas al estudio, se preparó una presentación; durante 30 minutos donde se les informó a las interesadas de las condiciones de la investigación, así como las particularidades y requisitos a cumplir para participar. En esta primera intervención se resaltaron aspectos de compromiso, consentimiento informado (anexo 8), información del estudio acerca de las pruebas a realizar, beneficios y riesgos asociados al programa (anexo 9) y la posibilidad de revocación del consentimiento informado (anexo 10). Terminada cada una de las exposiciones, las interesadas tuvieron la ocasión de preguntar y solventar dudas relativas al proyecto.



Ilustración II. Exposición del proyecto a un grupo de mujeres interesadas que asisten a una de las reuniones informativas

Del mismo modo, mediante la previa invitación del coordinador de los estudios de radio *Onda Color 108.0 FM*, situados en el municipio de Ceutí, se tuvo la oportunidad de exponer la investigación a personas de los alrededores del municipio (ilustración III).



Ilustración III. Entrevista realizada en los estudios de radio Onda Color 108.0 FM para la captación de muestra.

Para la selección de los sujetos que realizarían el programa de ejercicio físico, se efectuó un muestreo discrecional, debiendo cumplir éstos las subsiguientes condiciones o criterios:

Criterios de inclusión:

Ser mujer entre 50-65 años en ausencia de la menstruación con independencia funcional.

No presentar ninguna patología metabólica, cardiovascular, muscular, ósea, incompatible con los ejercicios a realizar durante el programa.

No haber estado realizando ningún programa de ejercicio físico controlado durante los últimos 12 meses.

Solo mujeres postmenopáusicas para evitar la influencia del cambio hormonal durante la menstruación. No haber presentado la menstruación durante los últimos 12 meses antes de iniciar el programa de intervención, y no haber recibido en los últimos dos años ninguna terapia de reemplazo hormonal (94, 163).

Criterios de exclusión:

Estar recibiendo un tratamiento farmacológico que pueda influir en los resultados de la investigación.

Realizar cualquier otro programa de ejercicio físico que pueda influir en los resultados del estudio.

No atender a las premisas y normas durante la participación en el estudio.

No realizar el 80% de las sesiones expuestas durante las 12 semanas del programa de ejercicio físico.

No cumplir con los criterios de inclusión.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

4.2.1 Variable independiente

Programa de entrenamiento multicomponente, incluyendo el entrenamiento del equilibrio, fuerza, cardiovascular y flexibilidad con intensidades moderadas-altas durante 12 semanas, con una frecuencia de 2 o 3 días semanales (en función del grupo); grupo de entrenamiento 2 días semanales (GE 2 días) y grupo de entrenamiento 3 días semanales (GE 3 días).

4.2.2 Variables dependientes

Perfil lipídico y glucosa: medición del perfil lipídico mediante análisis bioquímico solicitado por los sujetos en sus respectivos "Centros de Salud u Hospitales" de pertenencia.

Tensión arterial y frecuencia cardiaca mediante el dispositivo "OMRON M7 Intelli IT" (164, 165).

Consumo máximo de oxígeno: medición estimada del VO_2 máx a través del "Test de 1 Milla" (166).

Flexibilidad: medición de la flexibilidad activa del tronco mediante la prueba "Sit-and-Reach" (91, 167, 168) y valoración de la flexibilidad del hombro mediante la prueba "Back Scratch" de brazos por detrás de la espalda (169, 170).

Fuerza isométrica máxima: medición de la fuerza en brazos mediante el dinamómetro de mano "Jamar SP-5030", (171). Además, mediante una "célula de carga" también se registró una contracción voluntaria isométrica máxima en brazos (172) y pierna dominante (173, 174).

Composición corporal: cantidad de tejido graso y muscular mediante la báscula "Tanita BC 545N" (175).

Índice de cintura: mediante la "cinta métrica metálica Cescorf" (176).

Equilibrio: mediación en posición de bipedestación y tándem en "plataforma de fuerza" MUSCLELAB ML6000 DSU (177).

Estado de depresión: a través del “Inventario de Depresión de Beck” (178, 179).

4.3 PROTOCOLO DE VALORACIÓN

La primera semana estuvo organizada en tres fases distintas, una primera fase para la familiarización de los pre-test, una segunda para completar la documentación pre-intervención, y la última dirigida a la sesión de valoraciones pre-test.

De este modo, los días 1 y 2 se citaron aleatoriamente a grupos reducidos para sesiones de familiarización pre-test. Esta fase se planteó con el objetivo de evitar el error durante las valoraciones. Además, se les explicó a los sujetos las pruebas que realizarían, experimentando intensidades similares a las que sentirían más tarde.

Los días 3 y 4 sirvieron para firmar el consentimiento informado (anexo 8) y completar el Inventario de Depresión de Beck (anexo 10). Durante esta reunión se les explicó de forma más individualizada, el procedimiento de la investigación, su cometido durante el proceso y los posibles beneficios, entregando la hoja informativa (anexo 9).

El día 5 se realizó el primer día de valoraciones pre-test, los sujetos completaron las pruebas dirigidas a obtener datos de variables de aptitud física (composición corporal, equilibrio, flexibilidad y fuerza máxima). La tensión arterial y las pulsaciones en reposo fueron tomadas durante las tres primeras sesiones (164). En cuanto a los valores bioquímicos, durante el periodo de reclutamiento se les comunicó que sería necesario presentar una copia de su último análisis de sangre, sin que éste excediese un mes antes del inicio del programa. En caso contrario deberían solicitar una nueva analítica en su centro de salud u hospital correspondiente. Todas las participantes aportaron sus informes durante la primera semana.

En la segunda semana, durante el día 1 los sujetos realizaron el test de 1 milla para conocer el VO_2 máx. A continuación, durante los días 2 y 3 los grupos de entrenamiento realizaron 2 sesiones de familiarización pre-intervención de 12 semanas. Además, a lo largo de estas sesiones se presentaron los diferentes tipos de ejercicios que realizarían, las escalas del esfuerzo para el control de la intensidad percibida, y los distintos medios de actuación.

Una vez realizadas las reuniones pre-estudio, las sesiones de familiarización y las valoraciones, se descartaron seis sujetos que no cumplían con los criterios de selección y participación. Cuatro personas presentaban enfermedades metabólicas severas, dos personas presentaban fragilidad ósea y la cuarta persona contaba con una prótesis de rodilla que le limitaba realizar determinados ejercicios incluidos.

De este modo, la muestra experimental del estudio se compuso de 84 mujeres en ausencia de la menstruación con edades comprendidas entre 53 y 65 años de edad que fueron electrónicamente (<https://www.randomizer.org>) divididas en GE 2 días, GE 3 días y GC.

El estudio se compuso de 2 grupos experimentales y un grupo control. El grupo control estuvo compuesto por 27 sujetos (GC), mientras que 28 sujetos realizarían el entrenamiento de frecuencia de 2 días a la semana (GE 2 días) y otros 28 sujetos el entrenamiento de frecuencia 3 días (GE 3 días).

De los 83 sujetos de estudio, un total de 75 terminaron el programa experimental y las pruebas post-test (tabla II), es decir, 25 sujetos en cada grupo de valoración. Dos sujetos no pudieron asistir a las pruebas post-evaluatorias, 3 sujetos no alcanzaron el 80% de asistencia y 2 sujetos se encontraban realizando otros programas de entrenamiento adicionales. Así el 90,4% de los sujetos vinculados al programa de entrenamiento multicomponente finalizaron el mismo.

Tabla II. Características antropométricas y generales de los sujetos evaluados ^a.

	GE 2 días		GE 3 días		Grupo control	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Edad	56,1	4,7	55,20	3,9	54,12	5,6
Altura	1,56	,05	1,60	,06	1,59	,07
Peso total	68,40	10,88	67,56	10,13	69,68	9,17
Edad menopausia	48,3	4,7	49,5	3,9	49,2	5,6

^a Datos expresados como desviación típica \pm SD; GE 3 días: Grupo de ejercicio 3 días/semana; GE 2 días: Grupo de ejercicio 2 días/semana

4.4 INSTRUMENTOS

4.4.1 Valoración de la Salud: Perfil lipídico y Glucosa en sangre

Mediante un análisis de sangre previamente solicitado se obtuvieron datos de glucosa y perfil lipídico: “colesterol total” (CT), “lipoproteína de baja densidad” (LDL-C), “lipoproteína de alta densidad” (HDL-C), “triglicéridos” (TRI) y “glucosa” (GLU).

Procedimiento:

Las analíticas de sangre provenían de los “Centros de Salud u hospitales” a los que correspondían los sujetos. Además, se les rogó que la siguiente analítica (post-test) debía ser en el mismo lugar puesto que los resultados pueden responder a diferentes técnicas según el laboratorio.

4.4.2 Valoración de la Salud: Tensión Arterial y las Pulsaciones

La tensión arterial y las pulsaciones en reposo en todos los sujetos fue tomada a través del tensiómetro automático digital de brazo de la marca OMRON® modelo “Intellisense M7”.

Además, se realizó una previa calibración de la herramienta con la ayuda de un esfigmomanómetro manual y un fonendo RIESTER® de forma convencional (180). La calibración la realizó un profesional sanitario.

Procedimiento

Siguiendo las recomendaciones de la *American Heart Association* (AHA) se registró la media de las tres primeras sesiones (165). En este caso se registró la medida con el brazo apoyado al nivel del corazón y siempre en el mismo miembro (ilustración IV).



Ilustración IV. Valoración de la tensión arterial y la frecuencia cardiaca.

4.4.3 Valoración de la Aptitud Física: Composición Corporal

La composición corporal fue registrada mediante impedancia bioeléctrica (“Tanita BC 545N”), obteniendo datos de tejido graso y muscular. Además, se obtuvo el perímetro de cintura, siguiendo la metodología acreditada por “*International Society of Advancement of Kinanthropometry*” (ISAK) (176).

Durante la semana previa al inicio de la intervención se cumplieron los estudios de composición corporal y las mediciones antropométricas. Los datos fueron recogidos por dos evaluadores que contaban con la acreditación de la ISAK, nivel 1.

Procedimiento:

En orden a que los resultados no estuviesen alterados, se siguió el protocolo de Alvero-Cruz y colaboradores (175), siendo las recomendaciones establecidas las siguientes:

- Omisión de cualquier tipo de ejercicio físico durante las últimas 24 horas.
- Orinar previamente a las mediciones.
- Valorar el peso y la altura.
- Posición decúbito supino durante 8-10 minutos previos a la valoración.
- La correcta posición de los electrodos.
- Separación de los brazos y las piernas de la línea media del tronco.
- Revisar si el sujeto presenta cualquier componente metálico y retirarlo.

Si los sujetos cumplían con todas las premisas descritas, se les invitó a descalzarse y a subirse a la plataforma de medición (Tanita BC 545N).

Seguidamente, se registró el perímetro de cintura mediante la “cinta métrica metálica Cescorf” (ilustración V). Esta cinta antropométrica presenta una resolución de medida ± 1 mm, con una dimensión de 2 m de longitud, 6 mm de ancho y 24g de peso. Además, la habitación estuvo adaptada a una temperatura que oscilaba los 25°C para el bienestar de los evaluados. Una vez registrados todos los datos de las valoraciones de la composición corporal, se transportaron a una hoja de cálculo de Microsoft Excel.



Ilustración V. Valoración de la composición corporal.

4.4.4 Valoración de la Aptitud Física: VO_2 máx

A fin de reconocer de forma indirecta el consumo máximo de oxígeno, los sujetos se sometieron al “Test de 1 Milla” (166).

Procedimiento:

En grupos reducidos se citó a la muestra a una pista de atletismo de 400 metros que fue medida y señalizada para que se recorriesen de forma controlada los 1609 metros (ilustración VI).

En primer lugar, se realizó una activación de 10 minutos que consistía en ejercicios de movilidad articular, caminata de $\frac{1}{4}$ de milla y flexibilidad. Con el cronómetro en mano las participantes iban realizando la prueba en parejas, saliendo con unos segundos de diferencia para evitar el error de desconcentración.

A partir de la señal del evaluador, la persona caminó 1.609 metros a un ritmo constante, se les registró la frecuencia cardíaca justo al finalizar la prueba. En caso de que el resultado fuese menor a 120 pulsaciones/minuto la prueba quedaría anulada para ese sujeto (102).

Siendo completada la fórmula de estimación indirecta del VO_2 máx a través de la “Prueba de Rockport o Test de 1 milla”:

$$VO_2 \text{ máx.} = 132,6 - (0,17 \times PC) - (0,39 \times \text{Edad}) + (6,31 \times S) - (3,27 \times T) - (0,156 \times FC)$$

Donde, PC: peso corporal; S: sexo (0: mujeres, 1: hombres); T: tiempo en minutos; FC: frecuencia cardíaca.



Ilustración VI. Valoración del consumo máximo de oxígeno.

4.4.5 Valoración de la Aptitud Física: Flexibilidad

Valoración de la flexibilidad activa del tronco:

La flexibilidad activa del tronco fue valorada usando el test del “Sit-and-Reach” con un cajón estandarizado (167). Esta prueba mide la flexibilidad de la espalda baja y los isquiosurales utilizando la flexión profunda del tronco.

Procedimiento:

El test se realizó en una plataforma elevada (adaptada) para prevenir que los sujetos tuviesen que inclinarse hacia el suelo (91). La evaluada se sentaba con las piernas completamente extendidas y realizando una flexión constante del

tronco, evitando la flexión de las rodillas.

Seguidamente, la persona debía extender los brazos y manos lo máximo posible para alcanzar la máxima distancia, las manos debían estar solapadas (ilustración VII, izquierda).

De este modo, se registró la máxima distancia que el sujeto lograba alcanzar con los dedos corazón, registrando en centímetros el mejor de los intentos. La posición debía ser mantenida tres segundos. Se realizaron tres intentos y la mejor puntuación fue registrada (168).

Valoración de la flexibilidad activa del hombro:

Para conocer de forma indirecta la flexibilidad en el tren superior o de los hombros, el sujeto realizó el test “Back Scratch”.

Procedimiento:

Los sujetos debían intentar alcanzarse las manos por detrás de la espalda, relacionada esta acción con tareas como peinarse o quitarse prendas (ilustración VII, derecha). El test envuelve una combinación de abducción, aducción, rotación interna y rotación externa de hombro.

Una mano extendiéndose sobre el hombro y otra en la zona media de la espalda intentando ser alcanzada. Los sujetos debían hacer la prueba con el hombro dominante; tuvieron la oportunidad de probar ambas posibilidades. De este modo, en caso de no alcanzar se registraría el espacio que quedaba entre los dedos corazón de ambas manos en centímetros (cm) negativos. De lo contrario, si los sujetos lograban anteponer los dedos corazón uno encima del otro, se anotaría la distancia sobrepasada como positiva. En caso de tocarse los dedos opuestos sin sobrepasar, el dato se registraría como cero (169, 181).



Ilustración VII. Valoración de la flexibilidad mediante los test “Sit-and-Reach” (izquierda) y “Back Scratch” (derecha).

4.4.6 Valoración de la Aptitud Física: Fuerza muscular

Fuerza máxima isométrica de la musculatura extensora de la rodilla:

La fuerza de la musculatura extensora de la rodilla fue valorada a partir de una célula de carga (MuscleLab; Ergotest, Langesund, Noruega).

Procedimiento:

Inicialmente, el sujeto se sentaba con cadera y rodilla posicionadas en ángulo recto. Un evaluador se encargaba de preparar la evaluación en el ordenador portátil y el otro evaluador de colocar al evaluado (ilustración VIII).

La extensión de la rodilla se registró desde el tobillo a través de una tobillera acolchada conectada a un extensómetro o célula de carga, con la parte superior del cuerpo apoyada al respaldo almohadillado de la silla. El sujeto recibió las instrucciones de realizar una extensión de rodilla sin patada para mantener la máxima fuerza durante 3-5 segundos. Los brazos fueron permitidos colocarlos en los respaldos para mantener la estabilidad en caso de desequilibrio (174).

De las 3 pruebas recolectadas, la primera sirvió de reconocimiento, y de las dos siguientes se seleccionó el valor máximo. Los datos fueron muestreados y procesados usando un software (MuscleLab; Ergotest, Langesund, Noruega).

El test se realizó con la pierna dominante (173), de las 3 pruebas recolectadas

la primera sirvió de reconocimiento, y de las dos siguientes se seleccionó el valor máximo.



Ilustración VIII. Valoración de la fuerza máxima isométrica en la extensión de rodilla con pierna dominante.

Fuerza máxima isométrica de la musculatura flexora del codo:

La fuerza muscular de la musculatura flexora del codo fue valorada a partir de una “célula de carga” y procesados los datos mediante un “software validado de MuscleLab” (Ergotest, Langesund, Noruega).

Procedimiento:

En primer lugar, el sujeto se colocaba encima de la plataforma donde se situaba unidas entre sí: cadena, célula de carga y barra (ilustración IX). Un evaluador se encargaba de preparar la evaluación en el ordenador portátil y el otro evaluador de colocar al sujeto en la posición correcta.

La barra se sujetaba con ambos brazos, colocando a 90° la articulación de codo en flexión y las piernas semiflexionadas. Cada prueba duró 3-5 segundos, seguida de 20 segundos de descanso (172).

De las 3 pruebas recolectadas, la primera sirvió de reconocimiento, y de las dos siguientes se seleccionó el valor máximo. Los datos fueron muestreados y procesados mediante el software de MuscleLab comentado.



Ilustración IX. Valoración de la fuerza isométrica máxima en la flexión bilateral de codo.

Fuerza máxima isométrica de la musculatura flexora de la muñeca:

Para la valoración de la fuerza de las manos se utilizó un dinamómetro de presión manual adaptable (“Jamar SP-5030”, Elberton. USA; ilustración X) con precisión de 0,1kg cuyo procedimiento forma parte de la batería Eurofit para adultos (182).

Procedimiento:

En posición de bipedestación con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo, las manos extensas en los muslos y con el agarre adaptado a la amplitud de las manos. De esta forma, se registró la fuerza isométrica máxima de ambas manos, primero la mano dominante y después la no dominante. Se colocó el codo en extensión con el brazo pegado al cuerpo y se realizaron 2 intentos de 3-5 segundos por mano, con un minuto de descanso entre repetición (91, 171).



Ilustración X. Valoración de la presión de fuerza manual

4.4.7 Valoración de la Aptitud Física: Equilibrio

La valoración del equilibrio se realizó mediante una “plataforma de fuerza” conectada con un ordenador portátil donde estaba instalado el software (MuscleLab; Ergotest, Langesund, Noruega) dirigido a analizar la oscilación lateral y sagital de las evaluadas (172).

Procedimiento:

A los sujetos se les recomendó que debían permanecer de pie en la plataforma de fuerza, centrándose en el punto negro que tenían al frente colocado para la ocasión (ilustración XI).

Siguiendo los protocolos de Onabele y colegas (177), los sujetos realizaron dos posiciones A) En bipedestación, con las piernas a la anchura de las caderas, B) En tándem donde la pierna dominante se colocaría delante (punta-talón).

Los sujetos permanecieron un tiempo máximo de 60 segundos, con un descanso de 30 segundo en posición de reposo (sentados). Al finalizar cada intento, se realizaron 3 intentos por posición donde el primero contó como ensayo y de los otros dos se elegiría el mejor resultado.



Ilustración XI. Valoración del equilibrio estático: posición de bipedestación (izquierda) y posición de tándem (derecha).

4.4.8 Valoración del Estado Emocional: Inventario de Depresión de Beck

Para medir los niveles de depresión se empleó la versión española de la “Escala de Beck (Beck Depression Inventory)” (178) validado por diversos estudios (179, 183). Esta es una de las escalas más conocidas para medir la depresión, presentando 21 ítems con respuesta graduadas de cero a tres, según la magnitud sintomatológica (anexo 12). Cada nivel de respuesta está definido por una frase, siendo el resultado final la suma de los valores de las afirmaciones elegidas que se valoran de 0 a 3 (179).

Procedimiento

Los sujetos en grupos reducidos, se colocaron de forma separada para que no interfiriese la decisión de sus respuestas con la de las compañeras (ilustración XII), informándoles que leyendo cada ítem debían seleccionar la opción de respuesta con la que mejor se identificasen durante los últimos siete días. La puntuación total se obtuvo sumando los valores de las frases seleccionadas.



Ilustración XII. Un grupo de sujetos completando el Inventario de depresión de Beck.

4.5 PROCEDIMIENTO

El procedimiento que se siguió una vez asentados los conocimientos teóricos fue el siguiente (ilustración XIII):

- Presentación del programa de entrenamiento multicomponente.
- Familiarización, adaptación y evaluación inicial.
- Puesta en marcha de la intervención de entrenamiento.
- Valoración y evaluación final.

Las personas interesadas en formar parte de la muestra de esta investigación tuvieron que pasar unas fases eliminatorias hasta finalmente ser seleccionadas para formar parte de los grupos de investigación.

En primer lugar, las interesadas fueron interrogadas mediante entrevista telefónica donde se les preguntó por antecedentes, experiencia con el ejercicio y momento de su última menstruación.

Pasado este primer periodo, en caso de cumplir con los requisitos iniciales las seleccionadas tuvieron que asistir a una reunión informativa y 2 sesiones de familiarización y adaptación a las pruebas de valoración. Seguidamente, los sujetos realizaron unas pruebas de valoración (pre-test), validadas por investigaciones previas.

Trascurridas las primeras semanas de adaptación y evaluaciones, con la muestra ya randomizada en sus respectivos grupos, se realizaron las 12 semanas de entrenamiento en aquellos grupos de ejercicio (GE 2 días y GE 3 días). Finalizada la intervención, todos los sujetos de los distintos grupos (GE 2 días, GE 3 días y GC) volvieron a ser citados para realizar las últimas valoraciones, post-test.

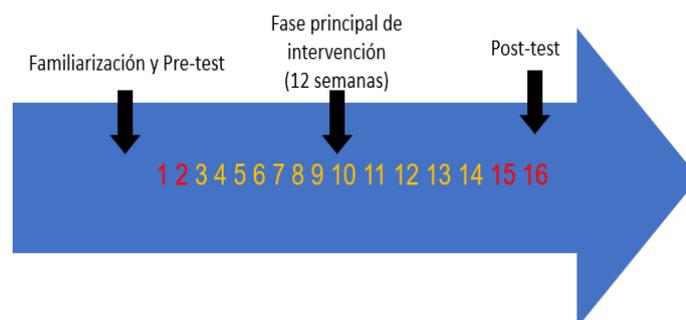


Ilustración XIII. Procedimiento desarrollado durante 16 semanas.

4.5.1 Contextualización

Desde una visión de *Graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte* y especializado en el ámbito de la Salud, este trabajo colabora con el *Área de la Medicina Preventiva y la Salud Pública*, proponiendo una intervención de ejercicio físico para comparar los efectos de un programa multicomponente con distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días) en mujeres postmenopáusicas.

Tras el analizar la literatura científica en el área de estudio, se diseñó un programa de entrenamiento multicomponente el cual combina el entrenamiento de las aptitudes físicas de equilibrio, fuerza, capacidad aeróbica y flexibilidad. La propuesta fue desarrollada durante 12 semanas en sesiones de 60-70 minutos, comprometidas las adheridas a 2 o 3 sesiones a la semana de entrenamiento, dependiendo del grupo.

De este modo, se esperaba con este programa multicomponente diseñado: alcanzar adaptaciones en cualidades físicas y psicológicas que han sido descritas anteriormente, garantizando una mejor salud, aptitud física y estado emocional en todas las mujeres postmenopáusicas de los grupos de ejercicio.

4.5.2 Evaluación inicial

Una vez completadas las sesiones informativas (ilustración XIV) y de adaptación, se realizó la evaluación inicial durante dos semanas en distintas sesiones. Los sujetos fueron citados en horas diferentes, en grupos de tres personas, con un descanso de al menos 48 horas entre días de evaluación. Así, se evitó colapso, confidencialidad y niveles óptimos de recuperación entre sesión, quedando así organizado:

- *Semana 1:*
 - Día 1 y 2: familiarización pre-test.
 - Día 3 y 4: documentación e Inventario de Depresión de Beck.
 - Día 5: valoraciones de tensión arterial; composición corporal, equilibrio, flexibilidad y fuerza.
- *Semana 2:*
 - Día 1: valoración del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx).
 - Día 2 y 3: sesiones pre-intervención (GE 2 días y GE 3 días).



Ilustración XIV. Sala utilizada para los cuestionarios (pre-test) y reuniones informativas.

4.5.3 Programa de familiarización

Las primeras sesiones fueron dirigidas a familiarizar al sujeto con el programa (ilustración XV). Pricipalmente, la presentación de las bandas elásticas para el entrenamiento de la fuerza y la educación de las escalas de percepción del esfuerzo. De este modo, se ofreció la oportunidad de experimentar distintas intensidades de esfuerzo (baja, media y alta) y a controlar la técnica de ejercicio.



Ilustración XV. Sesiones de familiarización, control postural y técnica de ejercicio.

4.5.4 Programa de intervención

Una vez realizadas las evaluaciones iniciales (pre-test) y las sesiones de familiarización, se inició el programa de intervención de 12 semanas contando con 4 grupos de entrenamiento. Dos grupos entrenarían con una frecuencia de ejercicio de 2 días semanales (n=28) y otros dos grupos con una frecuencia de 3 días (n=28). De este modo, se decidió reducir los grupos de entrenamiento a un máximo de 15 personas para mantener una mejor atención a los sujetos, y adaptarse a los espacios permitidos para la investigación.

4.5.2.2 Planificación del programa de ejercicio físico multicomponente

La planificación del entrenamiento se puede considerar como aquella que incluye una secuencia lógica de tareas para alcanzar unos objetivos pre-establecidos. Además, la elaboración de la planificación se fundamentó en bases científicas, respetando los principios de entrenamiento (184).

A continuación, quedan resumidas las variables de planificación y programación de la carga que se repartieron durante las 12 semanas de intervención (ilustración 16). Considerando, 12 semanas una duración suficiente para encontrar adaptaciones fisiológicas significativas en las variables de estudio medidas (36, 46, 47, 91-93, 123, 141).

El primer mesociclo se destinó principalmente a la adaptación del sujeto al programa, al aprendizaje de la técnica y a la mejora de la percepción del esfuerzo. Las sesiones iniciales se diseñaron para educar a las participantes en las escalas de percepción del esfuerzo ONMI-RES y OMNI-GSE, siendo capaces de identificar la tensión muscular y controlar su propia intensidad de ejercicio durante el entrenamiento de la fuerza y cardiovascular. Una vez pasada la primera fase de adaptación y los pre-test, hubo un aumento progresivo de la intensidad de entrenamiento en acorde a la progresión de los mesociclos. En función de la adaptación de cada sujeto a las cargas se les pidió que siempre estuviesen en una percepción del esfuerzo alta (8-9). Así, cuando no percibían un estímulo alto en las últimas repeticiones podían aumentar la carga.

PERIODIZACIÓN DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO MULTICOMPONENTE												
Mesociclo	1			2			3					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Microciclo												
10 Extremadamente duro		8-9	8-9	8-9		8-9	8-9	8-9		8-9	8-9	8-9
9 Duro												
8 Duro												
7 Algo duro												
6 Algo duro												
5												
4 Algo fácil	4				4				4			
3												
2 Fácil												
1												
0 Extremadamente fácil												

Ilustración XVI. Periodización y programación de la intensidad del esfuerzo percibido durante el programa de entrenamiento multicomponente.

4.5.4.1 Magnitud de la carga de entrenamiento multicomponente para la mejora de la Salud, la Aptitud Física y el Estado Emocional de la Mujer Postmenopáusica

4.5.4.1.1 Volumen de entrenamiento

El volumen total de la sesión osciló entre 60-70 minutos considerando este tiempo como adecuado durante el entrenamiento multicomponente dirigido a la mujer postmenopáusica (17, 90, 92, 123). Además, se incluyeron 5-10 minutos de ejercicios de activación (ilustración XVII), quedando el volumen de la sesión expuesto a continuación:

- Entrenamiento del equilibrio: 10 minutos en 2-3 series con 2 a 3 ejercicios (47, 90, 91, 140).
- Entrenamiento de la fuerza: 25 minutos repartidos en 2-3 series de 15-20 repeticiones (47, 71, 90-92, 185).
- Entrenamiento de la capacidad aeróbica: 20 minutos distribuidos en 2-4 series de 3-5 minutos (47, 87, 92, 142).
- Entrenamiento de la flexibilidad: 10 minutos incluyendo 4 ejercicios con 2 repeticiones de 30 segundos por grupo muscular (141).



Ilustración XVII. Ejercicios de activación pre-entrenamiento multicomponente

4.5.4.1.2 Frecuencia de entrenamiento

Todas las cualidades físicas y neuromotoras fueron trabajadas con una frecuencia de 2 o 3 veces a la semana en días no consecutivos (lunes – miércoles – viernes; martes y jueves). Esta frecuencia se considera apropiada según la literatura científica analizada y que encuentra beneficios en las variables de estudio (17, 186).

También el ACSM expresa como óptima la frecuencia de 2-3 veces a la semana para entrenamientos de intensidad moderada-alta en la mujer de mediana edad (58). Además, así se respetó el tiempo de descanso necesario para provocar adaptaciones fisiológicas, establecido como 48-72 horas entre sesión (187).

4.5.4.1.3 Percepción de la intensidad de ejercicio

La definición de intensidad expuesta por *La Real Academia de la Lengua Española* (188) indica que, la intensidad queda definida por el “*grado de fuerza con que se manifiesta un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión, etc.*”. En este caso, la intensidad será el factor determinante a manipular para provocar las adaptaciones deseadas.

La intensidad en el entrenamiento de la fuerza y cardiovascular se programó a intensidades de percepción del esfuerzo 8-9 con microciclos de intensidad baja para favorecer a la recuperación. La escala seleccionada para el entrenamiento de la fuerza fue la Escala OMNI-RES con bandas elásticas Thera-Band® (ilustración XVIII) (189), mientras que la escala OMNI-GSE fue seleccionada para controlar el esfuerzo percibido durante el ejercicio cardiovascular (ilustración XIX) (96). Los valores que representan ambas escalas son: 0 extremadamente fácil, 2 fácil, 4 algo fácil, 6 algo duro, 8 duro y 10 extremadamente duro.

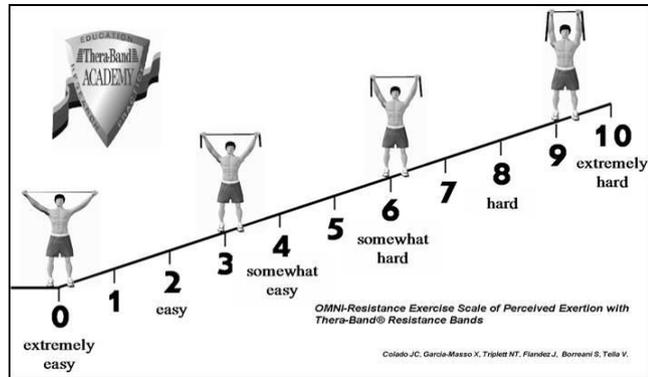


Ilustración XVIII. Escala OMNI-RES con Thera-Band® empleada para el control de la carga de ejercicio durante el entrenamiento de fuerza (189).

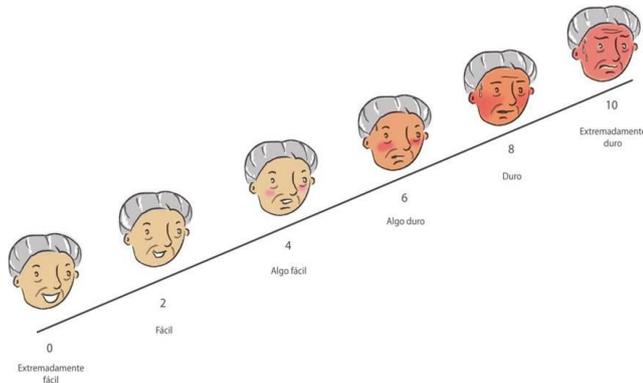


Ilustración XIX. Escala "OMNI-Global Session in the Elderly" para el control de la carga de ejercicio durante el entrenamiento de resistencia cardiovascular (96).

La intensidad del entrenamiento del equilibrio se evaluó en función del desequilibrio que el ejercicio indicado podía provocar en la persona, a partir de la percepción del sujeto, donde 0 significó ningún desequilibrio y 10 imposibilidad total de mantener el control postural. De este modo, se pretendió adecuar el ejercicio para conseguir una intensidad de desequilibrio progresiva que osciló entre 5 y 8, teniendo en cuenta los valores descritos anteriormente (0 extremadamente fácil, 2 fácil, 4 algo fácil, 6 algo duro, 8 duro y 10 extremadamente duro).

En cuanto a la intensidad de la flexibilidad, una revisión realizada por Behm y colaboradores (190) muestra que la prescripción de intensidad del entrenamiento de la flexibilidad se puede controlar, una vez más, mediante una escalas de percepción del esfuerzo.

De este modo, se confió en la escala PERFLEX de Dantas y colaboradores (191) expuesta en la ilustración XX. Los sujetos entrenaron en una zona de sensación normal, nivel 1-2, provocando una sensación de estiramiento un poco forzada, pero sin dolor.

Nivel	Sensación	Efecto	Descripción
1	Normal	Movilidad	No existe alteración en relación a los componentes mecánicos, plásticos e inextensibles
2	Forzado	Elongación	Provoca deformación de los componentes plásticos y los elásticos son estirados al nivel submáximo.
3	Incomodidad	Flexibilización	Provoca adaptaciones duraderas en los componentes plásticos, elásticos e inextensibles.
4	Dolor soportable	Posibilidad de lesión	Las estructuras músculo-conjuntivas envueltas son sometidas a una elongación extrema sobre las estructuras esqueléticas.
5	Dolor fuerte	Lesión	Sobrepasa la elongación extrema de las estructuras envueltas incidiendo sobre todo en las estructuras esqueléticas.

Ilustración XX. Escala de percepción del esfuerzo para el entrenamiento de la flexibilidad. Adaptado de Dantas y colaboradores (191).

4.5.4.1.4 Tiempo de recuperación

El tiempo de recuperación osciló entre 30-60 segundos dependiendo de los objetivos y la orientación de la carga (46, 47, 72). Puesto que en su mayoría los mesociclos tuvieron una orientación metabólica, el tiempo de recuperación fue bajo. Además, teniendo en cuenta las consideraciones descritas por el Dr. Selye en lo referido al *Estrés y al Síndrome General de Adaptación* (192), se propuso una carga de trabajo progresiva de frecuencia y densidad controlada que permitió optimizar la adaptación.

4.5.4.1.5 Tipo de ejercicio a prescribir

Siguiendo con las indicaciones del ACSM (102), los diferentes ensayos revisados (47, 86, 92) y las recomendaciones contrastadas (17, 162, 186): la prescripción de ejercicio físico en el grupo de mujeres postmenopáusicas incluyó actividades de trabajo de resistencia muscular y cardiovascular, sin obviar el trabajo del equilibrio y la flexibilidad, lo que recibió el nombre de “Programa de Ejercicio Físico Multicomponente” (EMC).

4.5.4.1.6 Entrenamiento del equilibrio

Se considera el equilibrio, biomecánicamente, como un concepto general que refleja la dinámica corporal para prever las caídas, conectado a las fuerzas que ejercen contra el cuerpo y las particularidades inerciales de los segmentos corporales (193). Sin embargo, durante el entrenamiento, igualmente se puede emplear de forma más específica el concepto de *Estabilidad Postural* (EP), siendo esta la capacidad de conservar el cuerpo en estabilidad permaneciendo la proyección del centro de gravedad en los límites de la base de sustentación (194).

Un metaanálisis de prevención de caídas (137) nos muestra que el trabajo del equilibrio presenta mayores efectos sobre los porcentajes de caída. En este caso, se recomendó debido al aumento de riesgo de caída en este periodo (141, 142). El entrenamiento del equilibrio se realizó al inicio de la sesión (ilustración XXI).



Ilustración XXI. Entrenamiento del equilibrio durante el programa multicomponente.

Los ejercicios diseñados atendieron a cuatro criterios: reducción de la base de soporte, movimientos del centro de gravedad, movilización de los miembros (137) y reducción del campo visual (144). Estos ejercicios fueron destinados progresivamente dependiendo del nivel de las participantes (tabla III).

Tabla III. Variables de planificación y periodización. Propuesta de magnitud de la carga durante el entrenamiento del equilibrio.

Mesociclo	1				3				3			
Microciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11	12
Volumen	8-10 minutos; 2-3 series; 2-3 ejercicios				10-12 minutos; 2-3 series; 3-4 ejercicios				10-12 minutos; 2-3 series; 3-4 ejercicios			
Frecuencia	2 o 3 veces/semana				2 o 3 veces/semana				2 o 3 veces/semana			
RPE	Nivel 5-6				Nivel 6-7				Nivel 7-8			
Recuperación	30-40 segundos				30-40 segundos				30 segundos			
Criterios de modificación en el diseño de los ejercicios	Base de soporte Centro de gravedad				Base de soporte Centro de gravedad Movilización de miembros				Base de soporte Centro de gravedad Movilización de Miembros Campo visual			

4.5.4.1.7 Entrenamiento de la fuerza muscular

Se entiende la fuerza como la capacidad neuromuscular de vencer u oponerse a una resistencia externa por medio de una fuerza muscular aplicada (195). De este modo, asumiendo la evolución de la masa muscular como un cambio fisiológico degenerativo en la mujer postmenopáusica se atendió a esta variable (56, 126). En esta parte, se diseñaron ejercicios que solicitaban tanto fuerza como potencia muscular, movimientos enérgicos pero controlados dirigidos hacia la misión de mejorar la fuerza y aumentar el gasto calórico (196, 197).

Los requisitos que se dieron para trabajar los ejercicios de potencia fueron trabajar a máxima velocidad de ejecución con una carga de intensidad moderada (86, 198, 199). En la ilustración XXII, se puede observar que las mujeres realizaron ejercicios poliarticulares de resistencia muscular mediante bandas elásticas, así como ejercicios de autocargas como sentadillas o zancadas. La intensidad programada fue especialmente moderada-alta (tabla IV).



Ilustración XXII. Entrenamiento de la fuerza durante el programa multicomponente.

Tabla IV. Variables de panificación y periodización. Propuesta de magnitud de la carga para el entrenamiento de la fuerza.

Mesociclo	1					2				3		
Microciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volumen	20-25 minutos 15 – 20 Repeticiones 3-4 series					25 minutos 20-30 Repeticiones 4-6 series				25 minutos 20-30 Repeticiones 4-6 series		
Frecuencia	2 o 3 veces/semana					2 o 3 veces/semana				2 o 3 veces/semana		
Percepción del esfuerzo	8-9 de dificultad Escala OMNI-RES de máximo valor 10					8-9 de dificultad Escala OMNI-RES de máximo valor 10				8-9 de dificultad Escala OMNI-RES de máximo valor 10		
Recup	1-2 minuto					< 1 minuto				< 1 minuto		
Tipo de Ejercicio	Ejercicios poliarticulares 3 ejercicios para MS 3 ejercicios para MI					Ejercicios poliarticulares 3 ejercicios para MS 4 ejercicios para MI				Ejercicios poliarticulares 4 ejercicios para MS 4 ejercicios para MI		

Recup: recuperación; MS: miembros superiores; MI: miembros inferiores.

4.5.4.1.8 Entrenamiento cardiovascular o aeróbico

Se puede considerar el entrenamiento cardiovascular (o aeróbico) como aquel que trata de mejorar la capacidad de fatiga y de recuperación en esfuerzos prolongados (200).

El programa de entrenamiento contó con ejercicios aeróbicos globales de carrera, marcha o similar (tabla V) donde se le pidió a la ejercitante moderadas-altas velocidades y una buena técnica de ejecución para obtener altos niveles de contracción. Los sujetos realizaron 18-22 minutos de intensidad progresiva (8-9 escala OMNI-GSE).



Ilustración XXIII. Entrenamiento cardiovascular durante el programa multicomponente.

Tabla V. Variables de planificación y periodización. Propuesta de magnitud de la carga para el entrenamiento cardiovascular.

Mesociclo	1				2				3			
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volumen	18-20 minutos; 2 - 4 series de 5 minutos				20 minutos; 3 - 4 series de 5-6 minutos				20-22 minutos; 3 - 4 series de 5-6 minutos			
Frecuencia	2 o 3 veces/semana				2 o 3 veces/semana				2 o 3 veces/semana			
Percepción de la intensidad	8-9 Escala OMNI-GSE de máximo valor 10				8-9 Escala OMNI-GSE de máximo valor 10				8-9 Escala OMNI-GSE de máximo valor 10			
Recuperación	1-2 minuto				< 1 minuto				< 1 minuto			
Tipo de Ejercicio	Desplazamientos que favorecieron a la familiarización				Combinados: caminar, skipping o trotar				Combinados añadiendo miembros superiores			

4.5.4.1.9 Entrenamiento de la flexibilidad

La flexibilidad se puede definir como la amplitud de movimiento de una articulación que implica tanto el sistema neuromuscular como osteoarticular (201).

El trabajo de la flexibilidad estuvo presente en los tres mesociclos principales antes de finalizar la sesión (ilustración XXIV). Durante este periodo, se incidió en los músculos tratados en cada sesión y en aquellos que envuelven cadera, columna, tobillo y hombro (101, 102) realizando 2-3 repeticiones de 30 segundos (tabla VI).



Ilustración XXIV. Entrenamiento de la flexibilidad durante el programa multicomponente.

Tabla VI. Variables de planificación y periodización. Propuesta de magnitud de la carga para el entrenamiento de la flexibilidad.

Mesociclo	1					2				3		
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	10 minutos					10-12 minutos				10-12 minutos		
Volumen	6 ejercicios					6 ejercicios				6 ejercicios		
	2-3 repeticiones					2-3 repeticiones				2-3 repeticiones		
Frecuencia	2 o 3 veces/semana					2 o 3 veces/semana				2 o 3 veces/semana		
Percepción de la intensidad	Escala PERFLEX Nivel 2-3					Escala PERFLEX Nivel 2-3				Escala PERFLEX Nivel 2-3		
Recuperación	30 segundos					30 segundos				30 segundos		
Tipo de Ejercicio	Musculatura tónica y la implicada en la sesión. Atendiendo a pectoral mayor, subescapular, dorsal ancho, flexores coxofemorales, musculatura isquiosural y sural.											
	☞ Amplitud de movimiento global; Estáticos activos y estáticos pasivos.											

4.5.4.1.10 Tipo de material

En cuanto al tipo de material principal, se emplearon bandas elásticas de la marca Thera-Band® (Hygenic Corp., Akron, OH, USA) para el entrenamiento de la fuerza, y las pistas polideportivas facilitadas para el entrenamiento cardiovascular. La selección del material de bandas elásticas se seleccionó por tres motivos principales:

Primeramente, debido a su fácil y económica adquisición, pues se pretendía, además, promocionar la práctica de ejercicio físico regular dentro del contexto seleccionado. Un error hubiese sido la utilización de material de un elevado coste o inaccesible para los grupos de intervención una vez finalizada la investigación.

También, por la fácil portabilidad; por su ligero peso y la imposibilidad de haber tenido acceso a material tradicional como máquinas de entrenamiento. Esta cualidad permitió el fácil transporte cotidiano del material de resistencia.

Finalmente, por el carácter científico que otorga el presente proyecto de investigación, la utilización de bandas elásticas como material para mejorar la aptitud física ha sido demostrada su eficacia y corroborada en diversas investigaciones con la misma población (71, 93, 123). Igualmente, mismos protocolos en diferentes medios de entrenamiento (acuático, terrestre y máquinas guiadas) han sido comparados, obteniendo resultados favorables respecto a la utilización de bandas elásticas (71).

CAPÍTULO V

RESULTADOS

*“Vuela y vuela muy muy alto,
nunca te detengas, pero sabiendo
que siempre tendrás a alguien
grabando tu salida y llegada a meta;
por si algún día se te olvida”*

(Isabel M^a - Bournemouth)

CAPÍTULO V – RESULTADOS

Una vez descritas, en el apartado “Metodología”, todas las pruebas asignadas para la obtención de las variables dependientes, se exponen a continuación los resultados hallados tras 12 semanas de estudio. Los resultados corresponden a los tres grupos de investigación: grupo de ejercicio 2 días/semana (GE 2 días), grupo de ejercicio 3 días/semana (GE 3 días) y grupo control (GC).

5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN VARIABLES DE SALUD: PERFIL LIPÍDICO Y GLUCOSA

En primer lugar, tras obtener los informes médicos de los análisis bioquímicos y pasados los resultados a una hoja de cálculo, se realizó un estudio de la normalidad en la distribución de las variables mediante la prueba de normalidad Z de Kolmogórov-Smirnov. Esta prueba indicó una distribución de la muestra normal en las variables, “colesterol total” (CT) y “lipoproteína de baja densidad” (LDL-C), siendo consideradas como variables paramétricas. Sin embargo, aparecieron variables no paramétricas las cuales tuvieron que ser convertidas en su logaritmo neperiano para utilizar estadísticos paramétricos. De este modo, las variables “lipoproteína de alta densidad” (HDL-C), “triglicéridos” (TRI) y “glucosa” (GLU), se convirtieron el dato en $1/n$; obteniendo una distribución normal.

El siguiente paso, fue realizar un análisis descriptivo indicando para las variables cuantitativas (continuas) la media y la desviación estándar. Este análisis permitió organizar, sintetizar y presentar la información proveniente del conjunto de datos (N=75) y de los distintos grupos (GE 2 días, GE 3 días y GC). Los resultados fueron representados en dos tablas distintas (tabla X y XI).

Más tarde, se efectuó un estudio de las medias obtenidas en el análisis descriptivo, para conocer la homogeneidad de los datos obtenidos. Este estudio se realizó a través de la técnica Análisis de la varianza (ANOVA: Analysis of variance) de un factor (al ser tres grupos). Puesto que se encontraron diferencias significativas inter-grupos se tuvo que solicitar los contrastes denominados comparaciones múltiples post-hoc o a posteriori para saber qué media difería de

qué otra. Es este caso se seleccionó Bonferroni el cual señaló entre qué grupos se presentaban medias significativamente distintas.

Una vez presentados los datos previos a la intervención, 12 semanas más tarde se tuvo que realizar un nuevo análisis intra-grupos e inter-grupos para “comparar los efectos del programa” entre los diferentes grupos. El análisis estadístico se realizó mediante la Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor. Además, se diseñaron 5 gráficas para representar los efectos o cambios alcanzados en los grupos de investigación.

Finalmente, se compararon las diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test, este dato interesó para saber “cuánto” diferente fue el cambio tras las 12 semanas de estudio. Las diferencias fueron comprobadas mediante la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor. Además, se volvió a utilizar el test estadístico post-hoc de Bonferroni para las diferencias inter-grupales.

En cuanto a la interpretación de la magnitud del efecto, se siguieron las puntuaciones descritas por Cohen (202), considerándose un tamaño del efecto “bajo” entre 0,2 y 0,3, “medio” alrededor de 0,5 y “grande” a partir de 0,8.

5.1.1 Análisis de la normalidad

Los análisis estadísticos de los datos registrados se iniciaron con el estudio de la normalidad de las variables de perfil lipídico y glucosa (tabla VII), para conocer si los datos obtenidos por los informes médicos procedían de una distribución normal, es decir, con la misma media y desviación típica. Las variables CT y LDL-C, mostraron una distribución normal, por lo que se utilizaron estadísticos paramétricos. Sin embargo, los resultados indicaron que las variables TRI, HDL-C y GLU no presentaban una distribución normal. En este caso, se tuvo que utilizar una alternativa a las pruebas paramétricas la cual fue la conversión de las variables en su logaritmo neperiano. En la tabla VIII se observa la transformación de las variables HDL-C, TRI y GLU a su expresión $1/n$, dando lugar a un nuevo análisis de la normalidad, que indicó una distribución normal.

Tabla VII. Normalidad en la distribución de las variables de perfil lipídico y glucosa. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la muestra (N=75).

Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra (N=75)						
Parámetros		TRI	CT	HDL-C	LDL-C	GLU
Parámetros normales ^{a,b}	Media	123,37	215,59	60,04	133,61	89,55
	Desviación típica	60,615	40,833	13,797	33,682	9,840
Diferencias más extremas	Absoluta	,190	,078	,164	,064	,188
	Positiva	,190	,078	,164	,057	,188
	Negativa	-,113	-,045	-,100	-,064	-,102
Z de Kolmogórov-Smirnov		1,644	,672	1,416	,551	1,631
Sig. asintót. (bilateral)		,009	,757	,036	,922	,010

TRI: triglicéridos; CT: colesterol total; LDL-C: lipoproteína de baja densidad; HDL-C: lipoproteína de alta densidad; GLU: glucosa.

Tabla VIII. Normalidad en la distribución de las variables no paramétricas de perfil lipídico y glucosa. Prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Parámetros		Ln_TRI	Ln_HDL	Ln_GLU
Parámetros normales ^{a,b}	Media	4,7217	4,0689	,011291
	Desviación típica	,42144	,23286	,001168
Diferencias más extremas	Absoluta	,098	,129	,145
	Positiva	,098	,121	,100
	Negativa	-,071	-,129	-,145
Z de Kolmogórov-Smirnov		,849	1,118	1,259
Sig. asintót. (bilateral)		,467	,164	,084

TRI: triglicéridos; HDL-C: lipoproteína de alta densidad; GLU: glucosa.

5.1.2 Análisis descriptivo

Una vez conocida la distribución de las variables TRI, CT, LDL-C, HDL-C y GLU, se procedió al análisis descriptivo, permitiendo organizar, sintetizar y presentar las medias y las desviaciones típicas en las tablas X y XI.

Tabla IX. Valores descriptivos iniciales de perfil lipídico y glucosa de la muestra.

Estadísticos descriptivos (N=75)		
Variable dependiente	Media	SD
Triglicéridos	123,37	60,61
Colesterol Total	215,59	40,83
LDL-C	133,61	33,68
HDL-C	60,04	13,79
Glucosa	89,55	9,84

N: muestra; SD: desviación típica; LDL-C: lipoproteína de baja densidad; HDL-C: lipoproteína de alta densidad.

Tabla X. Valores descriptivos iniciales de perfil lipídico y glucosa de forma categorizada (GE2 días, GE 3 días y GC).

VD	2 días/semana (n=25)		3 días/semana (n=25)		Grupo control (n=25)	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
TRI	122,04	44,96	120,44	79,19	127,64	54,83
CT	214,68	42,47	222,56	39,04	209,52	41,52
LDL-C	133,40	36,42	137,60	34,26	129,84	31,09
HDL-C	63,64	14,96	53,52	12,41	62,96	11,94
GLU	88,08	6,49	93,48	12,14	87,08	9,18

VD: variable dependiente; SD: desviación típica; TRI: triglicéridos; CT: colesterol total; HDL-C: lipoproteína de alta densidad; LDL-C: lipoproteína de baja densidad; GLU: glucosa.

5.1.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención

Seguidamente, presentados y sintetizados los datos iniciales del conjunto de la muestra (N) y de forma categorizada (n), se valoró la homogeneidad de los resultados, intra-grupos (dentro del mismo grupo) e inter-grupos (entre los diferentes grupos) mediante la técnica Análisis de la varianza (ANOVA: Analysis of variance). Esta herramienta sirvió para determinar si las diferencias que existían entre las medias de los tres grupos eran estadísticamente significativas.

El primer análisis no encontró diferencias significativas intra-grupos en ninguna de las variables TRI, CT, LDL-C, HDL-C o GLU. Sin embargo, la prueba Anova de un factor, mostró una diferencia inter-grupos estadísticamente significativa ($p=0,008$) en la variable HDL-C (gráfico IV). De este modo, se tuvo que solicitar los contrastes denominados comparaciones múltiples post-hoc o a posteriori para saber qué media difería de qué otra. El cuadro de post hoc mostró las distintas pruebas post hoc para hacer comparaciones múltiples, se seleccionó Bonferroni para analizar entre qué grupos existían medias significativamente distintas. El estudio señaló, como se expresa en la tabla IX, diferencias significativas entre el GE 2 días y el GE 3 días ($p=0,019$) y entre el GE 3 días y el GC ($p=0,021$); siendo el GE 3 días quien marcó la diferencia significativa con el resto debido a sus valores más bajos de HDL-C.

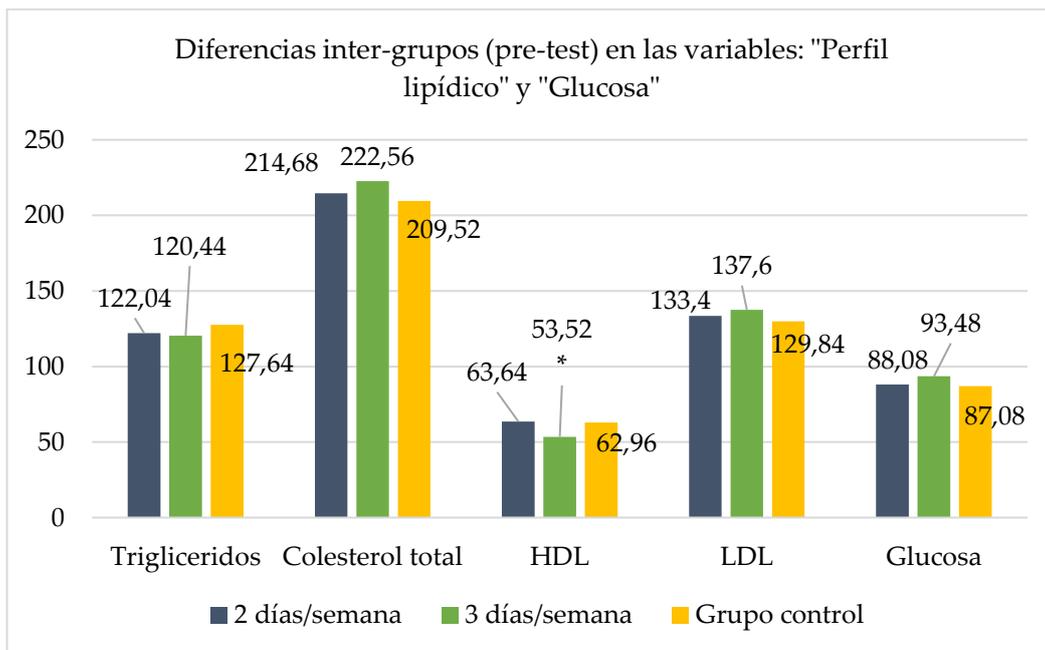


Gráfico IV. Valores descriptivos y diferencias inter-grupos durante el pre-test en variables de perfil lipídico y glucosa. *: mejora estadísticamente significativa $p < 0,05$.

Tabla XI. Análisis Post-hoc de Bonferroni para la comparación entre grupos de la variable HDL-C durante el pre-test.

Comparaciones múltiples – Post-hoc Bonferroni inter-grupos					
VD	Grupo	Grupo	DM	Er	Sig.
HDL-C	GE 2 días	GE 3 días	,17556*	,06240	,019
		GC	,00203	,06240	1,000
	GE 3 días	GE 2 días	-,17556*	,06240	,019
		GC	-,17352*	,06240	,021
	GC	GE 2 días	-,00203	,06240	1,000
		GE 3 días	,17352*	,06240	,021

VD: variable dependiente; DM: diferencia de medias; Er: error típico; HDL-C: lipoproteína de alta densidad; Sig.: significancia estadística; GE 2 días: grupo de ejercicio 2 días/semana; GE 3 días: grupo de ejercicio 3 días/semana; GC: grupo control.

5.1.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención

Conocidos los datos previos a la intervención, los mismos informes fueron solicitados 3 meses más tarde para seguir el objetivo principal de la investigación de “comparar los efectos del programa” entre los diferentes grupos.

De este modo, se valoró de nuevo la homogeneidad de los resultados, intra-grupos e inter-grupos mediante la técnica Análisis de la varianza (ANOVA: Analysis of variance), pero en este caso comparando con los resultados obtenidos en el pre-test como se podrá visualizar en las diferentes gráficas creadas (gráficas V-IX).

5.1.4.1 Diferencias intra-grupos

La Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor mostró que la variable TRI tras 12 semana de entrenamiento multicomponente mejoró significativamente en ambos grupos de entrenamiento (gráfico V), con un tamaño del efecto bajo, tanto en el GE 2 días ($p=0,036$; $ES=0,25$) como para GE 3 días ($p=0,022$; $ES=0,19$).

Respecto a los valores de colesterol, el análisis mostró en la variable CT (gráfico VI) una mejora altamente significativa ($p=0,000$) entre el pre-test y el post-test, en el GE 2 días y en el GE 3 días, con tamaño del efecto medio en ambos casos

(ES=0,45 y ES=0,50, respectivamente). Sin embargo, en términos de LDL-C (gráfico VII) y HDL-C (gráfico VIII) las mejoras significativas fueron únicamente en el GE 3 días ($p=0,000$, ES=0,16; $p=0,000$, ES=0,64, respectivamente).

En cuanto a los valores de azúcar en sangre (gráfica 9), apareció una diferencia significativa pre-test vs post-test en el GE 2 días ($p=0,018$) y altamente significativa ($p=0,000$) en el GE 3 días, con un tamaño del efecto medio en ambos casos (ES=0,46; ES=0,53, respectivamente).

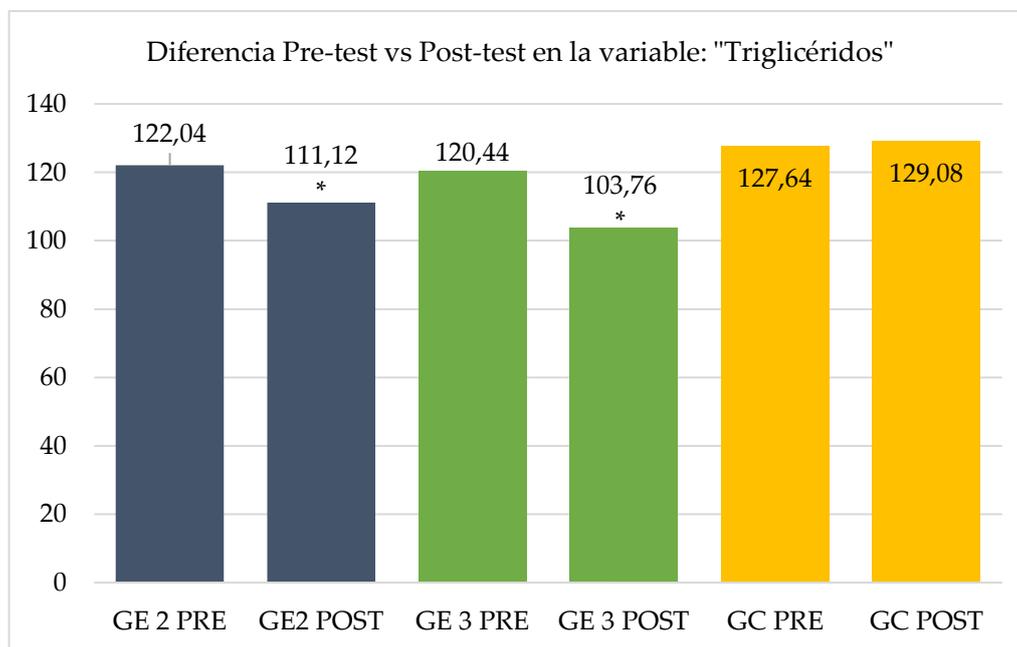


Gráfico V. Diferencia pre-test vs post-test en la variable triglicéridos. *: mejora estadísticamente significativa $p < 0,05$.

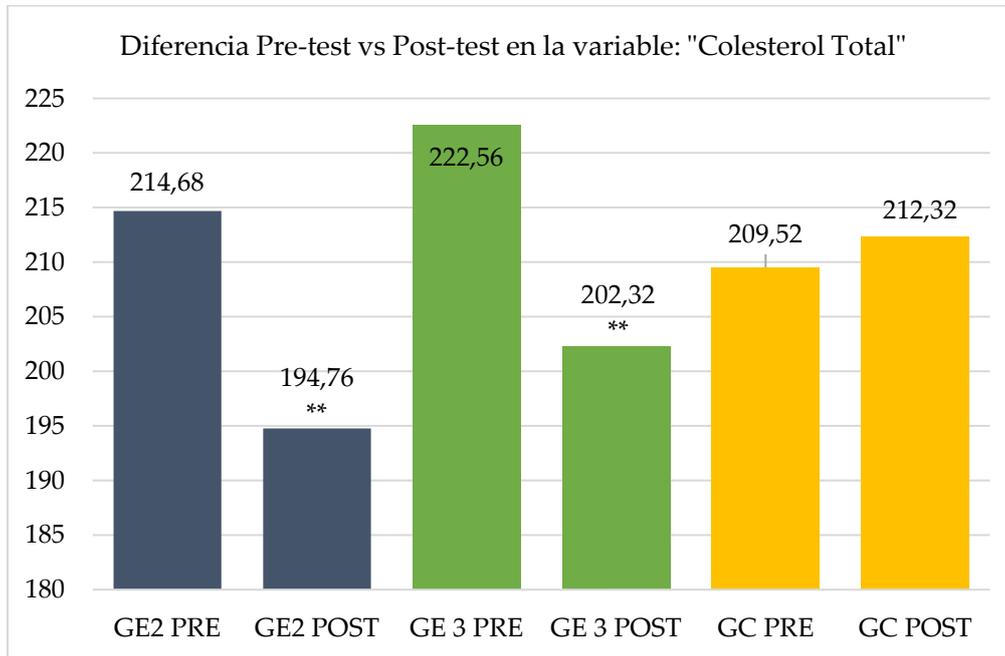


Gráfico VI. Diferencia pre-test vs post-test en la variable colesterol total. *: mejora estadísticamente significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$.

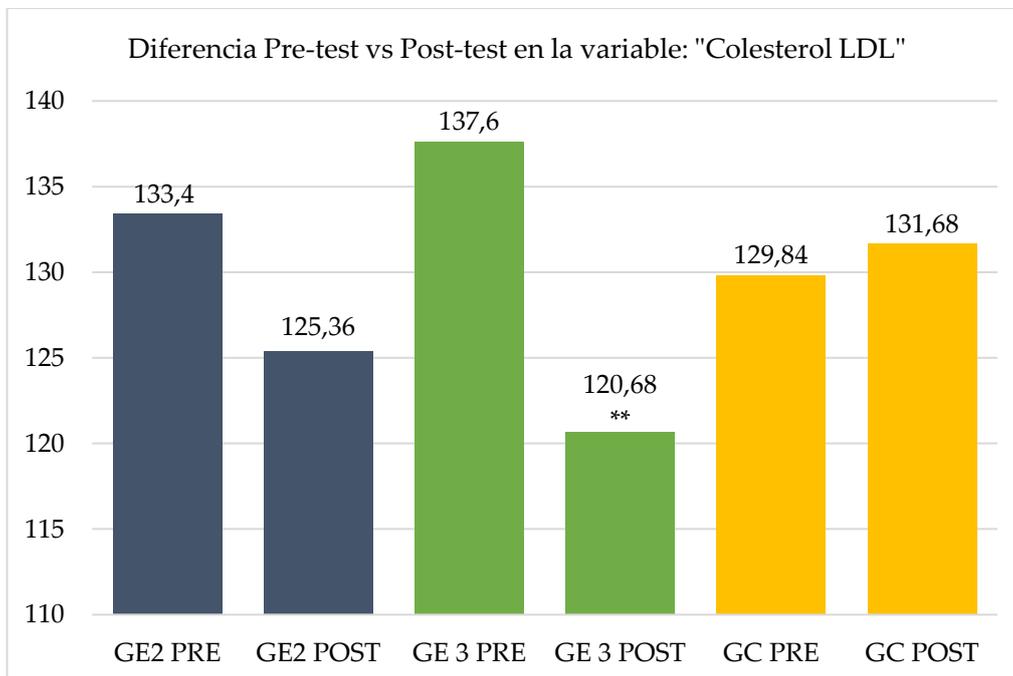


Gráfico VII. Diferencia pre-test vs post-test en la variable colesterol LDL. **: mejora altamente significativa $p < 0,001$.

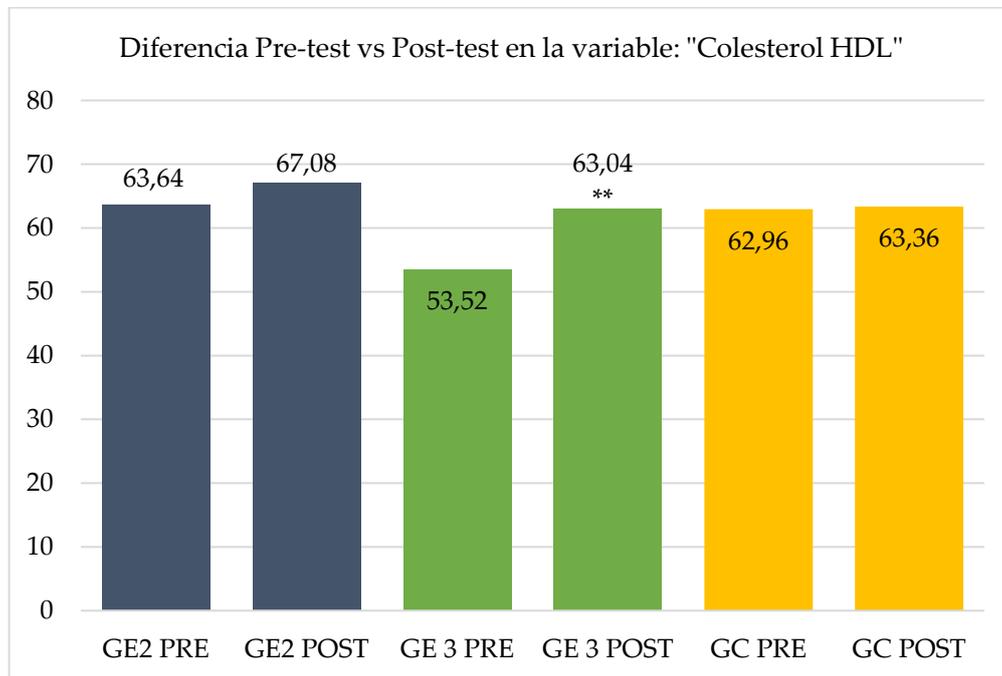


Gráfico VIII. Diferencia pre-test vs post-test test en la variable colesterol HDL. *: mejora estadísticamente significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$.

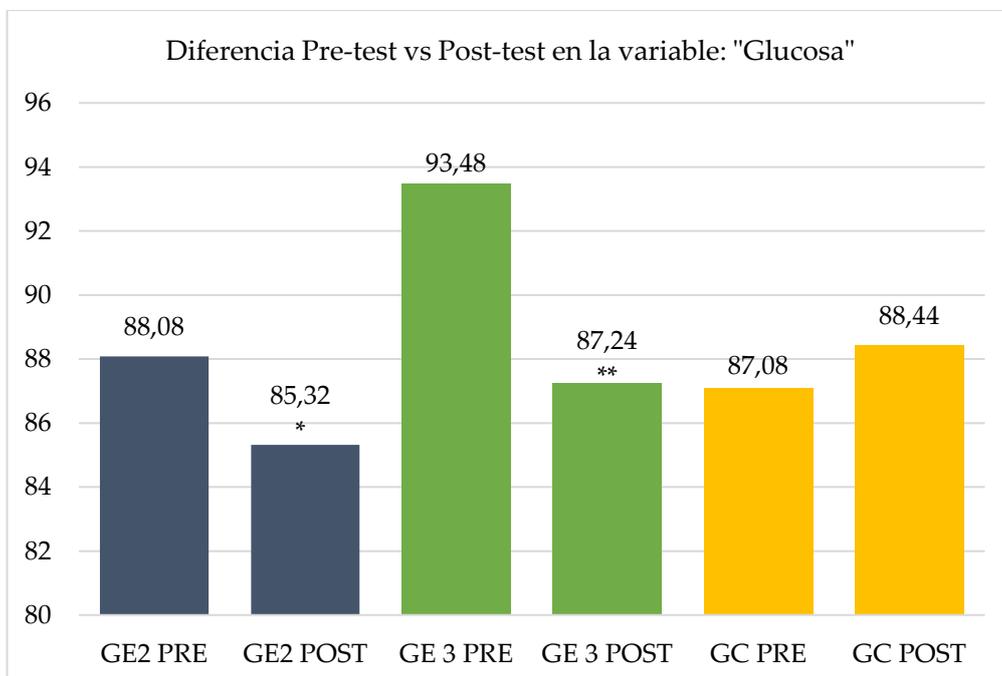


Gráfico IX. Diferencia pre-test vs post-test en la variable glucosa. *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$.

5.1.4.2 Diferencias inter-grupos

La Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor indicó que no existían diferencias entre grupos en ninguna de las variables de perfil lipídico o glucosa tras las 12 semanas de estudio.

5.1.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test

Finalmente, se quiso valorar las diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test (gráfico X), este dato sirvió para saber “cuánto” diferente fue el cambio tras el programa de entrenamiento multicomponente. La prueba Anova de un factor mostró, en las variables CT, HDL-C, LDL-C y glucosa (tabla XII), diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los cambios pre-post test entre los diferentes grupos con un tamaño del efecto bajo ($ES < 0,19$).

Tabla XII. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test. Variables triglicéridos, colesterol total, colesterol HDL-C, colesterol LDL-C y glucosa.

VD	GRUPO	Dif Post-Pre		F	p	ES
		Media	SD			
Colesterol	GE 2 días	-19,92	22,41	8,007	0,001	,182
	GE 3 días	-20,24	32,94			
	GC	2,80	6,91			
LDL-C	GE 2 días	-8,040	24,39	4,307	0,017	0,10
	GE 3 días	-16,92	28,51			
	GC	1,84	11,22			
HDL-C	GE 2 días	3,44	11,58	6,924	0,002	0,16
	GE 3 días	9,52	10,94			
	GC	,40	2,99			
Glucosa	GE 2 días	-2,76	4,45	8,268	0,001	0,18
	GE 3 días	-6,24	9,26			
	GC	1,36	3,89			

VD: variable dependiente; SD: desviación típica; CT: colesterol total; LDL-C: lipoproteína de baja densidad; HDL-C: lipoproteína de alta densidad; GLU: glucosa; GE 2 días: grupo de ejercicio 2 días/semana; GE 3 días: grupo de ejercicio 3 días/semana; GC: grupo control.

A continuación, se quiso conocer entre qué grupos existían diferencias significativas en los cambios alcanzados tras la intervención. De este modo, se tuvo que requerir un análisis de contraste múltiple pos-hoc, seleccionando Bonferroni.

En cuanto a las variables de colesterol, el estudio de Bonferroni señaló diferencias significativas en CT con un tamaño del efecto grande entre el GE 2 días y el GC ($p=0,003$; $ES=1,37$) y entre el GE 3 días y el GC ($p=0,002$; $ES=0,97$); también diferencias significativas en los niveles de LDL-C entre GE 3 días y GC ($p=0,013$; $ES=0,70$), entre el GE 3 días y el GE 2 días ($p=0,042$; $ES=0,59$) y entre el GE 3 días y GC ($p=0,002$; $ES=0,39$).

Respecto a la variable glucosa, el pos hoc de Bonferroni indicó diferencias altamente significativas entre GE 3 días y el GC, con un tamaño del efecto medio ($p=0,000$; $ES=0,71$).

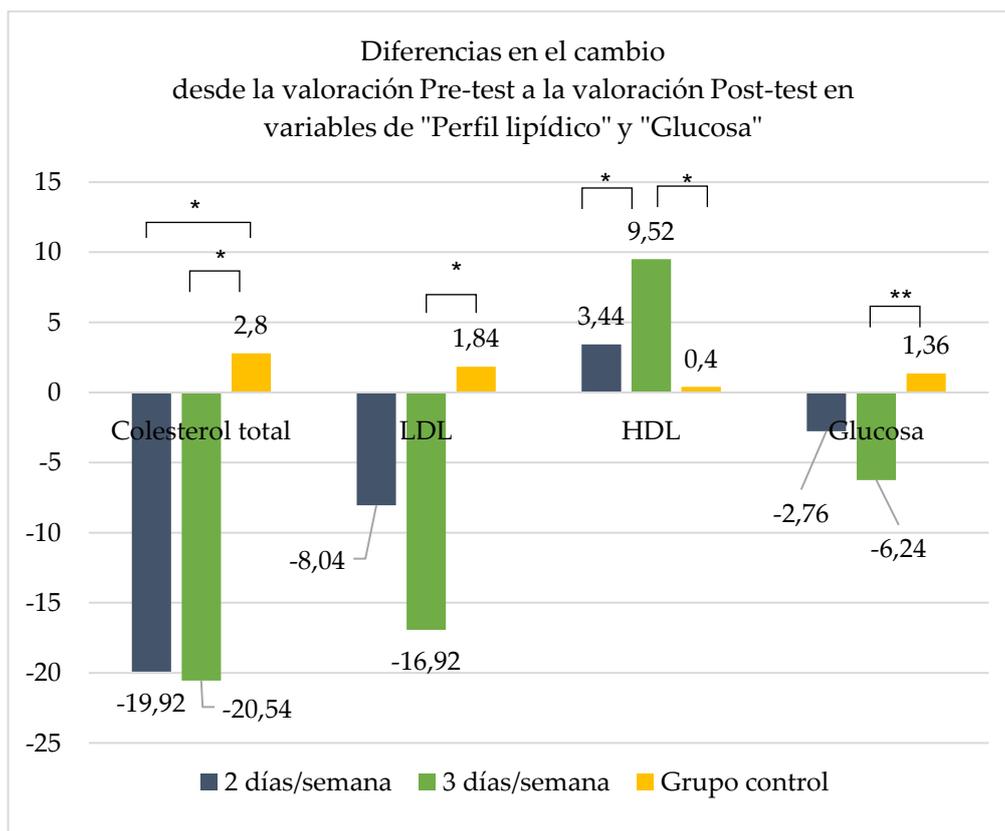


Gráfico X. Diferencias intra-grupos en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test. *: diferencia significativa $p<0,05$; **: diferencia altamente significativa $p<0,001$.

5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIABLES DE SALUD Y APTITUD FÍSICA: TENSIÓN ARTERIAL, PULSACIONES Y VO₂ MÁX

En este apartado se realiza un análisis estadístico dirigido a las variables de tensión sistólica (TSR), tensión diastólica (TDR) y pulsaciones (PR), en reposo; y tensión sistólica (TSE), tensión diastólica (TDE) y pulsaciones (PE), tras el esfuerzo; y el VO₂ máx. En primer lugar, una vez obtenidos los datos de los test propuestos para la evaluación de las variables nombradas, se realizó un análisis de la normalidad en la distribución de las variables por medio de la prueba Kolmogórov-Smirnov, utilizando estadísticos paramétricos.

Seguidamente, tras conocer la normalidad de los datos, se realizó un análisis descriptivo. Este análisis mostró para las variables cuantitativas (continuas), la media y la desviación estándar, tanto para el conjunto de la muestra como para los distintos grupos de investigación: GE 2 días, GE 3 días y GC. Los datos fueron sintetizados, organizados y presentados en dos tablas distintas.

Una vez gestionado el análisis descriptivo de las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx, se realizó un estudio de las medias para conocer la uniformidad de los datos, intra-grupos e inter-grupos. Este estudio estadístico se efectuó mediante la prueba Anova de un factor (al ser tres grupos). Además, se empleó el estadístico post-hoc de Bonferroni cuando se detectaron diferencias significativas. Así, se pudo analizar entre qué grupos existían medias significativamente distintas antes de iniciar el protocolo de 12 semanas.

Más tarde, con los datos del post-test se realizó un nuevo estudio de los resultados que sirvió para ver los cambios o adaptaciones sufridas en los distintos grupos tras las 12 semanas. Este análisis se realizó a través de la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor. Las diferencias significativas encontradas fueron representadas gráficamente para un mejor entendimiento.

Finalmente, mediante la prueba Anova de un factor se valoraron las diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test. Este dato sirvió para saber “cuánto” diferente fue el cambio tras el programa de intervención. Además, puesto que se obtuvieron diferencias significativas se escogió un análisis de contraste múltiple pos-hoc, seleccionando Bonferroni.

En cuanto a la magnitud del efecto, se siguieron las puntuaciones de Cohen (202), tamaño “bajo” de 0,2 a 0,3, “medio” alrededor de 0,5 y “grande” a partir de 0,8.

5.2.1 Análisis de la normalidad

Inicialmente, se realizó un análisis de la normalidad de las variables de PR, TSR, TDR, PE, TSE, TDE y VO₂ máx, para conocer si los datos obtenidos procedían de una distribución normal, es decir, con la misma media y desviación típica. La prueba de normalidad Z de Kolmogórov-Smirnov (tabla XIII) mostró una distribución normal, por lo que se utilizaron estadísticos paramétricos.

Tabla XIII. Normalidad en la distribución de las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para la muestra (N=75).

		Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra						
		PR	TSR	TDR	PE	TSE	TDE	VO ₂
Parámetros normales ^{a, b}	X	79,21	134,1	82,37	99,4	135,5	84,39	19,43
	SD	11,96	17,49	9,67	11,62	17,91	8,408	5,83
Z de Kolmogórov-Smirnov		,965	,615	,609	,927	1,106	,927	,911
Sig. asintót. (bilateral)		,310	,844	,852	,357	,173	,357	,378

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

X: media; SD: desviación típica; PR: pulsaciones en reposo; TSR: tensión sistólica en reposo; TDR: tensión diastólica en reposo; PE: pulsaciones tras el esfuerzo; TSE: tensión sistólica tras el esfuerzo; TDE: tensión diastólica tras el esfuerzo; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno.

5.2.2 Análisis descriptivo

Una vez almacenados los datos que formaron las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx, así como conocida la distribución de las mismas, se procedió al análisis descriptivo. Este análisis permitió organizar, sintetizar y presentar la información procedente del conjunto de datos obtenidos. Las siguientes tablas muestran la media y la desviación típica de las variables en su conjunto (tabla XIV) y de forma categorizada (tabla XV).

Tabla XIV. Valores descriptivos totales de tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx (N=75).

Variable dependiente	Media	Desviación típica
Pulsaciones en reposo	79,21	11,97
Tensión sistólica en reposo	134,15	17,49
Tensión diastólica en reposo	82,37	9,68
Pulsaciones tras el esfuerzo	99,43	11,62
Tensión sistólica tras el esfuerzo	135,52	17,91
Tensión diastólica tras el esfuerzo	84,39	8,41
VO ₂ máx	19,43	5,83

VD: variable dependiente; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno.

Tabla XV. Valores descriptivos categorizados de tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx.

Variable dependiente	GE 2 días/semana (n=25)		GE 3 días/semana (n=25)		Grupo Control (n=25)	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
PR	77,92	15,91	84,68	6,71	75,04	9,61
TSR	131,04	22,11	135,76	16,96	135,64	12,30
TDR	85,00	9,19	78,48	8,59	83,64	10,29
PE	97,80	11,59	101,88	14,41	98,60	8,04
TSE	132,64	16,71	139,80	21,00	134,12	15,47
TDE	84,12	7,99	86,44	10,14	82,60	6,60
VO ₂ máx	21,00	6,85	18,32	5,08	18,96	5,27

SD: desviación típica; PR: pulsaciones en reposo; TSR: tensión sistólica en reposo; TDR: tensión diastólica en reposo; PE: pulsaciones post-esfuerzo; TSE: tensión sistólica post-esfuerzo; TDE: tensión diastólica post-esfuerzo; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno.

5.2.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención

Una vez presentados y sintetizados los datos iniciales del conjunto de la muestra (N) y de forma categorizada (n), se evaluó la homogeneidad de los resultados, intra-grupos e inter-grupos mediante la técnica Análisis de la varianza (ANOVA: Analysis of variance). Esta técnica sirvió para determinar si las diferencias entre las medias de los tres grupos fueron estadísticamente significativas.

En cuanto a la comparación intra-grupos, el análisis de las diferencias pre-test mediante la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor, no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$).

Sin embargo, la prueba Anova de un factor encontró diferencias significativas inter-grupos en la variable PR en el GE 3 días ($p = 0,012$; gráfico XI).

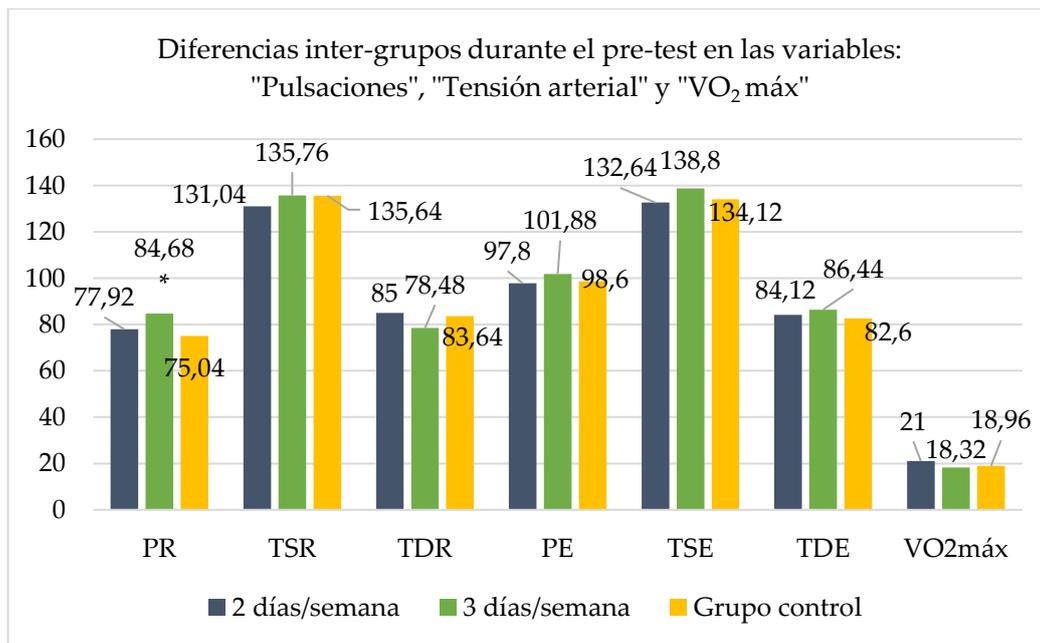


Gráfico XI. Diferencias inter-grupos para las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx. PR: pulsaciones en reposo; TSR: tensión sistólica en reposo; TDR: tensión diastólica en reposo; PE: pulsaciones tras el esfuerzo; TSE: tensión sistólica tras el esfuerzo; TDE: tensión diastólica tras el esfuerzo; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno; *: Diferencias significativas $p < 0,05$.

Tras conocer las diferencias significativas inter-grupos, en la variable pulsaciones en reposo, se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Bonferroni. Esta prueba se seleccionó para analizar entre qué grupos existían medias significativamente distintas. El estudio señaló, como se expresa en la tabla XVI, diferencias significativas ($p = 0,012$) entre el GE 3 días y el GC.

Tabla XVI. Análisis Post-hoc de Bonferroni para comparaciones entre grupos de la variable pulsaciones en reposo.

Comparaciones múltiples – Post-hoc Bonferroni inter-grupos - Pre-test					
VD	Grupo	Grupo	Diferencia de medias	Error típico	Sig.
PR	GE 2 días	GE 3 días	-6,760	3,227	,119
		GC	2,880	3,227	1,000
	GE 3 días	GE 2 días	6,760	3,227	,119
		GC	9,640*	3,227	,012
	GC	GE 2 días	-2,880	3,227	1,000
		GE 3 días	-9,640*	3,227	,012

VD: variable dependiente; PR: pulsaciones en reposo; TDR: tensión diastólica en reposo; GE 2 días: grupo de ejercicio 2 días/semana; GE 3 días: grupo de ejercicio 3 días/semana; GC: grupo control; Sig.: significancia estadística.

5.2.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención

Una vez obtenidos los datos previos y pasadas las 12 semanas de intervención, se realizó el mismo análisis para seguir el objetivo principal de la investigación de “comparar los efectos del programa” entre los diferentes grupos. Por lo que se valoró de nuevo la homogeneidad de los resultados, intra-grupos e inter-grupos mediante la técnica Análisis de la varianza (ANOVA: Analysis of variance), pero en esta ocasión comparando con los resultados obtenidos en el pre-test, como se puede visualizar en las gráficas 12, 13 y 14.

5.2.4.2 Diferencias intra-grupos

En cuanto a los datos de tensión arterial, la Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor mostró que las variables TSR, TDR, TSE y TDE mejoraron significativamente tanto en el GE 2 días como en el GE 3 días.

A continuación, se indican detalladamente las mejoras encontradas en las distintas variables:

TSR: una mejora significativa con un tamaño del efecto bajo para el GE 2 días ($p=0,05$; $ES=0,24$) y una mejora altamente significativa para el GE 3 días con un tamaño del efecto grande ($p=0,000$; $ES=0,72$).

TDR: una mejora significativa con un tamaño del efecto medio para el GE 2 días ($p=0,002$; $ES=0,54$) y una mejora significativa con un tamaño del efecto bajo para el GE 3 días ($p=0,057$; $ES:0,34$).

TSE: una mejora significativa con un tamaño del efecto bajo para el GE 2 días ($p=0,038$; $ES=0,30$) y una mejora significativa con un tamaño del efecto grande para el GE 3 días ($p=0,000$; $ES:0,79$).

TDE: una mejora altamente significativa con un tamaño del efecto medio tanto para el GE 2 días como para el GE 3 días ($p=0,000$; $ES=0,62$; $p=0,000$; $ES: 0,71$, respectivamente).

Lo mismo ocurrió con datos de pulsaciones en reposo y tras el esfuerzo, después de 12 semanas ambos grupos de entrenamiento lograron mejoras significativas. La prueba Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor, indicó:

PR: una mejora significativa con un tamaño del efecto bajo para el GE 2 días ($p=0,021$; $ES=0,35$) y una mejora altamente significativa para el GE 3 días con un tamaño del efecto medio ($p=0,000$; $ES=0,55$).

PE: una mejora altamente significativa para el GE 2 días ($p=0,000$) y para el GE 3 días ($p=0,000$), ambos con un tamaño del efecto grande ($ES=0,75$; $ES:1,18$, respectivamente).

En lo referido al VO_2 máx, la misma prueba estadística encontró una mejora altamente significativa ($p=0,000$) para el GE 2 días y para el GE 3 días. Sin embargo, el tamaño del efecto fue grande en ambos casos ($ES=0,80$; $ES:1,10$, respectivamente).

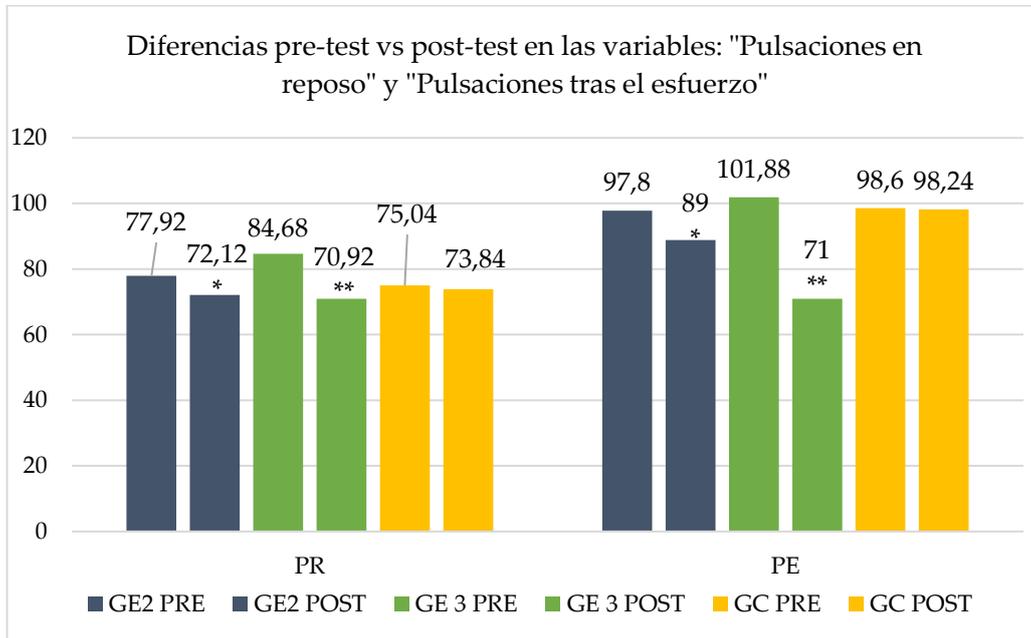


Gráfico XII. Diferencias post-test intra-grupos para variables de pulsaciones; PR: pulsaciones en reposo; PE: pulsaciones tras el esfuerzo; *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$.

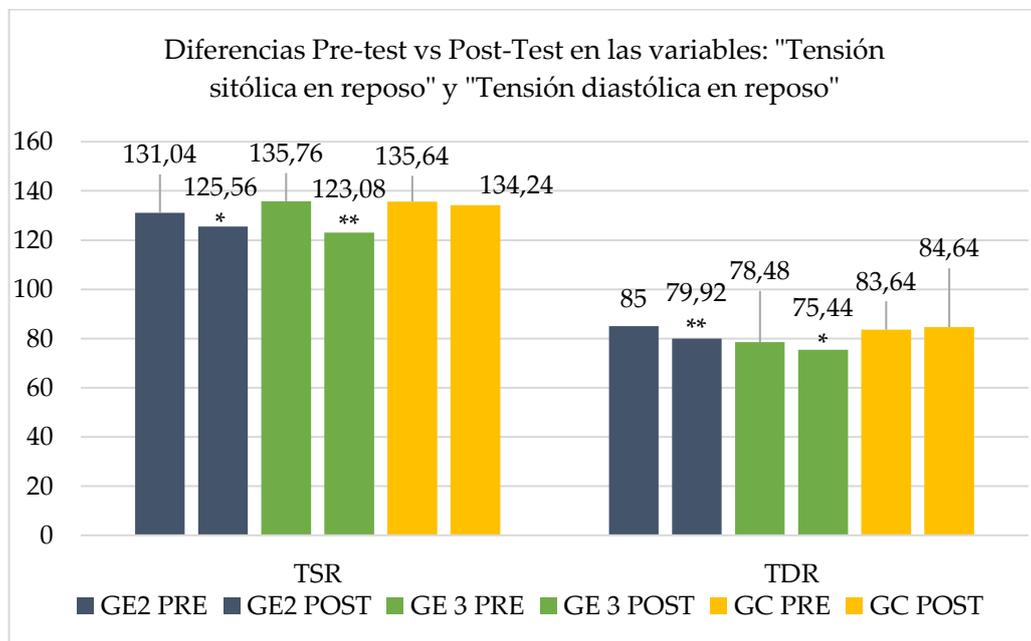


Gráfico XIII. Diferencias post-test intra-grupos para las variables de tensión arterial en reposo; TSR: tensión sistólica en reposo; TDR: Tensión diastólica en reposo; *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa.

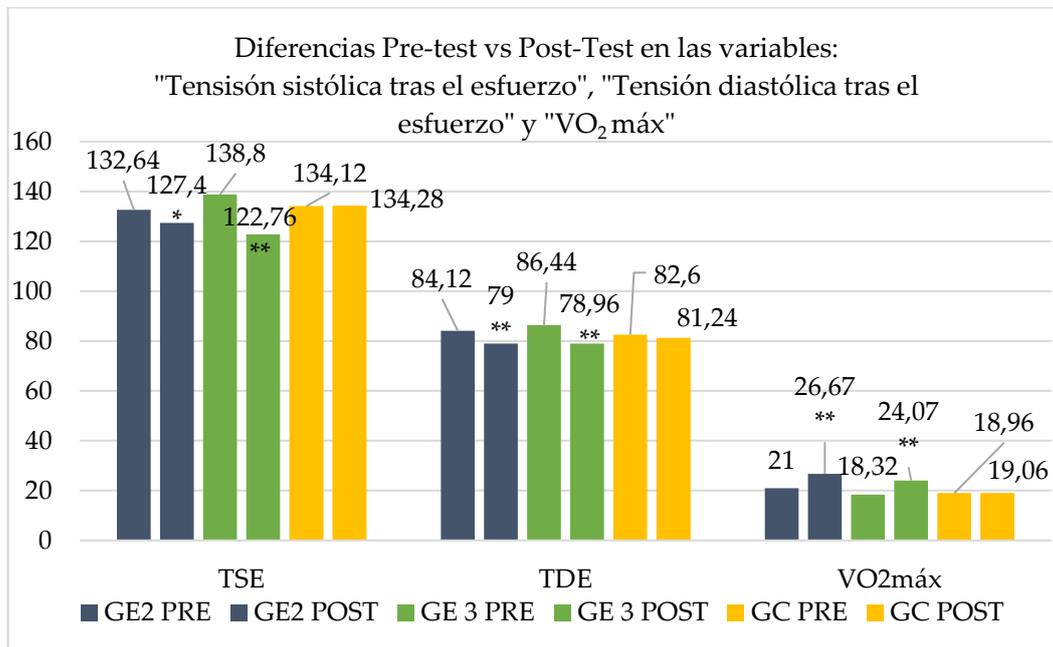


Gráfico XIV. Diferencias post-test intra-grupos para las variables de tensión arterial tras el esfuerzo y VO₂ máx. TSE: tensión sistólica tras el esfuerzo; TDE: tensión diastólica tras el esfuerzo; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno. *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa.

5.2.4.1 Diferencias inter-grupos

El análisis de las diferencias post-test mediante la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor, no mostró diferencias inter-grupos en ninguna de las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx analizadas.

5.2.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test

Para terminar con el análisis estadístico de las variables tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx, se efectuó un estudio estadístico para valorar las diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test (tabla XVII). Este dato sirvió para saber "cuánto" diferente fue el cambio tras las 12 semanas de investigación. La Anova de un factor mostró diferencias significativas ($p < 0,02$) en las variables TSR, TDR, TSE, TDE y PR, con un tamaño del efecto bajo ($ES < 0,25$). También, pero con un tamaño del efecto mayor, las variables PE y VO₂ máx ($ES = 0,59$ y $ES = 0,41$) mostraron diferencias significativas ($p < 0,001$).

Tabla XVII. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de tensión arterial, pulsaciones y VO₂ máx.

Variable dependiente		Dif. Post-Pre		F	p-valor	ES
		Media	SD			
Pulsaciones en reposo	Grupo 2 días	-5,80	16,42	6,67	,002	,15
	Grupo 3 días	-13,76	12,22			
	Grupo control	-1,20	5,91			
Tensión sistólica en reposo	Grupo 2 días	-5,48	17,69	4,31	,017	,10
	Grupo 3 días	-12,68	11,94			
	Grupo control	-1,40	10,57			
Tensión diastólica en reposo	Grupo 2 días	-5,08	7,59	3,867	,025	,09
	Grupo 3 días	-3,04	8,43			
	Grupo control	1,00	7,56			
Pulsaciones tras el esfuerzo	Grupo 2 días	-8,92	9,63	52,96	,000	,59
	Grupo 3 días	-30,96	15,75			
	Grupo control	-,36	3,46			
Tensión sistólica tras el esfuerzo	Grupo 2 días	-5,24	13,24	12,57	,000	,25
	Grupo 3 días	-17,04	15,57			
	Grupo control	,16	6,62			
Tensión diastólica tras el esfuerzo	Grupo 2 días	-5,12	7,13	5,474	,006	,13
	Grupo 3 días	-7,48	8,12			
	Grupo control	-1,36	3,72			
VO ₂ máx	Grupo 2 días	5,67	2,73	25,62	,000	,41
	Grupo 3 días	5,75	3,39			
	Grupo control	,10	3,44			

SD: desviación típica; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno.

Conocidas las diferencias inter-grupos en los cambios desde el pre-test al post-test, se tuvo que requerir a un análisis de contraste multiple pos-hoc, seleccionando Bonferroni (gráfico XV). Este análisis mostró diferencias significativas entre el GE 3 días y el GC (p=0,015) en la variable TSR, con un tamaño

del efecto grande ($ES=1$); en la variable TDR entre GE 2 días y el GC ($p=0,024$), con un tamaño del efecto grande ($ES=0,80$); en la variable TSE entre el GE 2 días y el GE 3 días ($p=0,004$), y entre el GE 3 días y el GC ($p=0,000$), con un tamaño del efecto grande en ambos casos ($ES=0,80$; $ES=1,44$); y finalmente, en la variable TDE entre GE 3 días y el GC con un tamaño del efecto grande ($p=0,005$; $ES=0,97$).

En cuanto a las variables de frecuencia cardiaca, el estudio de comparaciones señaló, en la variable PR diferencias significativas ($p=0,002$) entre el GE 3 días y el GC con un tamaño del efecto grande ($ES=1,31$).

La variable PE encontró diferencias significativas entre GE 3 días y GE 2 días ($p=0,000$), entre el GE 3 días y el GC ($p=0,000$) y entre el GE 2 días y el GC ($p=0,02$) con un tamaño del efecto grande en en todos los casos ($ES=1,69$; $ES=1,20$; $ES=1,18$, respectivamente).

Finalmente, el pos hoc indicó en la variable VO_2 máx, diferencias altamente significativas ($p=0,000$) entre el GE 2 días y el GC, y entre el GE 3 días y el GC, con un tamaño del efecto grande en ambos casos ($ES=1,79$; $ES=1,63$).

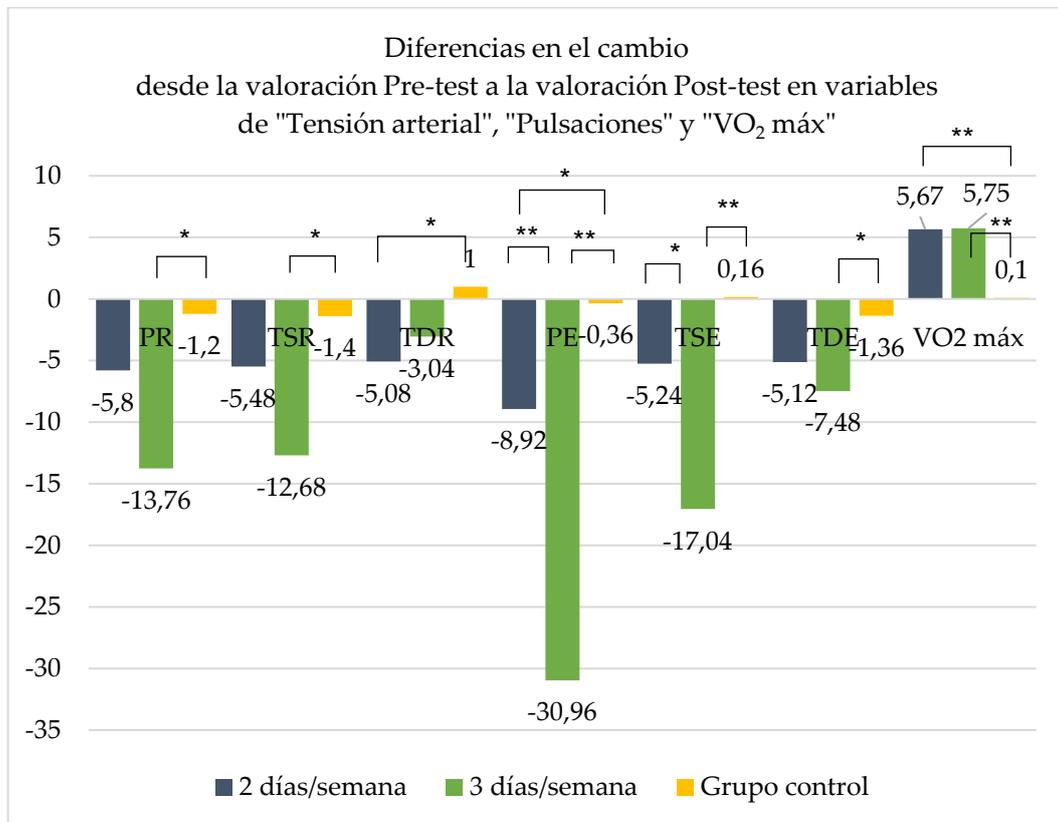


Gráfico XV. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de salud analizadas. PR: pulsaciones en reposo; TSR: tensión sistólica en reposo; TDR: tensión diastólica en reposo; PE: pulsaciones tras el esfuerzo; TSE: tensión sistólica tras el esfuerzo; TDE: tensión diastólica tras el esfuerzo; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno. *: diferencia significativa $p < 0,05$; **: diferencia altamente significativa $p < 0,001$.

5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL COMO VARIABLE DE LA APTITUD FÍSICA

En este apartado se presenta un análisis estadístico de las variables de composición corporal agrupándose en peso total (PT), peso muscular (PM), porcentaje de grasa (%G), perímetro de cintura (PC) e índice de masa corporal (IMC). En primer lugar, una vez recolectados todos los datos de la muestra, se realizó un análisis de la normalidad, analizando la distribución de las variables por medio de la prueba Kolmogórov-Smirnov, utilizando estadísticos paramétricos.

Seguidamente, tras observar una distribución normal para todos los datos de composición corporal, se efectuó un análisis descriptivo. Este análisis se ejecutó para conocer la media y la desviación estándar de todas las variables cuantitativas (continuas). La información fue sintetizada, organizada y presentada tanto en conjunto (N) como de forma categorizada (GE 2 días, GE 3 días y GC).

Estando establecidos los datos del pre-test, se realizó un análisis de las medias y las desviaciones típicas para conocer la homogeneidad de las variables PT, PM, %G, PC e IMC, intra-grupos e inter-grupos. Este estudio estadístico se cometió mediante la prueba Anova de un factor (al ser tres grupos).

Una vez, gestionado el análisis descriptivo de las variables PT, PM, %G, PC e IMC, se realizó un estudio de las medias para conocer la uniformidad de los datos, intra-grupos e inter-grupos. Este estudio estadístico se efectuó mediante la prueba Anova de un factor (al ser tres grupos).

El siguiente análisis, fue dirigido a los datos obtenidos del post-test mediante la Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor. Este análisis sirvió para valorar de nuevo la homogeneidad, intra-grupos e inter-grupos, pero en este caso comparando con los resultados iniciales. Así se conocieron los efectos de las 12 semanas de estudio en los tres grupos de intervención.

Finalmente, mediante la prueba Anova de un factor se efectuó un análisis para valorar las diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test. La prueba mostró diferencias inter-grupos en las variables PT, PM, %G, PC e IMC, por lo que se tuvo que seleccionar un estadístico post-hoc (Bonferroni) para comprobar entre qué grupos existían diferencias.

En cuanto a la interpretación de la magnitud del efecto, se siguieron las puntuaciones descritas por Cohen (202), considerándose un tamaño del efecto "bajo" entre 0,2 y 0,3, "medio" alrededor de 0,5 y "grande" a partir de 0,8.

5.3.1 Análisis de la normalidad

En primer lugar, se efectuó un análisis de la normalidad de los datos facilitados por la Tanita BC 545N y la cinta métrica, en variables de PT, PM, %G, PC e IMC. Además, se incluye la variable altura que fue facilitada por los sujetos en sus informes médicos. De este modo, se analizó mediante la prueba de normalidad Z de Kolmogórov-Smirnov si los datos provenían de una distribución normal, con misma media y desviación típica. El análisis indicó una distribución normal para todos los datos de composición corporal, por lo que se utilizaron estadísticos paramétricos (tablas XVIII).

Tabla XVIII. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para la normalidad de muestra en la distribución de las variables de altura, peso total, perímetro de cintura y porcentaje de grasa (N=75).

Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra							
		Altura	PT	PM	%G	PC	IMC
Parámetros normales ^{a,b}	Media	1,58	68,5	39,9	38,3	84,8	27,36
	SD	,064	9,99	4,120	5,63	9,24	3,84
Diferencias más extremas	Absoluta	,109	,082	,107	,084	,093	,070
	Positiva	,109	,082	,107	,059	,093	,070
	Negativa	-,072	-,06	-,063	-,08	-,064	-,052
Z de Kolmogórov-Smirnov		,944	,944	,709	,928	,802	,606
Sig. asintót. (bilateral)		,335	,697	,335	,662	,540	,856

SD: desviación típica; PT: peso total (kg); PM: peso muscular; %G: porcentaje de grasa; PC: perímetro de cintura; IMC: índice de masa corporal.

5.3.2 Análisis descriptivo

Tras conocer que se trataba de una distribución normal de las variables, se procedió a realizar un análisis descriptivo de los datos de composición corporal. Este análisis sirvió para organizar, sintetizar y presentar el cálculo de las medias y las desviaciones típicas del conjunto de datos (tabla XIX) y de los distintos grupos de investigación (tabla XX).

Tabla XIX. Valores descriptivos iniciales de composición corporal de la muestra en conjunto.

	Media	SD
Altura	1,58	,06
Peso total	68,55	9,99
Peso muscular	39,93	4,12
Porcentaje de grasa	38,36	5,63
Perímetro de cintura	84,83	9,24
Índice de masa corporal	27,36	3,84

SD: desviación típica.

Tabla XX. Valores descriptivos iniciales de los datos de composición corporal de forma categoriza (GE 2 días, GE 3 días y GC).

	GE 2 días (n=25)		GE 3 días (n=25)		Grupo control (n=25)	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Altura	1,56	,05	1,60	,06	1,59	,07
Peso total	68,40	10,88	67,56	10,13	69,68	9,17
Peso muscular	39,88	3,95	39,28	3,93	40,64	4,51
% Grasa	38,32	7,18	38,40	5,03	38,36	4,56
PC	85,20	9,88	83,60	8,43	85,68	9,60
IMC	28,27	4,44	26,25	3,54	27,56	3,31

GE 2 días: grupo de ejercicio 2 días/semana; GE 3 días: grupo de ejercicio 3 días/semana;

PC: perímetro de cintura; IMC: índice de masa corporal.

5.3.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención

Una vez presentados y sintetizados los datos iniciales de composición corporal, se valoró la homogeneidad de los resultados intra-grupos e inter-grupos mediante la técnica Análisis de la varianza (ANOVA: analysis of variance). Esta técnica sirvió para determinar si las diferencias que existían entre las medias de los tres grupos eran estadísticamente significativas.

La prueba Anova de un factor para calcular las diferencias pre-test en las variables paramétricas, no encontró diferencias intra-grupos en ninguna de las variables de composición corporal. En cuanto a las diferencias inter-grupos, ocurrió lo mismo, no se encontraron diferencias significativas.

5.3.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención

El siguiente análisis fue realizar el mismo protocolo 12 semanas después, es decir, el pos-test para “comparar los efectos de la intervención” entre los diferentes grupos. De este modo, se volvió a valorar de nuevo la homogeneidad de los resultados, intra-grupos e inter-grupos mediante la técnica Análisis de la varianza (ANOVA: analysis of variance), pero en este caso comparando con los resultados obtenidos en el pre-test. Las gráficas XVI y XVII reflejan los cambios sufridos en los grupos de investigación.

5.3.4.1 Diferencias intra-grupos

La técnica utilizada para este análisis estadístico fue la Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor, la cual reflejó diferencias significativas intra-grupos en el post-test. La prueba realizada señaló que las variables PT, PM, %G, PC e IMC, alcanzaron una mejora altamente significativa ($p=0,000$) tanto en el GE 2 días como en el GE 3 días. Sin embargo, el tamaño del efecto varió.

En este caso, respecto al tamaño del efecto, la variable PT, tanto el GE 2 días como el GE 3 días obtuvo un tamaño del efecto bajo ($ES=0,14$; $ES=0,20$), mientras que la variable PM indicó para ambos grupos, GE 2 días y GE 3 días, un tamaño del efecto medio ($ES=0,58$; $ES=0,73$). Por otra parte, la variable %G adquirió un tamaño del efecto bajo para el GE 2 días ($ES=0,30$), pero grande para el GE 3 días ($ES=0,82$). Finalmente, la variable IMC mostró un tamaño del efecto grande para el GE 2 días ($ES=1,05$) y un tamaño del efecto bajo para el GE 3 días ($ES=0,24$).

En cuanto a los cambios en el “perímetro de cintura”, la prueba Anova señaló una mejora altamente significativa con un tamaño del efecto bajo en el GE 2 días ($p=0,000$; $ES=0,35$) y una mejora significativa con un tamaño del efecto bajo en el GE 3 días ($p=0,003$; $ES=0,27$).

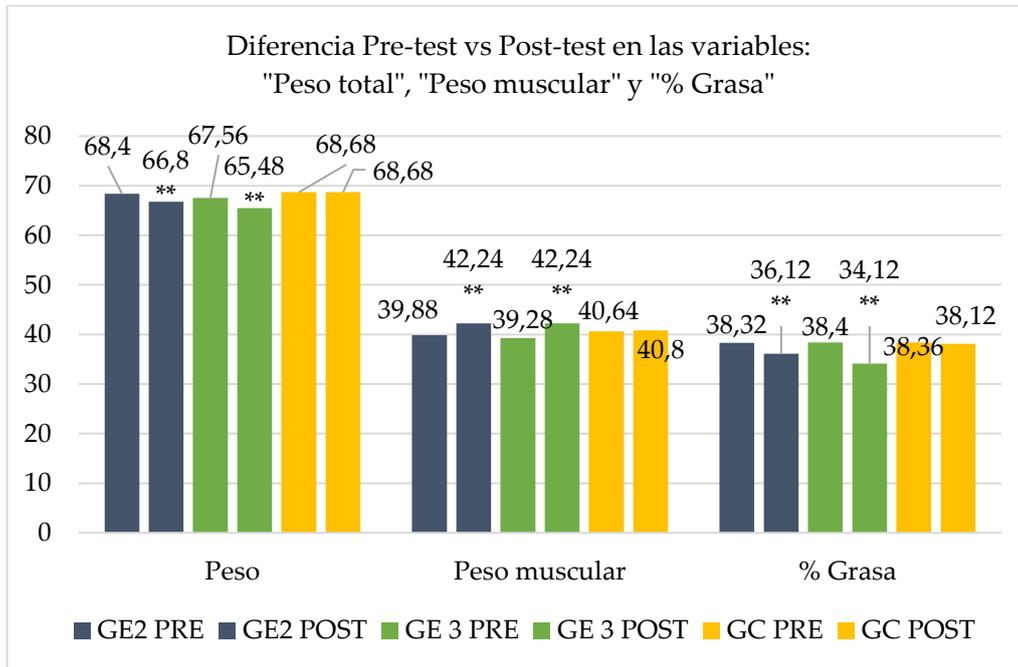


Gráfico XVI. Diferencias pre-post test en peso total, peso muscular y % de grasa; *: mejora estadísticamente significativas $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$.

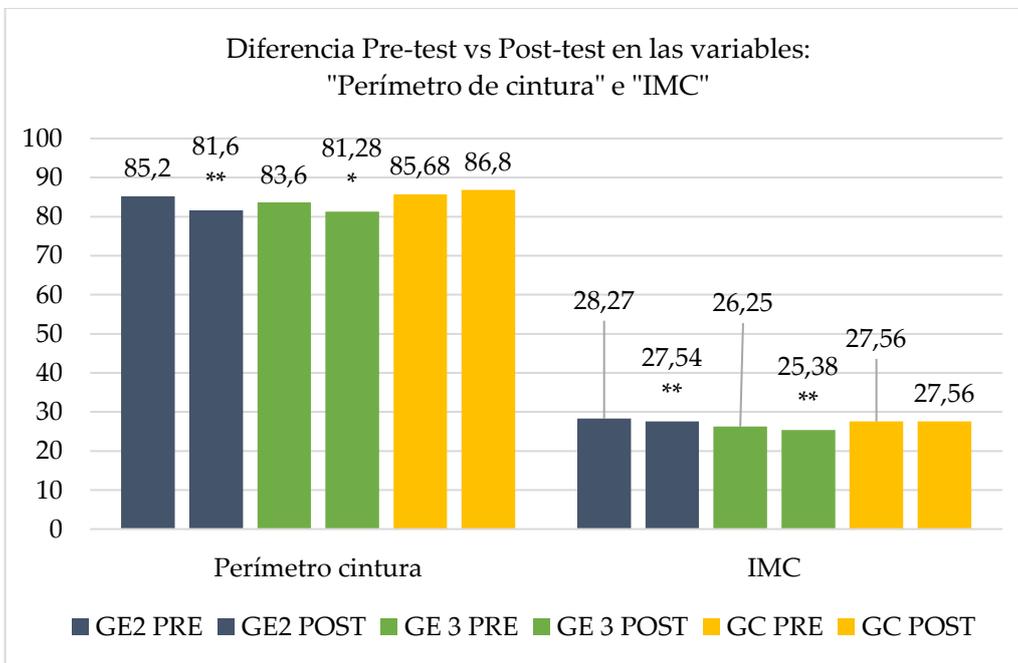


Gráfico XVII. Diferencias pre-post test en variables de perímetro de cintura e IMC. *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativas $p < 0,001$.

5.3.4.2 Diferencias inter-grupos

La Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor indicó que tras 12 semanas no existían diferencias inter-grupos en ninguna de las variables de composición corporal estudiadas.

5.3.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test

Finalmente, para terminar con el estudio estadístico de las variables de composición corporal, se efectuó un análisis para valorar las diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test. Este dato sirvió para saber “cuánto” diferente fue el cambio tras el programa de intervención, y las diferencias significativas entre distintos grupos.

En esta línea, la prueba Anova de un factor mostró diferencias inter-grupos en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables PT, PM, %G, PC e IMC (tabla XXI), todas ellas con un tamaño del efecto bajo ($ES < 0,30$). Las diferencias fueron altamente significativas ($p < 0,001$) en las variables PM, %G y significativas en la variable PT ($p = 0,002$) e IMC ($p = 0,001$).

Tabla XXI. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de composición corporal.

		Diferencia Post-Pre		F	p-valor	ES
		Media	Desviación típica			
Peso (kg)	GE 2 días	-1,60	2,55	6,634	,002	,156
	GE 3 días	-2,08	1,80			
	GC	,00	1,91			
Peso muscular (kg)	GE 2 días	2,36	1,58	17,152	,000	,323
	GE 3 días	2,96	2,09			
	GC	,16	1,62			
Porcentaje grasa (kg)	GE 2 días	-2,20	3,06	11,415	,000	,241
	GE 3 días	-4,28	3,30			
	GC	-,24	2,57			
Cintura (cm)	GE 2 días	-3,60	4,53	10,253	,000	,222
	GE 3 días	-2,32	4,09			
	GC	1,12	2,52			
IMC (Kg/m ²)	GE 2 días	-,73	1,05	7,427	,001	,171
	GE 3 días	-,87	,70			
	GC	-,01	,75			

GE: grupo de ejercicio; IMC: índice de masa corporal.

Una vez conocidas las diferencias en el cambio, se quiso conocer entre qué grupos existían diferencias significativas en los cambios, en este caso se tuvo que requerir a un análisis de contraste múltiple pos-hoc, seleccionando Bonferroni. El gráfico XVIII se diseñó para mostrar las diferencias detectadas entre los distintos grupos de investigación.

De este modo, la variable PT indicó una diferencia significativa entre el GE 3 días y el GC con un tamaño del efecto grande ($p=0,003$; $ES=1,12$). Por otro lado, la variable PM mostró una diferencia altamente significativa ($p=0,000$) entre GE 2 días y el GC, y entre el GE 3 días y el GC, con un tamaño del efecto grande en ambos casos ($ES=1,37$; $ES=1,50$). En cuanto %G, se hallaron diferencias altamente significativas entre el GE 3 días y el GC ($p=0,000$; $ES=1,37$).

Igualmente, Bonferroni indicó para la variable IMC obtuvo diferencias significativas entre GE 2 días y el GC, y entre el GE 3 días y el GC, con un tamaño del efecto grande en ambos casos ($ES=0,79$; $ES=1,19$). También, la variable PC indicó diferencias altamente significativas ($p=0,000$) entre GE 2 días y GC ($ES=1,29$), y entre el GE 3 días y el GC ($ES=1,01$).

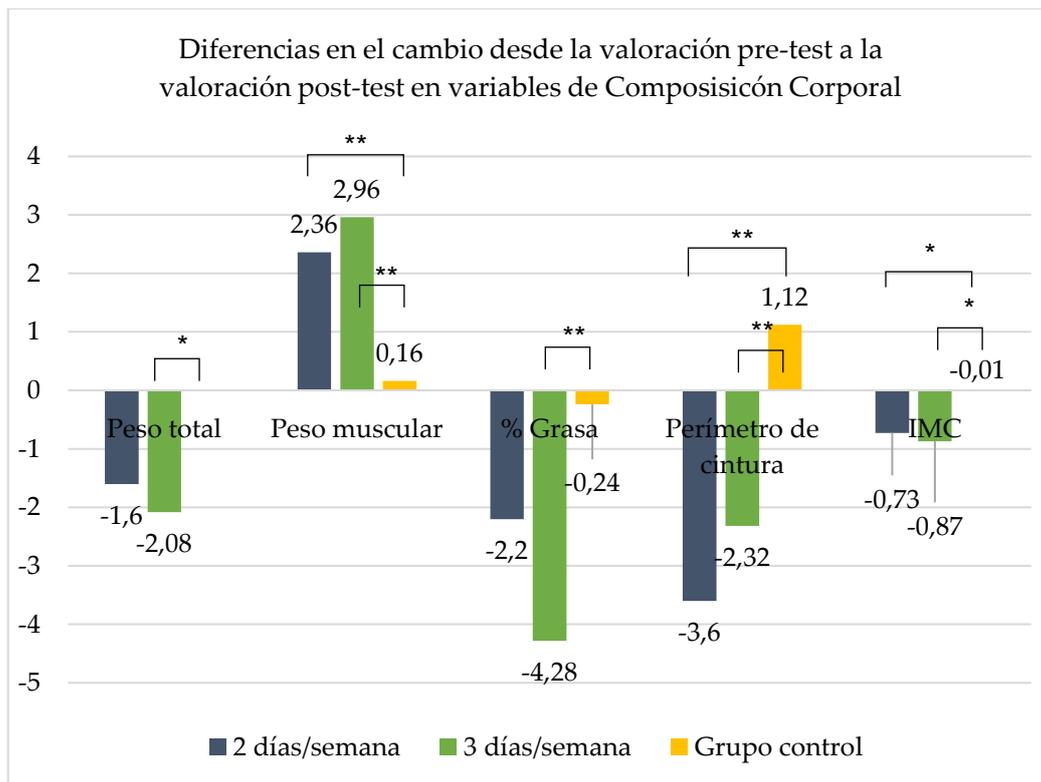


Gráfico XVIII. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de composición corporal analizadas. *: diferencia estadísticamente significativas $p<0,05$; **: diferencia altamente significativas $p<0,001$.

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN VARIABLES DE APTITUD FÍSICA: FLEXIBILIDAD, FUERZA Y EQUILIBRIO

En este apartado se analizaron variables de flexibilidad (“Sit and Reach” y “Back Scratch”), fuerza (presión manual izquierda, presión manual derecha, flexión bilateral de codo y extensión de rodilla con pierna dominante) y equilibrio (bipedestación y tándem).

Inicialmente, una vez realizados los test de las variables de aptitud física, se realizó un análisis de la normalidad en la distribución de las variables por medio de la prueba Kolmogórov-Smirnov. En este caso, se utilizaron estadísticos paramétricos para las variables “Sit and Reach” (S&R), presión manual con mano izquierda (PMI), presión manual con mano derecha (PMD), fuerza en extensión rodilla (FER) y fuerza en la flexión de codos (FFC), y estadísticos no paramétricos para las variables “Back Scratch” (BS), equilibrio bipedestación (EqB) y equilibrio tándem (EqT). En este último caso, se tuvo que utilizar una alternativa a las pruebas paramétricas la cual fue la conversión de las variables en su logaritmo neperiano, dando lugar a un nuevo análisis de la normalidad para una distribución normal.

Seguidamente, se realizó un análisis descriptivo de las variables, indicando para las variables cuantitativas (continuas) la media y la desviación estándar. Los datos fueron sistematizados, organizados y presentados de forma conjunta (N=75) y categorizada, según el grupo de investigación (GE 2 días, GE 3 días y GC). Este análisis sirvió de partida para el posterior estudio de homogeneidad de los diferentes grupos de investigación.

Más tarde, se analizó si existían diferencias intra-grupos e inter-grupos antes de comenzar el programa (pre-test). El análisis estadístico de las variables paramétricas (S&R, PMI, PMD, FER y FFC) se realizó mediante la prueba Anova de un factor (al ser tres grupos), mientras que el análisis de las variables no paramétrica (BS, EqB y EqB) se efectuó mediante el H de Kruskal-Wallis. Los estudios señalaron diferencias significativas inter-grupos en variables paramétricas, por lo que se tuvo que solicitar una prueba de comparaciones múltiples, seleccionando Bonferroni para averiguar entre qué grupos existían dichas diferencias.

En cuanto al post-test, 12 semana después se realizó un nuevo estudio de homogeneidad de los resultados para valorar las adaptaciones alcanzadas en los distintos grupos de investigación. Este estudio se efectuó mediante la prueba

Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor, para las variables paramétricas. Las variables no paramétricas fueron analizadas mediante el estadístico de rangos con signo de Wilcoxon para comprobar los cambios intra-grupos, y la prueba H de Kruskal-Wallis para comprobar las diferencias inter-grupos. En el último caso, cuando el análisis señaló diferencias inter-grupos se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney para analizar entre que grupos existían diferencias.

Finalmente, se evaluaron las diferencias inter-grupos en el cambio desde la valoración pre a la valoración post-test, mediante la prueba Anova de un factor para las variables paramétricas y a través del análisis H de Kruskal Willis para las no paramétricas. Seguidamente, conocidas las diferencias significativas inter-grupos se realizaron dos test más: el estadístico post-hoc de Bonferroni y la prueba de U de Mann-Whitney; ambos para analizar entre qué grupos existían diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test.

Respecto a la interpretación de la magnitud del efecto se siguieron las puntuaciones descritas por Cohen (202), considerándose un tamaño del efecto “bajo” de 0,2 a 0,3, “medio” alrededor de 0,5 y “grande” a partir de 0,8.

5.4.1 Análisis de la normalidad

Primeramente, se realizó un análisis de la normalidad de los datos registrados para las variables de aptitud física. Este análisis mostró una distribución normal (tabla XXII), por lo que se utilizaron estadísticos paramétricos en las variables S&R PMI, PMD, FER y FFC. Sin embargo, las variables BS, EqB y EqT no presentaron una distribución normal por lo que se utilizaron estadísticos no paramétricos. En este caso, se tuvo que utilizar una alternativa a las pruebas paramétricas la cual fue la conversión de las variables en su logaritmo neperiano, dando lugar a un nuevo análisis de la normalidad el cual indicó una distribución normal.

Tabla XXII. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para la normalidad de muestra en la distribución de las variables S&R, PMI, PMD, FER y FFC.

		S&R	PMI	PMD	FER	FFC
Parámetros normales ^{a,b}	Media	-4,38	25,28	26,07	263,83	167,66
	SD	7,68	6,515	5,577	104,62	58,758
Diferencias más extremas	Absoluta	,058	,085	,096	,060	,083
	Positiva	,058	,085	,096	,046	,083
	Negativa	-,052	-,057	-,051	-,060	-,064
Z de Kolmogórov-Smirnov		,499	,733	,833	,518	,722
Sig. asintót. (bilateral)		,965	,655	,491	,951	,674

SD: desviación típica; S&R: Sit-and-Reach test; PMI: presión manual en mano izquierda; PMD: presión manual en mano derecha; FER: fuerza en la extensión de rodilla; FFC: fuerza en flexión de codos; EqB: equilibrio en bipedestación.

5.4.2 Análisis descriptivo

Una vez fueron recogidos los valores que representaban las variables de flexibilidad, fuerza y equilibrio y conocida la distribución de las mismas, se procedió al análisis descriptivo. Este análisis permitió organizar, sintetizar y presentar la información de forma grupal (tabla XIII) y categorizada (tabla XXIV).

Tabla XXIII. Valores descriptivos iniciales de flexibilidad, fuerza y equilibrio de la muestra en su conjunto (N=75).

Variable analizada	Media	Desviación típica
Sit and Reach	-4,38	7,68
Back Scratch	-3,59	7,83
Fuerza en mano izquierda	25,28	6,52
Fuerza en mano derecha	26,01	5,58
Fuerza en extensión de rodilla	263,83	104,62
Fuerza flexión codo	167,66	58,76
Equilibrio en bipedestación	4,73	2,24
Equilibrio en tándem	8,65	3,31

Tabla XXIV. Valores descriptivos iniciales de flexibilidad, fuerza y equilibrio de forma categorizada (GE2 días, GE 3 días y GC).

Variable analizada	Grupo 2 días/sem (n=25)		Grupo 3 días/sem (n=25)		Grupo control (n=25)	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Sit and Reach	-6,11	6,90	-1,44	8,06	-5,58	7,44
Back Scratch	-5,52	9,18	-2,10	7,99	-3,16	5,86
PMI	22,24	5,23	26,73	6,12	26,88	7,18
PMD	22,90	4,75	28,02	6,33	27,10	4,21
FER	230,15	93,51	279,99	115,69	281,35	99,24
Fuerza en flexión codo	142,98	56,95	180,00	33,86	179,99	72,83
Equilibrio en bipedestación	4,35	1,47	4,51	1,63	5,34	3,17
Equilibrio en tándem	8,07	2,86	9,48	3,88	8,39	3,08

SD: desviación típica; PMI: presión manual en mano izquierda; PMD: presión manual en mano derecha; FER: fuerza en la extensión de rodilla

5.4.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención

Más tarde, se valoró la homogeneidad de los resultados intra-grupos mediante la prueba Anova de un factor para las variables paramétricas y la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para las variables no paramétricas. Ninguna de las pruebas realizadas mostró diferencias significativas.

En cuanto al análisis de la homogeneidad inter-grupos, se utilizó la prueba Anova de un factor para las variables paramétricas y la prueba H de Kruskal-Wallis para las variables no paramétricas. En este caso, la prueba Anova mostró diferencias inter-grupos en la variable PMI y PMD (tabla XXV).

Tabla XXV. Análisis de las diferencias pre-test mediante la prueba Anova de un factor.
Variables de aptitud física que indicaron diferencias significativas intra-grupos.

Prueba ANOVA de un factor para las variables paramétricas						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Presión	Inter-grupos	347,587	2	173,793	4,479	,015
manual mano	Intra-grupos	2793,952	72	38,805		
izquierda	Total	3141,539	74			
Presión	Inter-grupos	371,995	2	185,997	6,940	,002
manual mano	Intra-grupos	1929,727	72	26,802		
derecha	Total	2301,722	74			

Sig.: significancia estadística.

Una vez conocidas las diferencias significativas inter-grupos, se tuvo que realizar un análisis de contrastes denominados comparaciones múltiples post-hoc para saber qué media difería de qué otra, se seleccionó Bonferroni. La prueba señaló diferencias significativas en PMI, entre el GE 3 días y el GE 2 días ($p=0,04$), y entre el GE 2 días y el GC ($p=0,031$). También diferencias significativas en PMD entre el GE 3 días y el GE 2 días ($p=0,002$), y entre GE 2 días y el GC ($p=0,016$).

5.4.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención

Una vez conocidos los datos previos a la intervención, el mismo análisis tuvo que ser realizado 12 semanas después, siguiendo el objetivo principal de la investigación de “comparar los efectos del programa”. De este modo, se valoraron los nuevos datos intra-grupos e inter-grupos mediante diferentes pruebas estadísticas, en función de si las variables eran paramétricas o no.

5.4.4.1 Diferencias intra-grupos

En el análisis de las diferencias intra-grupos para las variables paramétricas se utilizó la prueba Anova de dos factores con medidas repetidas en un factor. Sin embargo, para las variables no paramétricas (BS, EqB y EqT) se empleó el test de los rangos de signos de Wilcoxon para una muestra. Los resultados de las distintas pruebas mostraron diferencias significativas en las siguientes variables:

S&R: mejora altamente significativa con un tamaño del efecto grande para GE 2 días ($p=0,000$; $ES=1,03$) y una mejora significativa con un tamaño del efecto medio para GE 3 días ($p=0,011$; $ES=0,43$).

BS: mejora altamente significativa con un tamaño del efecto medio tanto para el GE 2 días como para el GE 3 días ($p=0,000$; $ES=0,52$; $p=0,000$; $ES=0,58$).

PMI: mejora altamente significativa con un tamaño del efecto grande para el GE 2 días ($p=0,001$; $ES=0,79$).

PMD: mejora significativa con un tamaño del efecto grande para el GE 2 días ($p=0,012$; $ES=1,04$).

FER: mejora altamente significativa con un tamaño del efecto medio tanto para el GE 2 días como para GE 3 días ($p=0,000$; $ES=0,70$; $p=0,000$; $ES=0,54$).

FFC: mejora altamente significativa con un tamaño del efecto grande tanto para el GE 2 días como para GE 3 días ($p=0,000$; $ES=1,03$; $p=0,000$; $ES=0,97$).

EqB: mejora significativa con un tamaño del efecto medio para el GE 2 días ($p=0,014$; $ES=0,50$).

EqT: mejora significativa para el GE 2 días ($p=0,005$) y mejora altamente significativa para el GE 3 días ($p=0,001$), ambos con un tamaño del efecto medio ($ES=0,42$; $ES=0,61$).

Los cambios experimentados en los distintos grupos se expresan visualmente en los gráficos XIX – XXII.

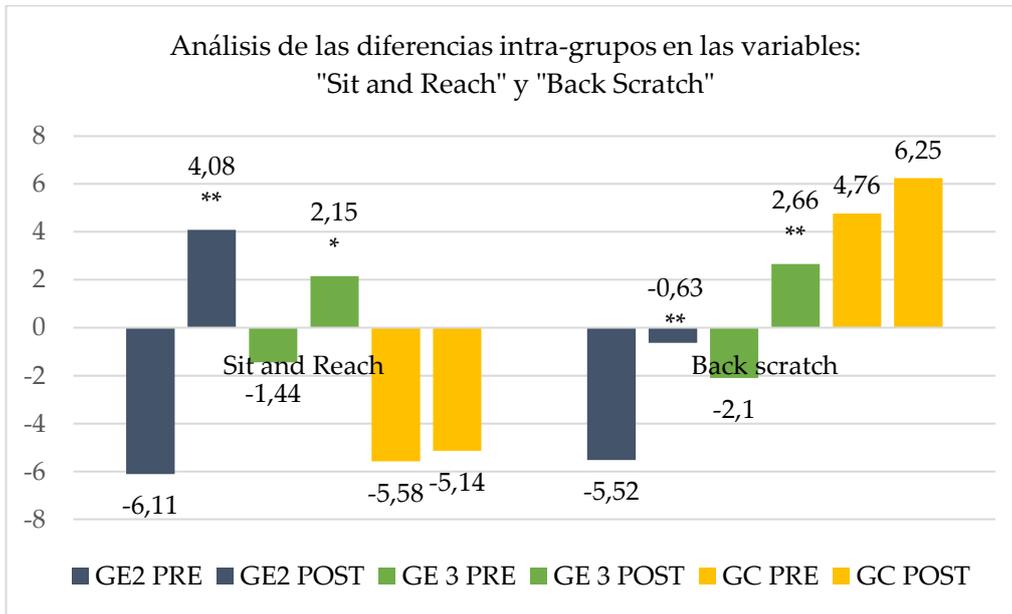


Gráfico XIX. Análisis pos-test de las diferencias intra-grupos en las variables "Sit and Reach" y "Back Scratch". *: diferencias significativas $p < 0,05$; **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$.

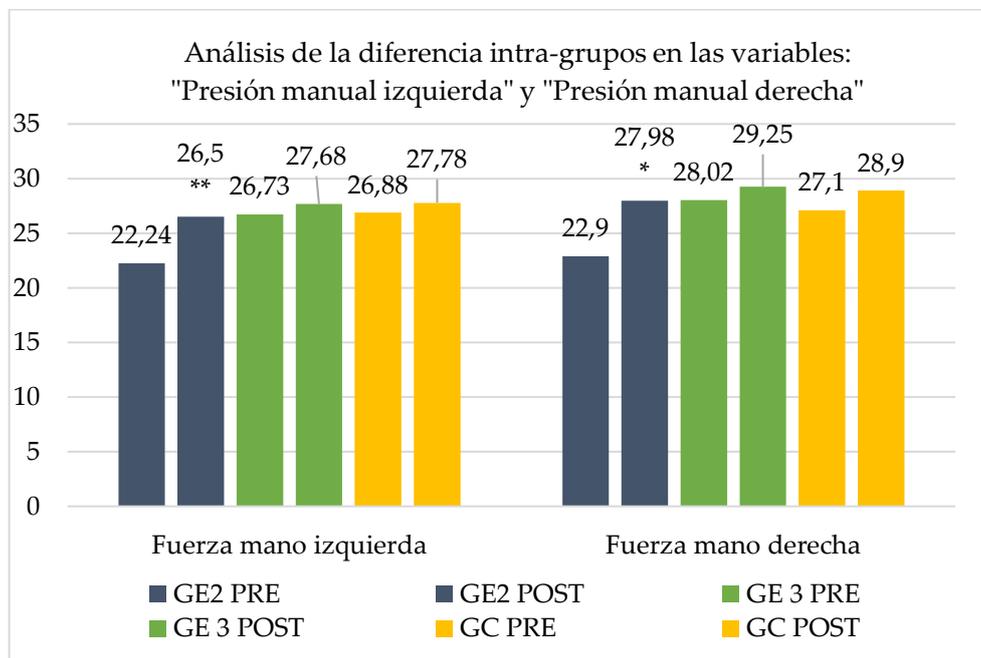


Gráfico XX. Análisis post-test de las diferencias intra-grupos en las variables "Presión manual mano izquierda" y "Presión manual mano derecha". *: diferencias significativas $p < 0,05$; **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$.

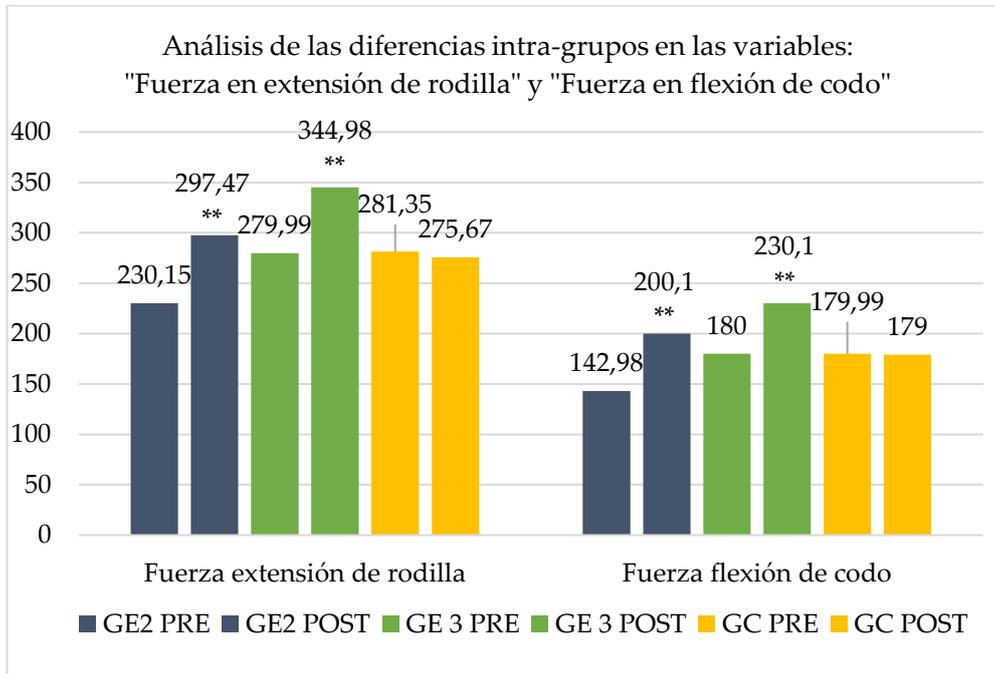


Gráfico XXI. Análisis post-test de las diferencias intra-grupos en las variables de presión manual. *: diferencias significativas $p < 0,05$ **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$.

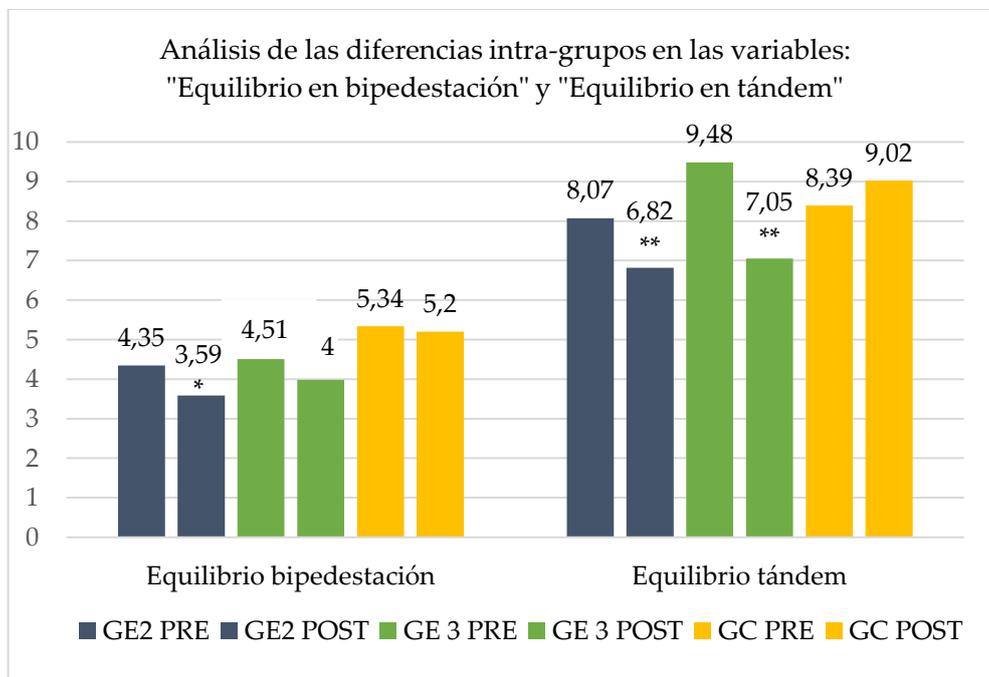


Gráfico XXII. Análisis post-test de las diferencias intra-grupos en variables de equilibrio. *: diferencias significativas $p < 0,05$ **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$.

5.4.4.2 Diferencias inter-grupos

A continuación, se realizó el estudio para las diferencias inter-grupos. En esta ocasión para las variables paramétricas se volvió a utilizar la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor, y el estadístico de H de Kruskal Willis para las variables no paramétricas. Los resultados señalaron diferencias inter-grupos en las variables de flexibilidad (gráfico XXIII), fuerza (gráfico XXIV) y equilibrio (gráfico XXV).

Una vez sabidas las diferencias significativas, se tuvo que realizar un análisis de contraste múltiple pos-hoc, seleccionando Bonferroni para las variables paramétricas (S&R, FER, FEC) y la prueba de U de Mann-Whitney para las variables no paramétricas (BS, EqT y EqB).

De esta forma, respecto a las variables de flexibilidad, aparecieron diferencias significativas en el S&R entre el GE 2 días y el GC ($p=0,03$), y entre el GE 3 días y el GC ($p=0,026$); y altamente significativas ($p=0,001$) en el BS entre el GE 3 días y el GC.

En cuanto a las variables de fuerza, la “extensión de rodilla” con pierna dominante mostró diferencias significativas entre el GE 3 días y el GC ($p=0,037$) al igual que ocurrió con la “flexión de codo”, mostrando diferencias significativas entre el GE 3 días y el GC ($p=0,008$).

Finalmente, la variable “equilibrio bipedestación” indicó mejoras significativas entre el GE 2 días y el GC ($p=0,051$), mientras que la variable “equilibrio tándem” indicó mejoras significativas entre el GE 2 días y el GC ($p=0,001$) y entre el GE 3 días y el GC ($p=0,002$).

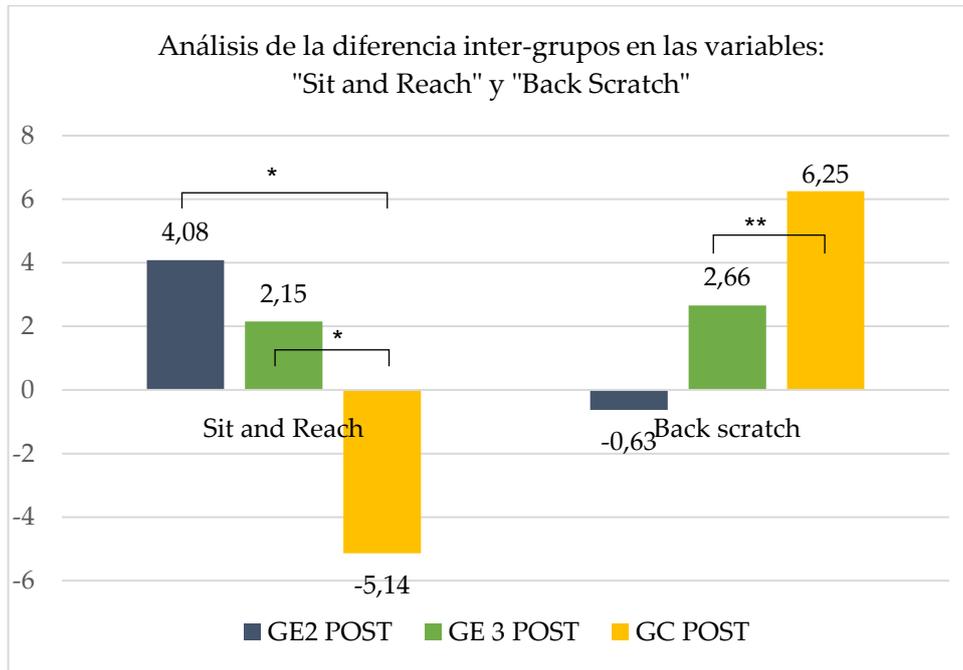


Gráfico XXIII. Análisis de las diferencias inter-grupos en las variables de flexibilidad; *: diferencias significativas $p < 0,05$. **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$.

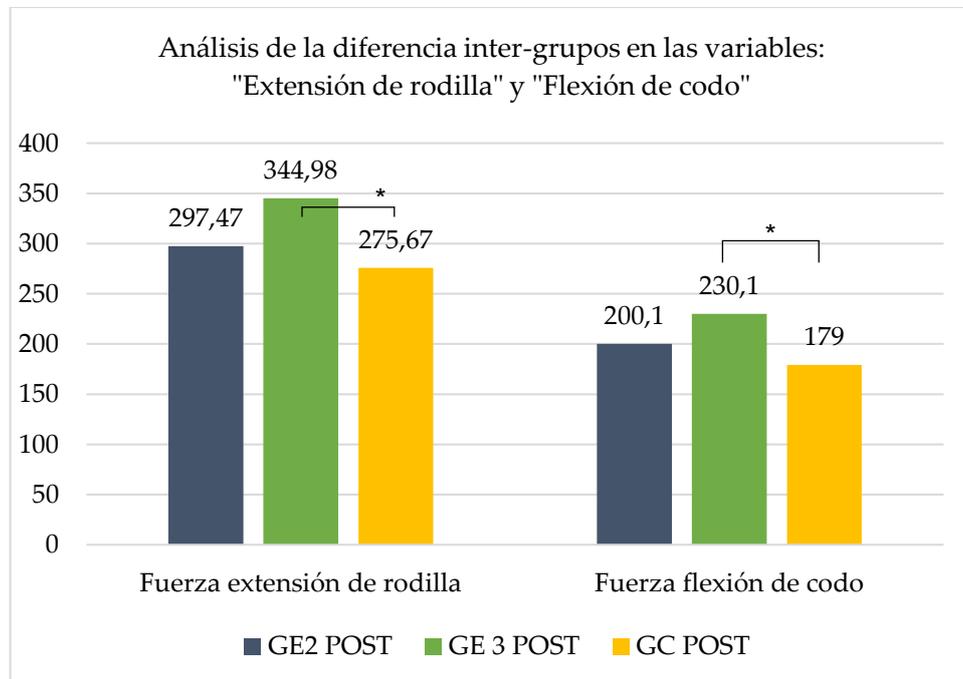


Gráfico XXIV. Análisis de las diferencias inter-grupos en las variables de "Extensión de rodilla" y "Flexión de codo". *: diferencias significativas $p < 0,05$.

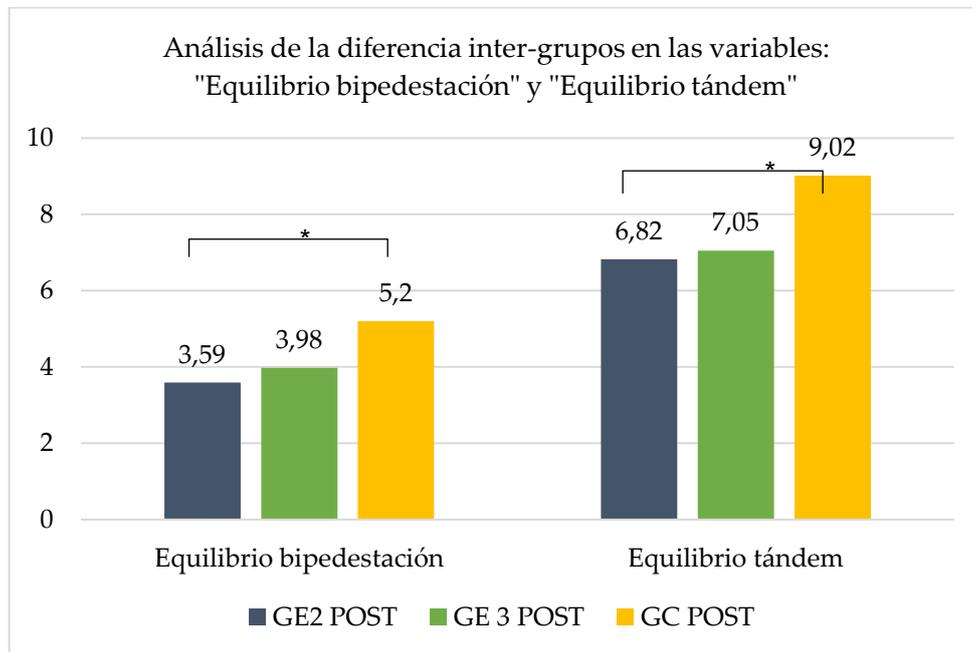


Gráfico XXV. Análisis de las diferencias inter-grupos en las variables de "Equilibrio en posición de bipedestación" y "Equilibrio en posición de tándem"; *: diferencias significativas $p < 0,05$; **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$.

5.4.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test

El estudio de las diferencias en el cambio (tabla XXVI) utilizó distintas pruebas dependiendo de las variables analizadas. En este sentido, para las variables paramétricas se efectuó la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor para comprobar las diferencias inter-grupos. Además, se seleccionó el estadístico post-hoc de Bonferroni para comprobar entre qué grupos existían diferencias.

En cuando a las variables no paramétricas, se utilizó el estadístico H de Kruskal Wallis para comprobar las diferencias inter-grupos. Puesto que el análisis señaló diferencias inter-grupos, para analizar entre qué grupos existían diferencias se utilizó la prueba de la U de Mann-Whitney aplicando la corrección de Bonferroni $p \leq 0,05/3 = 0,017$ para evitar el error tipo I para múltiples comparaciones entre tres grupos. Mediante la Anova y el estadístico H de Kruskal Wallis, aparecieron diferencias altamente significativas entre grupos en las variables S&R ($p = 0,000$), BS ($p = 0,000$), FER ($p = 0,001$), FFC ($p = 0,001$) y EqT ($p = 0,000$).

Tabla XXVI. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test.

Variables de fuerza, flexibilidad y equilibrio.

		Dif. Post-Pre		F / Chi-cuadrado	p-valor	ES
		Media	SD			
Sit & Reach	GE 2	10,19	8,87	13,084	,000	,267
	GE 3	3,59	5,16			
	GC	0,43	6,06			
Back Scratch	GE 2	4,89	6,82	19,102	0,000	No lo aporta el análisis HKW
	GE 3	4,76	6,25			
	GC	-,38	3,88			
Fuerza en extensión rodilla	GE 2	67,32	88,84	7,217	,001	,167
	GE 3	64,99	80,21			
	GC	-5,68	59,67			
Fuerza en flexión codo	GE 2	57,20	72,66	8,443	,001	,190
	GE 3	50,16	30,43			
	GC	-,96	52,40			
Equilibrio en tándem	GE 2	-1,25	2,21	15,442	0,000	No lo aporta el análisis de HKW
	GE 3	-2,43	3,65			
	GC	,63	3,67			

SD: desviación típica; ES: tamaño del efecto; HKW: H de Kruskal Wallis

El estadístico post-hoc de Bonferroni y la U de Mann-Whitney, indicaron diferencias significativas en el cambio, entre los siguientes grupos y variables:

S&R: diferencia significativa con un tamaño del efecto grande entre GE 2 días y el GE 3 días ($p=0,003$; $ES=0,91$) y diferencia altamente significativa entre el GE 2 días y el GC con un tamaño del efecto grande ($p=0,000$; $ES=1,28$).

BS: diferencia significativa entre el GE 2 y el GC ($p=0,002$) y, una diferencia altamente significativa entre el GE 3 días y el GC ($p=0,000$) con un tamaño del efecto medio en ambas diferencias ($ES=0,53$; $ES=0,50$).

FER: diferencia significativa con un tamaño del efecto grande tanto entre GE 2 días y el GC ($p=0,004$; $ES=0,96$) como entre el GE 3 días y el GC ($p=0,006$; $ES=1$).

FFC: diferencia altamente significativa con un tamaño del efecto grande entre GE 2 días y el GC ($p=0,001$; $ES=0,92$) y entre el GE 3 días y el GC ($p=0,004$; $ES=1,19$).

Equilibrio tándem: diferencia altamente significativa entre el GE 2 días y el GC ($p=0,000$) y diferencia significativa entre el GE 3 días y el GC ($p=0,002$), ambos con un tamaño del efecto medio ($ES=0,42$; $ES=0,43$).

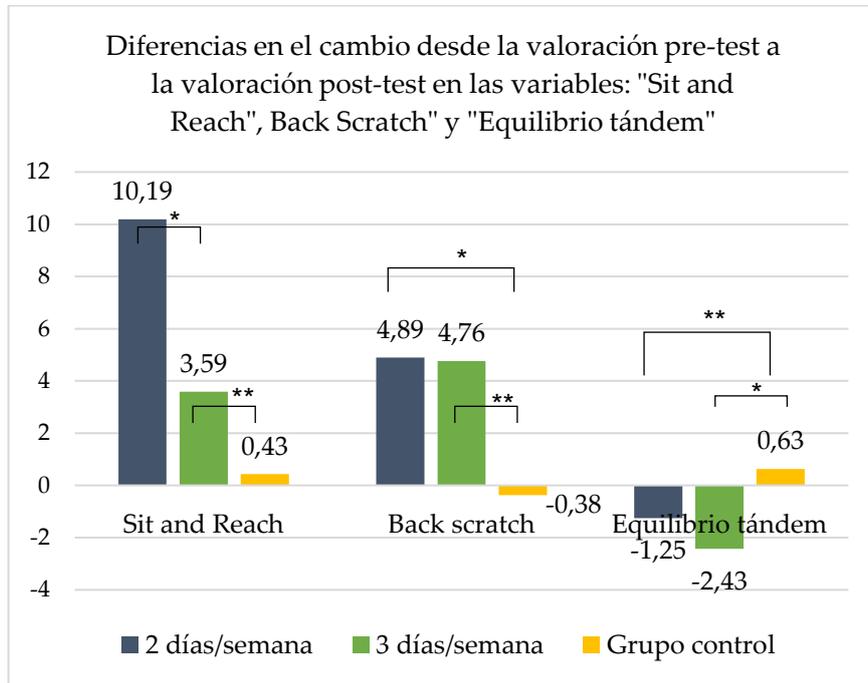


Gráfico XXVI. Diferencias en el cambio pre-test vs post-test en flexibilidad y equilibrio. *: mejora significativa $p < 0,05$; **: mejora altamente significativa $p < 0,001$.

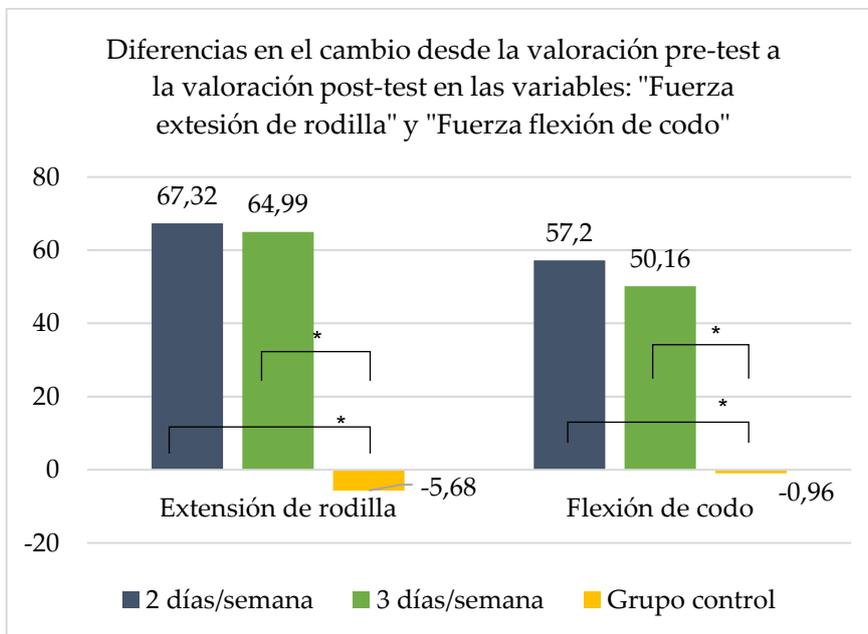


Gráfico XXVII. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en las variables de fuerza de piernas y brazos. *: mejora significativa $p < 0,05$.

5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK

En este apartado se analizan como variables continuas las puntuaciones obtenidas a través del *"Inventario de Depresión de Beck"*, un cuestionario formado con 21 preguntas de respuesta múltiple. En primer lugar, se realizó un análisis de la normalidad en la distribución de las variables por medio de la prueba Kolmogórov-Smirnov.

Seguidamente, antes de analizar los datos del pre-test, se realizó un análisis descriptivo de las variables, indicando para las variables cuantitativas (continuas) la media y la desviación estándar. El análisis fue organizado de forma conjunta para el total de la muestra y de forma categorizada según el grupo de investigación (GE 2 días, GE 3 días y GC).

Una vez obtenidos los datos descriptivos, se analizó si existían diferencias significativas entre los grupos antes de comenzar la intervención (pre-test). Este análisis se realizó mediante la prueba Anova de un factor. Además, puesto que existieron diferencias significativas inter-grupos, se utilizó el estadístico Post-hoc de Bonferroni para conocer entre qué grupos se daban tales diferencias.

Más tarde, pasadas las 12 semanas de intervención, se realizó el estudio estadístico para la comparación de las diferencias e intra-grupos e inter-grupos en el pos-test. La técnica seleccionada para ambos casos fue la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor. Al encontrar diferencias inter-grupos, se volvió a utilizar el estadístico Post-hoc de Bonferroni para conocer entre qué grupos se daban las diferencias indicadas.

Finalmente, se realizó un estudio para valorar las diferencias en el cambio desde la valoración pre a la valoración post-test, sirviendo este resultado para saber "cuánto" diferente fue el cambio inter-grupos, y entre qué grupos se cometieron diferencias significativas.

Respecto a la interpretación de la magnitud del efecto, se siguieron las puntuaciones descritas por Cohen (202), considerando un tamaño del efecto "bajo" de 0,2 a 0,3, "medio" alrededor de 0,5 y "grande" a partir de 0,8.

5.5.1 Análisis de la normalidad

En primer lugar, se realizó un análisis de la normalidad para conocer la distribución de los datos obtenidos en el "Inventario de depresión de Beck". La prueba Kolmogórov-Smirnov mostró una distribución normal.

5.5.2 Análisis descriptivo

El análisis descriptivo permitió organizar, sintetizar y presentar la información procedente del conjunto de datos obtenidos (tabla XXVII), mostrando una media de puntuación 9.81 y una desviación típica de 4.93 puntos. Además, también se realizó el mismo análisis categorizado donde el GE 2 días obtuvo una media de 10,68 puntos (SD=5,81), el GE 3 días 6,68 puntos (SD=4,12) y el GC 12,08 puntos (SD=2.81).

Tabla XXVII. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra. Estudio de la normalidad en el "Inventario de Depresión de Beck".

Suma del Beck Depression Test (N=75)		
Parámetros normales ^{a,b}	Media	9,81
	Desviación típica	4,93
Diferencias más extremas	Absoluta	,088
	Positiva	,081
	Negativa	-,088
Z de Kolmogórov-Smirnov		,766
Sig. asintót. (bilateral)		,601

5.5.3 Comparación intra-grupos e inter-grupos previa a la intervención

Una vez presentados y sintetizados los datos iniciales, se evaluó la homogeneidad de los resultados, intra-grupos e inter-grupos mediante la técnica Análisis de la varianza (ANOVA: analysis of variance) al ser tres grupos. Esta técnica sirvió para determinar si las diferencias entre las medias de los grupos eran significativas.

En cuanto a la comparación intra-grupos, el análisis de las diferencias pre-test mediante la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor no

mostró diferencias significativas ($p > 0,05$).

Sin embargo, aparecieron diferencias altamente significativas ($p = 0,000$) inter-grupos como se puede observar en la tabla XXVIII. En este caso, conocidas estas diferencias, se seleccionó la prueba de comparaciones múltiples de Bonferroni para analizar entre qué grupos existían medias significativamente distintas. El análisis estadístico (tabla XXIX; gráfico XXVIII) señaló, diferencias significativas entre el GE 2 días y el GE 3 días ($p = 0,006$) y entre el GC y el GE 3 días ($p = 0,000$).

Tabla XXVIII. Análisis de las diferencias pre-test mediante la prueba Anova de un factor.
Variables del "Inventario de Depresión de Beck".

ANOVA de un factor – Suma del Inventario de Depresión de Beck					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	392,667	2	196,333	10,035	,000
Intra-grupos	1408,720	72	19,566		
Total	1801,387	74			

Sig.: significancia estadística.

Tabla XXIX. Análisis Post-hoc de Bonferroni para comparaciones múltiples entre grupos en el "Inventario de Depresión de Beck".

Comparaciones múltiples - Post-hoc de Bonferroni.				
Grupo	Grupo	Diferencia de medias	Error típico	Sig.
GE 2 días	GE 3 días	4,00000*	1,25110	,006
	GC	-1,40000	1,25110	,801
GE 3 días	GE 2 días	-4,00000*	1,25110	,006
	GC	-5,40000*	1,25110	,000
GC	GE 2 días	1,40000	1,25110	,801
	GE 3 días	5,40000*	1,25110	,000

Sig.: significancia estadística.

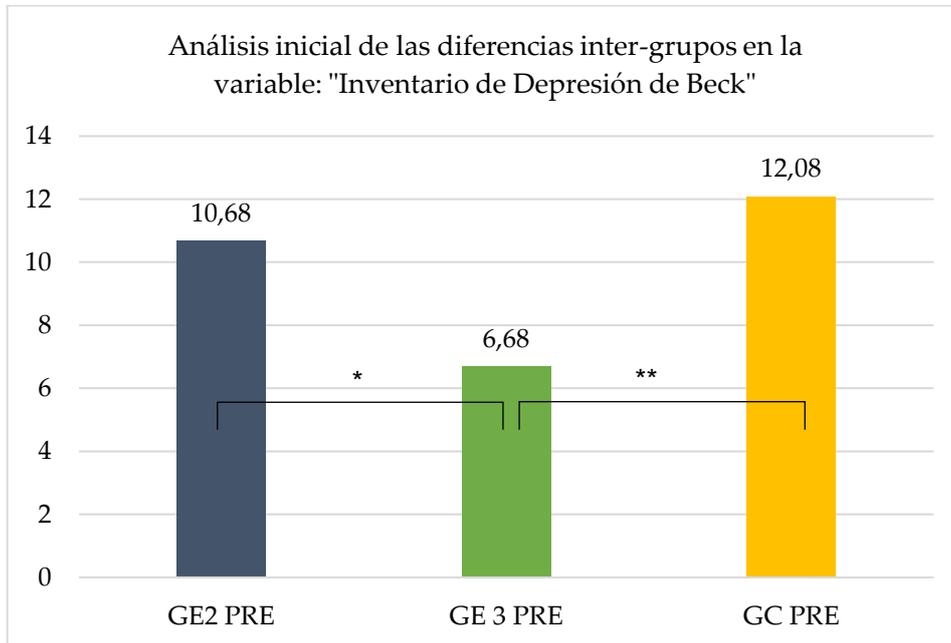


Gráfico XXVIII. Análisis pre-test de las diferencias inter-grupos en la variable "Inventario de Depresión de Beck". *: diferencias significativas $p < 0,05$. **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$.

5.5.4 Comparación intra-grupos e inter-grupos posterior a la intervención

Tras obtener los datos previos a la intervención, y pasado el periodo de 12 semanas, se realizó el mismo análisis para seguir el objetivo principal de la investigación de "comparar los efectos del programa" entre los grupos. De este modo, se valoró la homogeneidad de los resultados, intra-grupos e inter-grupos mediante la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor, comparando con los datos del pre-test.

5.5.4.1 Diferencias intra-grupos

En este caso, la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor (tabla XXX; gráfico XIX) halló mejoras altamente significativas en el GE 2 días ($p=0,000$) con un tamaño del efecto grande ($ES=1,01$), y significativas en el GE 3 días ($p=0,017$) con un tamaño del efecto medio ($ES=0,49$).

Tabla XXX. Diferencias pre-test vs post-test en la puntuación del "Inventario de Depresión de Beck".

Grupo	Suma Beck Depression Pre-test		Suma Beck Depression Post-test		Dif Suma Beck Depression		p-valor	ES
	Media	SD	Media	SD	Media	SD		
	GE 2 días	10,68	5,81	4,64	4,11	-6,04		
GE 3 días	6,68	4,12	4,60	4,01	-2,08	3,11	,017	0,49
GC	12,08	2,81	11,52	3,86	-,56	2,36	,514	0,19

SD: desviación típica

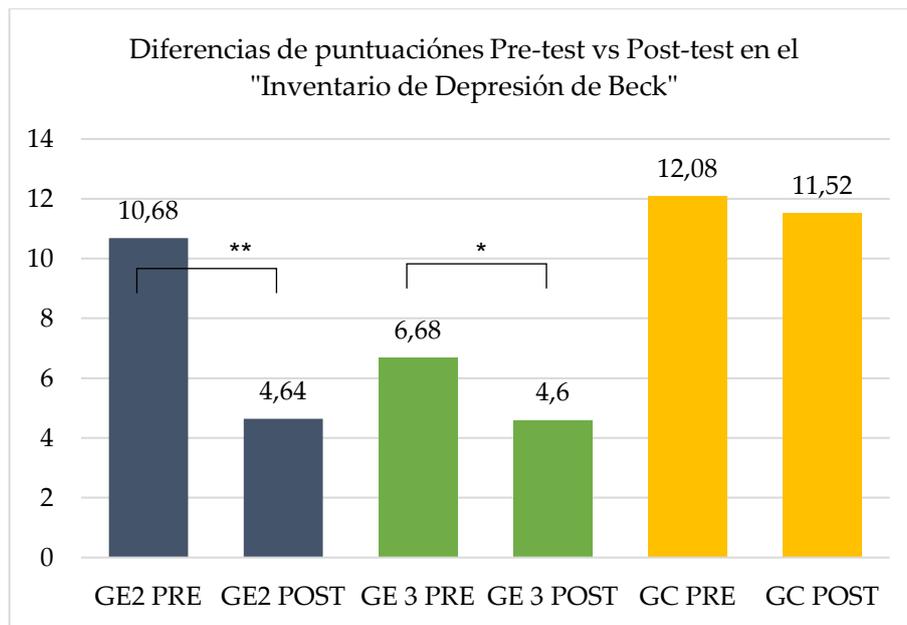


Gráfico XXIX. Diferencia pre-test vs post-test en la puntuación obtenida en el "Inventario de Depresión de Beck". *: diferencias significativas $p < 0,05$ **: diferencias altamente significativas $p < 0,001$.

5.5.4.2 Diferencias inter-grupos

Las diferencias inter-grupos se comprobaron mediante la prueba Anova de 2 factores con medidas repetidas en 1 factor. Los resultados señalaron diferencias significativas. Consecuentemente, se utilizó el estadístico de comparaciones múltiples de Bonferroni (tabla XXXI), apareciendo diferencias altamente significativas ($p=0,000$) entre el GE 2 días y el GC, y entre el GE 3 días y el GC.

Tabla XXXI. Diferencias inter-grupos en el post-test y prueba Post-hoc de Bonferroni para el "Inventario de Depresión de Beck".

Comparaciones múltiples – Post-hoc de Bonferroni					
Valoración	Grupo	Grupo	Diferencia de medias	Error típ.	Sig. ^b
Post	GE 2 días	GE 3 días	,040	1,130	1,000
		GC	-6,880*	1,130	,000
	GE 3 días	GE 2 días	-,040	1,130	1,000
		GC	-6,920*	1,130	,000
	GC	GE 2 días	6,880*	1,130	,000
		GE 3 días	6,920*	1,130	,000

5.5.5 Diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test

Para terminar el análisis estadístico de los datos extraídos del "Inventario de depresión de Beck", se efectuó un estudio para valorar las diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test (tabla XXXII). Este estudio sirvió para saber "cuánto" diferente fue el cambio en los síntomas depresivos tras el programa. El análisis señaló diferencias altamente significativas ($p=0,000$) entre grupos con un tamaño del efecto bajo ($ES=0,23$).

Tabla XXXII. Diferencias en el cambio en el "Inventario de Depresión de Beck" .

Grupo	Diferencia Suma Beck Depression		p-valor	F	ES
	Media	SD			
GE 2 días	-6,04	6,29	,000	10,956	,23
GE 3 días	-2,08	3,11			
Grupo control	-,56	2,36			

Una vez conocidas las diferencias significativas, se tuvo que requerir a un análisis de contraste múltiple pos-hoc, seleccionando Bonferroni. Este análisis de comparaciones múltiples (tabla XXXIII) mostró el cambio sufrido en las valoraciones desde el pre-test al post-test, encontrando diferencias significativas entre el GE 2 días y el GE 3 días ($p=0,005$), y entre el GE 2 días y el GC ($p=0,000$); representadas en el gráfico XXX.

Tabla XXXIII. Análisis Post-hoc (Bonferroni) de las diferencias en el cambio desde el pre-test al post-test para el "Inventario de Depresión de Beck".

Variable dependiente	Comparaciones múltiples de Bonferroni				
	Grupo	Grupo	Diferencia de medias	Error típico	Sig.
Diferencia de suma del Beck	GE 2 días	GE 3 días	,80325*	,24518	,005
		GC	1,11156*	,24518	,000
Depression	GE 3 días	GE 2 días	-,80325*	,24518	,005
		GC	,30832	,24518	,638

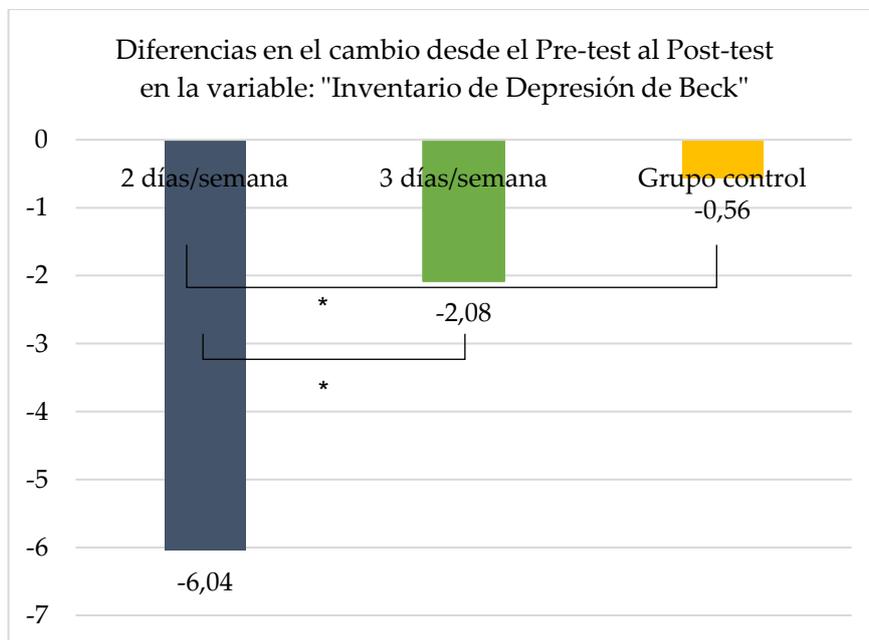


Gráfico XXX. Diferencias en el cambio desde la valoración pre-test a la valoración post-test en la variable "Inventario de Depresión de Beck". *: diferencias significativas $p<0,05$

**.: diferencias altamente significativas $p<0,001$.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

“Para aprender y progresar es requisito indispensable experimentar, vivir otras culturas, abrir horizontes... Y para cualquiera es un honor poder hacerlo con la compañía de un amigo. Jamais je ne t’oublierai”

(Cristóbal M. - Bélgica 2011-2012)

CAPÍTULO VI - DISCUSIÓN

El objetivo de la presente tesis doctoral fue “comparar los efectos de un programa de ejercicio físico multicomponente con distintas frecuencias de entrenamiento (2 días vs 3 días) en parámetros de salud, aptitud física y estado emocional de un grupo de mujeres postmenopáusicas, pertenecientes a la Región de Murcia”.

6.1 ADAPTACIONES SOBRE LA SALUD

6.1.1 Adaptaciones sobre el Perfil Lipídico y la Glucosa

Los resultados obtenidos indicaron que un programa de ejercicio físico multicomponente a una percepción del esfuerzo moderada-alta (6-9 RPE) durante 2 días/semana alcanzan mejoras significativas en variables de perfil lipídico tales como, triglicéridos (9,83%), colesterol total (10,23%) y glucosa (3,23%), pero no ocurre lo mismo en HDL-C y LDL-C. Sin embargo, el grupo de frecuencia 3 días alcanzó mejoras significativas ($p < 0,05$) en las variables triglicéridos (16,08%), colesterol total (10%) y glucosa (7,15%), y mejoras altamente significativas ($p < 0,001$) en las variables LDL-C (14,02%) y HDL-C (15,10%). Estos resultados apoyan la idea de que una frecuencia de 3 días a la semana podría tener efectos más interesantes en el perfil lipídico de la mujere postmenopáusica que 2 días a la semana, coincidiendo con la literatura científica la cual refleja la frecuencia de 3 días/semana como la más utilizada para lograr adaptaciones en perfil lipídico (46, 47, 203).

Neves y colaboradores (47), comparan el perfil lipídico de un grupo control (57,7±4.8 años; n=19) y un grupo de intervención (58,6±3,9 años; n=27) de mujeres postmenopáusicas. Los autores diseñan un protocolo de ejercicio físico de frecuencia 3 días a la semana (lunes, miércoles y viernes) durante 16 semanas, en formato circuito con una recuperación de 30 segundos entre ejercicios. En cuanto al protocolo de entrenamiento, los sujetos realizan ejercicios poliarticulares con bandas elásticas y peso libre para el entrenamiento de la fuerza, y 18-30 minutos de trabajo cardiovascular de caminata antes de finalizar la sesión. En este estudio el control de la intensidad se realiza mediante una escala de esfuerzo percibido,

registrando valores entre 6 (muy suave) y 20 (muy, muy fuerte). El grupo de ejercicio alcanza mejoras significativas ($p=0,003$) en HDL-C (10,06%), pero no ocurre lo mismo en la variable CT (4,38%), LDL-C (3,62%) y glucosa (2,13%), donde las mejoras no llegan a ser significativas. En cuanto al GC, no alcanza mejoras en ninguna de las variables analizadas. Tal vez las diferencias en los resultados entre el estudio de Neves y la presente investigación recaigan en la intensidad del entrenamiento. En la tesis diseñada se programó una intensidad superior (moderada-alta en una escala OMNI-RES con Thera-Band®), respecto a la percibida por la muestra del estudio de Neves. Por tanto, la intensidad puede ser una variable clave a la hora de explicar las diferencias en las adaptaciones en el perfil lipídico de ambos estudios.

En otro estudio, Elliott y colaboradores (203) proponen analizar los efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza de 8 semanas de duración en el perfil lipídico de un grupo de mujeres postmenopáusicas sedentarias (49–62 años). El grupo de mujeres fue dividido en un grupo control ($n=7$) y en un grupo de intervención ($n=8$). El programa de entrenamiento consistió en 3 series de 10 repeticiones con un descanso de 2 minutos entre serie. Los ejercicios implicaban grandes grupos musculares, incluyendo ejercicios como el press de piernas, press de pecho, extensión de rodilla y jalón al pecho. El grupo de entrenamiento asistió 3 días/semana para entrenar al 80% de 10-RM. Tras el programa de entrenamiento, ninguno de los grupos alcanzó mejoras significativas en las variables de perfil lipídico analizadas: CT, HDL-C, LDL-C y triglicéridos. La falta de cambios significativos en el perfil lipídico en esta investigación puede ser debido a la escasa muestra de estudio, así como a un tiempo de intervención bajo (8 semanas) y un volumen de entrenamiento escaso.

En otro caso, otra investigación desarrollada por Libardi y colaboradores (46), los autores analizan los efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza durante 16 semanas en un grupo de hombres de mediana edad ($n=13$; 47 ± 4.45 años) y a un grupo de mujeres postmenopáusicas ($n=12$; 53.65 ± 3.65 años), incluyendo además un GC de mujeres ($n=12$; 51.17 ± 6.44 años) y un GC de hombres ($n=13$; 49.15 ± 5.55 años). El grupo de intervención realizó ejercicios de fuerza en máquinas guiadas 3 días/semana utilizando un modelo de periodización lineal. Los sujetos realizaron seis ejercicios de resistencia muscular de miembros superiores (press de banca, jalón al pecho, elevaciones laterales de hombro, extensión de codo para

tríceps, curl de bíceps y crunch para abdominales) y otros tres de miembros inferiores (press de piernas, extensión y flexión de rodilla para isquiosurales). Los ejercicios se realizaban con un volumen de 8 repeticiones máximas y 90 segundos de descanso. Después de 16 semanas, las mujeres postmenopáusicas del grupo de entrenamiento, alcanzan una mejora altamente significativa en la variable CT (21.08%). Sin embargo, no se hallan diferencias significativas en la variable LDL-C, HDL-C y triglicéridos. En contraste con la presente tesis doctoral, el estudio desarrollado por Libardi presenta un volumen de trabajo menor, es decir, 8 repeticiones máximas contra las 15-30 que el programa multicomponente propone. Esta diferencia de volumen y orientación de la carga podría justificar las diferencias entre estudios, como ocurría también en la investigación de Elliott y colaboradores (203) quienes proponían 10 repeticiones al 80% de 1-RM con descansos de 2 minutos entre series.

En cuanto al entrenamiento cardiovascular, un estudio realizado por Blumenthal y colaboradores (204), analizaron los efectos de un programa de ejercicio físico en los niveles de lípidos de 50 mujeres (45-55 años) premenopáusicas (n=25) y postmenopáusicas (n=25). Las mujeres fueron distribuidas aleatoriamente en 12 semanas de entrenamiento aeróbico o de fuerza durante 3 días/semana. El entrenamiento aeróbico consistía en 15 minutos de activación seguidos de 35 minutos de caminata o trote en pista al 70% de la FC Res. El entrenamiento de la fuerza incluía 15 minutos de flexibilidad y estiramientos, seguido de 35 minutos de 7 ejercicios musculares en circuito, incluyendo press de piernas, jalón-pecho, pull-over, press de pecho, press de hombros, elevaciones laterales de hombro o curl de bíceps. Los sujetos completaron 12-15 repeticiones con una intensidad que era incrementada de modo que los sujetos lograsen siempre completar 15 repeticiones máximas. El ejercicio aeróbico se asoció con una mejora del 18% en el pico de VO_2 máx. Las mujeres en el grupo aeróbico tuvieron un aumento de VO_2 máx de 26,7 a 31,4 ml/kg/min ($p<0,0001$), mientras que el VO_2 máx de las mujeres en el grupo de entrenamiento de fuerza no cambió, obteniendo 25,8 ml/kg/min en el pre-test y tras el post-test. Además, el grupo de ejercicio aeróbico formado por mujeres postmenopáusicas es el único que logra mejoras estadísticas significativas en el perfil lipídico, siendo significativas ($p<0,05$) en HDL-C y en el análisis de apolipoproteína I ($p<0,01$). A pesar de que el grupo aeróbico presenta mayor tendencia a la mejora, no se hallan adaptaciones significativas en valores de CT,

LDL-C o triglicéridos.

La presente tesis doctoral propone un protocolo de entrenamiento de la fuerza que oscila entre 15-30 repeticiones para cada ejercicio, mientras que el estudio anterior de Blumenthal y colaboradores 12-15 repeticiones. Además, el entrenamiento cardiovascular durante el programa multicomponente mantiene una intensidad de percepción del esfuerzo mayor, nivel 8-9 sobre 10, mientras que el estudio de Blumenthal y colaboradores alcanza un nivel de 13 sobre un máximo de 20. En este caso al proponer un mayor volumen e intensidad se podría ver favorecido el perfil lipídico, lo que justificaría los resultados alcanzados en las mujeres postmenopáusicas del estudio realizado. De este modo, el ejercicio diseñado a intensidades moderadas-altas pudo provocar una situación metabólica en la que la participación del metabolismo anaeróbico láctico se incrementó generando un estado de desequilibrio sobre los sistemas tampón del organismo, estimulando a un incremento en la concentración de lactato sanguíneo. Este incremento del lactato sanguíneo proporciona la recombinación de los ácidos grasos libres y del glicerol para formar triglicéridos, lo que disminuye la disponibilidad de los ácidos grasos libres como sustrato energético. Este hecho condiciona que el metabolismo de los hidratos de carbono sea la fuente principal de energía en el ejercicio a elevadas intensidades de entrenamiento (205). Así, se podría justificar que no todas las dosis de ejercicio físico tendrán los mismos efectos sobre el perfil lipídico en la mujer postmenopáusica.

Atendiendo a una revisión sistemática realizada por Asikainen (206) y colaboradores, y a los resultados obtenidos, se considera que el entrenamiento cardiovascular debería incluirse al menos 3 días/semana en un programa dirigido a mejorar el perfil lipídico en la mujer postmenopáusica, pudiéndose combinar con el entrenamiento de fuerza. En cuanto al perfil glucémico, la misma revisión comentada, concluye que una dosis mínima de 2 días/semana de entrenamiento aeróbico de caminata, podría ser suficiente si se alcanzan intensidad del 65% VO_2 máx durante 30-60 minutos. Por ello, el programa multicomponente diseñado decidió incluir tanto el entrenamiento de la fuerza como el entrenamiento cardiovascular, con el objetivo de obtener beneficios tras su combinación. Así, el grupo de mujeres adheridas a 3 días/semana de entrenamiento multicomponente alcanzó adaptaciones significativas en todas las variables bioquímicas analizadas: CT, LDL-C, HDL-C, triglicéridos y glucosa.

No obstante, sigue existiendo la creencia de que el entrenamiento de fuerza no es el más indicado o recomendado para alcanzar mejoras en valores de perfil lipídico o glucosa, lo que provoca la prescripción de entrenamiento aeróbico, principalmente para el tratamiento de la dislipidemia (207). Sin embargo, como se ha estudiado, existe la posibilidad de combinarlo en programas multicomponentes o concurrentes (208), teniendo efectos positivos. Ambas variables de entrenamiento se muestran beneficiosas para la mujer de mediana edad, pero se necesitan más estudios que valoren distintos protocolos ya que no se observa una evidencia científica clara.

6.1.2 Adaptaciones sobre la Tensión Arterial y el Pulso

Tras 12 semanas de entrenamiento multicomponente en mujeres postmenopáusicas ambos grupos de entrenamiento obtuvieron mejoras en las variables relacionadas con la salud cardiovascular, siendo significativamente mayores en el grupo de frecuencia 3 días. De acuerdo con los datos estadísticos obtenidos en el post-test, los resultados mostraron que el GE 2 días obtuvo mejoras significativas ($p < 0,05$) en las variables en reposo: pulsaciones ($5,80 \pm 16,42$ puls/min), tensión sistólica ($5,48 \pm 17,69$ mmHg) y tensión diastólica ($5,08 \pm 7,59$ mmHg). Lo mismo ocurre las variables registradas tras el esfuerzo: pulsaciones ($8,92 \pm 9,63$ puls/min) y tensión sistólica ($5,24 \pm 13,24$ mmHg); alcanzando mejoras altamente significativas ($p < 0,001$) en tensión diastólica ($5,12 \pm 7,13$ mmHg).

Sin embargo, cuando se obtienen los datos estadísticos del GE 3 días, los resultados son aún más positivos estadísticamente. El análisis efectuado encontró mejoras altamente significativas ($p < 0,001$) en prácticamente todas las variables tales como pulsaciones en reposo ($13,76 \pm 12,22$ puls/min), tensión sistólica en reposo ($12,68 \pm 11,94$ mmHg), tensión diastólica en reposo ($3,04 \pm 8,43$ mmHg), pulsaciones tras el esfuerzo ($30,96 \pm 15,75$ puls/min) y tensión sistólica tras el esfuerzo ($17,04 \pm 15,57$ mmHg); a diferencia de la tensión diastólica tras el esfuerzo ($7,48 \pm 8,12$ mmHg) que logró una mejora significativa ($p < 0,05$) al igual que el GE 2 días.

Los datos obtenidos corroboran el actual protagonismo del ejercicio físico, siendo utilizado como tratamiento no farmacológico o preventivo contra la hipertensión arterial en mujeres en etapa menopáusica (39), siendo el ejercicio aeróbico el más recomendado para la mejora de la salud cardiovascular en mujeres postmenopáusicas (209, 210). La presente tesis doctoral encontró que el GE 2 días

alcanzó una reducción media de presión sanguínea sistólica de $5,48 \pm 17,69$ mmHg y diastólica de $5,08 \pm 7,59$ mmHg, tras las 12 semanas de intervención. Igualmente, el GE 3 días encontró una reducción sistólica de $12,68 \pm 11,94$ mmHg y diastólica de $3,04 \pm 8,4$, en estado de reposo.

Estos resultados mencionados coinciden con los hallados por Figueroa y colaboradores (211) quiénes hallan una reducción de presión sanguínea sistólica de $6,0 \pm 1,9$ mmHg y diastólica de $4,8 \pm 1,7$ mmHg, tras un programa concurrente. La intervención de ejercicio físico consistió en 12 semanas de entrenamiento de la fuerza con máquinas guiadas en formato circuito de 9 ejercicios al 60% del 1-RM y con descansos cortos (15''). Seguidamente, los sujetos realizaban 20 minutos de ejercicio cardiovascular en tapiz rodante al 60% de la Fc máx.

Los resultados hallados también se ajustan con los de Collier y colaboradores (163). Los investigadores comparan dos protocolos de ejercicio físico durante 4 semanas con el objetivo de determinar el impacto del entrenamiento de la fuerza frente al entrenamiento aeróbico en la hemodinámica y la rigidez arterial. Dos grupos de mediana edad ($48,2 \pm 1,3$ años) son divididos de forma aleatoria, 20 mujeres postmenopáusicas y 10 hombres. El programa aeróbico ($n=15$) consistió en un ejercicio de caminata en tapiz rodante durante 30 minutos al 65% VO_2 máx, mientras que el entrenamiento de la fuerza ($n=15$) trató de 3 series de 10 repeticiones al 65% de 10-RM en máquinas guiadas. Los ejercicios fueron realizados en sesiones de 45-50 minutos, involucrando grandes grupos musculares: prensa de piernas, press banca, extensión de rodilla, jalón al pecho, press de hombros, curls de bíceps, extensión de codo y crunch. Los autores encuentran adaptaciones significativas en presión sanguínea y pulsaciones. Además, la presión arterial sistólica cambia tras ambos protocolos ($p=0,005$); en el grupo de fuerza hay una variación de $136 \pm 2,9$ a $132 \pm 3,4$ mmHg, en cuanto al grupo de entrenamiento aeróbico el cambio es de $141 \pm 3,8$ a $136 \pm 3,4$ mmHg. Respecto a la tensión arterial diastólica en reposo, el grupo de fuerza disminuye de $78 \pm 1,3$ a $74 \pm 1,6$ mmHg, mientras que el grupo aeróbico experimenta un cambio de $80 \pm 1,6$ a $77 \pm 1,7$ mmHg. En cuanto a las pulsaciones en reposo, únicamente el programa de ejercicio aeróbico alcanza mejoras significativas ($p < 0,05$) con una variación de $72,5 \pm 2,9$ a $67,5 \pm 2,8$ en el post-test. A pesar de que ambos protocolos, fuerza y cardiovascular, diseñados por Collier y colaboradores, provocan adaptaciones positivas en la presión sanguínea, los autores mencionan que el entrenamiento de la fuerza

ocasiona un incremento de la rigidez arterial local y periférica mientras que el entrenamiento aeróbico decrece dicha rigidez.

En esta línea, es cierto que el entrenamiento de fuerza no ha sido tan recomendado en los últimos años como el ejercicio aeróbico para la mejora de la tensión arterial. El ejercicio cardiovascular es el más reconocido como estrategia complementaria para la mejora de la salud cardiovascular y la presión sanguínea (210, 212). Sin embargo, si no se introduce el ejercicio de fuerza muscular, como en la presente investigación, se estarían obviando los beneficios que esta aptitud física propicia a la mujer durante la postmenopausia (213).

Además, se ha demostrado mediante la presente tesis doctoral que una frecuencia de ejercicio físico multicomponente de 3 días/semana, puede alcanzar mejoras en presión sanguínea similares a programas puramente aeróbicos como el realizado por Zarins y colaboradores (214). Los investigadores proponen un programa de ejercicio aeróbico en cicloergómetro durante 12 semanas, 5 sesiones semanales de 1 hora al 65% VO₂ máx a 10 mujeres postmenopáusicas (55±1 años). Los sujetos adheridos al programa de Zarins, tras la intervención alcanzan un descenso de la frecuencia cardíaca de 19 puls/min ($p < 0,05$) cuando son expuestos a la misma intensidad de esfuerzo. El programa multicomponente, alcanza un descenso de 5,80±16,42 puls/min ($p < 0,05$) en el GE 2 días, mientras que el GE 3 días logra un descenso de 13,76±12,22 puls/min ($p < 0,001$). Igualmente, el protocolo de valoración de Zarins y colaboradores, registró tras el programa una variación en presión sanguínea sistólica en reposo de 148±5 a 138±6 mmHg (±10 mmHg) y un cambio en la presión diastólica de 76±2 a 69±3 mmHg (±7 mmHg), en las mujeres entrenadas. Estos datos de mejora post-intervención son similares a los obtenidos en los grupos de entrenamiento en la presente investigación donde el GE 2 días experimenta un cambio de presión sistólica en reposo de 131±22,11 a 125±14,83 mmHg (5,48±17,69 mmHg), y en presión diastólica de 85±9,19 a 79,92±5,87 mmHg (5,08±7,59 mmHg); mientras que el GE 3 días sufre un cambio en presión sistólica de 135±16,96 a 123,08±12,47 mmHg (12,68±11,94 mmHg), y en presión diastólica de 78,48±8,59 a 75,44±7,56 mmHg (3,04±8,43 mmHg).

En la búsqueda de la dosis óptima de ejercicio aeróbico para mejorar la función endotelial, Switft y colaboradores (215) investigan los efectos de 3 dosis desiguales y sus adaptaciones cardiovasculares en un grupo de mujeres postmenopáusicas (N=155). Todas ellas fueron divididas en cuatro grupos, un GC

(n=23) y tres grupos en función del gasto calórico asignado, grupo 4kcal/kg/week (n=68), grupo 8kcal/kg/week (n=32) y grupo 12kcal/kg/week (n=32). Todas las participantes de los grupos de intervención participaron en un programa de 3 o 4 sesiones semanales durante 6 meses a una intensidad de entrenamiento del 50% del VO₂ máx. Todas las mujeres mejoran significativamente ($p<0,05$) la función endotelial, independiente del grupo al que pertenecieron. Los autores sugieren que la dosis de ejercicio fue independiente de las mejoras logradas, pero la intensidad moderada durante el ejercicio aeróbico se mostró favorable en cuanto a beneficios cardioprotectores.

Conocida la importancia de la intensidad moderada durante el ejercicio cardiovascular para las adaptaciones en tensión arterial y pulsaciones en reposo (186, 216), la presente tesis doctoral incluye esta premisa controlando la percepción del esfuerzo mediante la escala OMNI-GSE (96), programando intensidades 6-9 de un máximo de puntuación 10. El ejercicio aeróbico parece ser el más recomendado en la mejora de la tensión arterial y las pulsaciones en reposo. Sin embargo, el uso del entrenamiento de la fuerza puede ser complementario para revertir la sarcopenia, mejorar la funcionalidad y atender a la DMO en la mujer postmenopáusica.

6.2 ADAPTACIONES SOBRE LA APTITUD FÍSICA

6.2.1 Adaptaciones sobre la Composición Corporal

Los resultados derivados del análisis estadístico indicaron que un programa de entrenamiento multicomponente de escala de percepción del esfuerzo 6-9, controlado mediante la escala subjetiva OMNI-RES con Thera-Band® y la escala OMNI-GSE, logró mejoras de composición corporal tanto en el GE 2 días/sem como en el GE 3 días/sem. Las mejoras fueron altamente significativas ($p<0,001$) para ambos grupos en variables de peso total, peso muscular, porcentaje de grasa e IMC. Mientras que el perímetro de cintura se redujo de forma altamente significativa ($p<0,001$) en el GE 2 días, y significativa ($p<0,05$) en el GE 3 días.

El peso total disminuyó en el GE 2 días 2,34%, mientras que el GE 3 días alcanzó una reducción del 3,08%. En cuanto al peso muscular, el GE 2 días lo incrementó un 5,92% y el GE 3 días 7,54%, lo que supuso que el GE 2 días subiese

alrededor de $2,36 \pm 1,58$ kg a diferencia de los $2,96 \pm 2,09$ kg del GE 3 días. Respecto al porcentaje de grasa el GE 2 días tuvo un descenso de 2,2% mientras que el GE 3 días un 4,28%. El IMC disminuyó $0,73 \pm 1,05$ puntos en el GE 2 días y $0,87 \pm 0,70$ puntos en el GE 3 días. Finalmente, el perímetro de cintura tuvo una reducción significativa ($p < 0,05$) en ambos grupos, el GE 2 días alcanzó una disminución de $3,60 \pm 4,53$ cm, mientras que el GE 3 días $2,32 \pm 4,09$ cm. A pesar de que existió una tendencia mayor de mejora en parámetros de composición corporal en el GE 3 días, no se encontraron diferencias entre distintas frecuencias. Por lo que ambos grupos tienen efectos similares en variables de composición corporal.

En esta línea, Colado y colaboradores (71) muestran que un programa de entrenamiento con bandas elásticas puede alcanzar mejoras significativas ($p < 0,05$) en peso muscular y graso similares a aquellas logradas con máquinas guiadas. En este estudio, los investigadores proponen un programa de intensidad moderada durante 10 semanas. Un grupo de mujeres de mediana edad, fueron divididas de forma aleatoria en dos grupos de entrenamiento: máquinas guiadas ($n=14$; $51,07 \pm 6,81$ años) y bandas elásticas ($n=21$; $53,9 \pm 1,85$). Ambos grupos siguieron un mismo protocolo controlado mediante una escala de esfuerzo percibido OMNI-RES AM, realizando 20 repeticiones a una intensidad de nivel 5 (algo fuerte) con descansos cortos (30 segundos) durante 3 series. Tras el periodo de entrenamiento, el grupo de bandas elásticas aumenta el peso muscular de $40,8 \pm 3,2$ a $41,3 \pm 3,2$ kg lo que supone un cambio aproximado de 0,5 kg, y reduce el peso graso aproximadamente un 1,22% (de $28,4 \pm 7,4$ a $27,8 \pm 7,1$ kg), mientras que el grupo de máquinas guiadas aumenta aproximadamente 1kg (pre: $40,1 \pm 4$, post: $41,1 \pm 3,8$) y disminuye 2,11% (pre: $22,3 \pm 6,1$, post: $21,2 \pm 5,7$), respectivamente.

Los datos comentados son similares a los hallados en otro estudio de Colado y colaboradores (185), en esta ocasión se añade en la comparación de programas el entrenamiento acuático. Los autores analizan durante 10 semanas tres programas distintos: entrenamiento con máquinas guiadas ($n=14$; $51,07 \pm 1,82$ años), entrenamiento con bandas elásticas ($n=21$; $54,14 \pm 0,63$) y entrenamiento acuático de fuerza ($n=17$; $54,71 \pm 0,45$). Los tres grupos de entrenamiento, formados por mujeres postmenopáusicas ($4,37 \pm 2,86$ años de amenorrea), muestran una disminución significativa ($p < 0,05$) en masa grasa. El grupo de bandas elásticas disminuye alrededor de 1,94% (pre: $28,39 \pm 1,62$ y post: $27,84 \pm 1,54$ kg), el grupo de entrenamiento acuático aproximadamente un 2,57% (pre: $26,08 \pm 1,7$ y post:

24,41±1,67 kg) y el grupo de máquinas guiadas un 5,15% (pre: 22,34±1,62 y post: 21,19±1,53 kg). En cuanto a la masa muscular, existe una mejora significativa ($p<0,05$) en el entrenamiento de bandas elásticas (0,60 kg aproximadamente; pre: 40,84±0,96 y post: 41,31±0,7 kg) y máquinas (1kg aproximadamente; pre: 40,06±1,06 y post: 41,07±1,01). Una vez más, se muestra que el entrenamiento de fuerza controlado con bandas elásticas puede ser tan beneficioso para la mejora de la composición corporal como el entrenamiento en seco con máquinas guiadas.

En la línea de los estudios comentados, la presente tesis doctoral alcanza resultados más amplios en parámetros de composición corporal, tanto en el GE 2 días como en el GE 3 días, incluyendo el control sobre otras aptitudes físicas tales como el equilibrio y la flexibilidad. En la misma línea, Neves y colaboradores (47) mediante un formato de 11 ejercicios en circuito, utilizando bandas elásticas con pausas de 30 segundos y 18-30 minutos de caminata, alcanzan mejoras significativas ($p<0,05$) en variables de composición corporal. El grupo de intervención tras 16 semanas disminuye el peso total 1,3 kg (1,94%), aumenta la masa muscular 0,9 kg, reduce el tejido graso 1,6 kg (1,5%) y rebaja 0,5 puntos el IMC.

En términos de composición corporal, el entrenamiento de la fuerza se muestra cada día más importante. La presente investigación decidió incluir el ejercicio de fuerza muscular para la mejora de la composición corporal mediante la conservación o incremento de la densidad mineral ósea y la masa muscular (86, 126). Un aspecto relevante para mejorar la calidad de vida de la mujer postmenopáusica (217). Además, se valoró que el entrenamiento de la fuerza podría servir de apoyo a la pérdida de tejido graso incrementando la tasa metabólica basal (206).

Siguiendo con la valoración de diferentes protocolos de entrenamiento, Willemijn y colaboradores (63), evalúan 3 grupos de investigación en su estudio con mujeres postmenopáusicas (50-69 años). Los autores con el objetivo pre-establecido de alcanzar una pérdida de peso de 5-6 kg, dividen a la muestra en un grupo de 97 sujetos que recibe únicamente una restricción calórica 3500 kcal/wk (500 kcal/día), otro grupo (n=98) se adhiere a un programa de 4 horas/semana de entrenamiento combinado de fuerza y aeróbico, además de una restricción de 1750 kcal/sem (250 kcal/día), y finalmente, un grupo control (n=48) que no recibe ninguna indicación. El planteamiento de las sesiones de entrenamiento, similar al

programa multicomponente planteado, incluye 20-25 minutos de entrenamiento cardiovascular, 25 minutos de entrenamiento de fuerza y 5-10 de calentamiento y vuelta a la calma. El entrenamiento cardiovascular consistió en marcha nórdica a una intensidad controlada del 60-90% de la FC Res, mientras que el entrenamiento de fuerza no es descrito por los autores, sabiendo únicamente que se tuvo un control de la intensidad mediante test de 1-RM. Además, la metodología menciona la posibilidad de realizar las sesiones de entrenamiento sin supervisión de un especialista. Después de 16 semanas, el grupo control no alcanza ningún cambio significativo, mientras que el grupo de solo dieta, y principalmente el grupo de entrenamiento, alcanzan una pérdida de peso total promedio de 4,9 kg (6,1%) y 5,5 kg (6,9%), respectivamente. La disminución en grasa corporal, también mejora significativamente más en el grupo de ejercicio vs dieta (respectivamente: -1,43 kg, CI 95 % -2,02 a -0,84; -1,56 kg, CI 95 % -2,14 a -0,98). La masa magra se conserva principalmente en el grupo de entrenamiento en comparación con el control (0,02 kg, CI 95 % -0,42 a 0,46), mientras que el grupo de dieta perdió masa magra (-0,71, CI 95 % -1,14 a -0,23). Además, en comparación con el grupo de dieta, el grupo de ejercicio muestra una mayor disminución en la circunferencia de cintura; sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas en ninguno de los grupos (respectivamente: -0,86 cm, 95 % CI -1,84 a 0,13; -0,36 cm, 95 % CI -1,15 a 0,44). En contraste, con los resultados comentados, el presente programa multicomponente alcanza mejoras significativas en la variable perímetro de cintura, tanto en el GE 2 días ($p < 0,001$; reduce $3,60 \pm 4,53$ cm) como en el GE 3 días ($p < 0,05$; reduce $2,32 \pm 4,09$ cm). La falta de supervisión durante las sesiones de entrenamiento podría justificar la diferencia comentada. Además, existe una escasa información metodológica del programa de intervención, lo que no permitiría la reproductividad y/o mejora de los resultados hallados por los autores.

En consonancia con las diferencias comentadas, Aragão y colaboradores (218) valoran un programa multicomponente de 12 meses de ejercicio en la composición corporal de un grupo de mujeres postmenopáusicas, 70 mujeres en el grupo control ($56,90 \pm 4,96$ años) y 88 mujeres en el grupo de ejercicio ($55,44 \pm 5,11$ años). El programa de entrenamiento combinó ejercicios aeróbicos, de fuerza muscular, flexibilidad y control postural a una intensidad moderada-alta. Los resultados del estudio indican mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) a lo largo del tiempo en la composición corporal del grupo de ejercicio, en variables de

peso muscular, peso graso y porcentaje de grasa, a excepción del peso total. En relación a este estudio, la presente tesis doctoral propone un protocolo de entrenamiento de la fuerza que oscila entre 15-30 repeticiones para cada ejercicio, mientras que Aragão y colaboradores sugieren 8-12 repeticiones máximas. Esta diferencia podría justificar los contrastes en composición corporal entre distintas investigaciones, a favor del programa multicomponente planteado. En este caso, al proponer un mayor volumen de entrenamiento, el gasto calórico es mayor, por lo tanto, los cambios en composición corporal podrían ser superiores.

El estilo de vida sedentario dirige a la mujer postmenopáusica a una pérdida gradual de masa magra corporal con un descenso en el metabolismo basal, reduciendo la calidad de vida y coligado a enfermedades crónicas como la obesidad o la osteoporosis. En este sentido, un programa de ejercicio físico multicomponente, controlado y supervisado, incluyendo el entrenamiento de la fuerza y cardiovascular, se muestra favorable en la mejora de la composición corporal de un grupo de mujeres postmenopáusicas, sin existir diferencias significativas entre realizar dicho programa 2 o 3 días a la semana.

6.2.2 Adaptaciones sobre el Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂ máx)

En la mujer, la transición menopáusica se asocia con una serie de cambios hormonales que se han relacionado con el deterioro de la función respiratoria. De este modo, considerando que la hormona sexual juega un papel importante en la salud pulmonar de la mujer, aparecen estudios que analizan la función respiratoria durante las diferentes fases del ciclo menstrual. La literatura científica muestra que las funciones pulmonares aumentan durante la fase lútea del ciclo menstrual debido al alto nivel de hiperventilación inducida por la progesterona y la relajación bronquial (219, 220).

Del mismo modo, se ha encontrado que existe una estrecha relación entre las hormonas sexuales femeninas y la función pulmonar en mujeres postmenopáusicas. Un estudio realizado por Real y colaboradores (221) con 1274 mujeres de edades comprendidas entre 45 y 56 años, encuentra que las mujeres que no tuvieron menstruación durante los últimos 6 meses (n=432) tuvieron un menor "volumen espiratorio forzado" (FEV1) y "capacidad vital forzada" (FVC), en comparación con aquellas con menstruación regular. Igualmente, Cheng y colaboradores (222) encontraron que, después de la edad de 25 años, el declive

anual promedio del FEV1 es de aproximadamente 22 ml/año en la mujer. No obstante, el ejercicio físico, y particularmente el ejercicio aeróbico (102) puede provocar adaptaciones significativas en el VO₂ máx en mujeres postmenopáusicas. El VO₂ máx es considerando una referencia de salud en personas sedentarias y no sedentarias, haciendo reseña al máximo potencial aeróbico de un individuo (223)

En esta línea, la presente investigación quiso determinar si un programa multicomponente podía alcanzar mejoras significativas en valores de VO₂ máx y, además, si existían diferencias entre entrenar 2 o 3 días/semana. En este caso, tanto el GE 2 días como el GE 3 días alcanzó mejoras altamente significativas (respectivamente: 24% o 5,67±2,73 ml/kg/min; 31,4% o 5,75±3,39 ml/kg/min) tras 12 semanas de intervención, existiendo diferencias con el grupo control, pero ninguna entre ambos grupos de entrenamiento. Si se comparan los datos obtenidos tras el programa multicomponente con otros programas meramente aeróbicos (94, 214), se observa que la intervención planteada alcanza mejoras igualmente interesantes en el grupo de mujeres.

Por ejemplo, Zarins y colaboradores (214), diseñan un programa de ejercicio aeróbico de 5 sesiones semanales en cicloergómetro durante 12 semanas, las sesiones alcanzan una intensidad del 65% VO₂ máx durante 1 hora. Las mujeres, todas ellas postmenopáusicas (55±1 año), obtienen una mejora de VO₂ máx de 16,3±3,9%, adquiriendo resultados semejantes al GE 2 días (24%) y al GE 3 días (31,4%) de la presente investigación. Por otro lado, Moazzami y colaboradores (94) con un grupo de mujeres postmenopáusicas (54-56 años) proponen un programa de entrenamiento de caminata de 8 semanas de duración (3 días/sem) supervisando intensidades entre 50-70% de la FC Res. Entre los resultados obtenidos, el grupo de ejercicio alcanza mejoras altamente significativas ($p < 0,001$) en VO₂ máx con un incremento medio de 6,28 ml/kg/min (pre: 20,57±4,21 y post: 26,85±4,21), en sintonía con el aumento del GE 2 días (5,67±2,73 ml/kg/min) y el GE 3 días (5,75±3,39 ml/kg/min) del programa multicomponente planteado.

El programa de entrenamiento propuesto en la presente tesis obtuvo cambios estadísticamente significativos ($p < 0,001$) en el VO₂ máx de aquellas mujeres que participaron en las sesiones de ejercicio. Además, aunque el grupo experimental de frecuencia 3 días alcanzó una mayor tendencia a la mejora, no existió una diferencia estadísticamente significativa entre grupos. De esta forma, a pesar de que el entrenamiento aeróbico ha sido el más recomendado en las últimas

décadas para mejorar el VO_2 máx (224), estudios (225, 226) también han recomendado programas que incluyen ejercicios de fuerza en sus intervenciones dirigidas a mejorar este parámetro de salud respiratoria. La incorporación del entrenamiento de la fuerza parece no interferir en la mejora del VO_2 máx sino colaborar en su progreso (227), siendo éstos programas multicomponentes posiblemente más interesantes para la población postmenopáusica que se enfrenta a diversas afectaciones (17).

Kwon y colaboradores (228) plantean un programa multicomponente a un grupo de mujeres (70-80 años), los autores analizan la mejora en el consumo máximo de oxígeno y la masa muscular tras un programa de 24 semanas. El protocolo diferencia a un GC (n=20) y a un grupo de intervención (n=20). El grupo de entrenamiento incluye 20 minutos de flexibilidad, 30 minutos de ejercicio aeróbico y 30 minutos de fuerza. Los ejercicios de flexibilidad consisten en estiramientos de cuello, piernas, hombro y extensión de tronco, el entrenamiento cardiovascular trata de ejercicios de caminata, steps y baile, y el entrenamiento de la fuerza alterna seis movimientos de autocarga para brazos, abdomen y piernas. Los autores encuentran una mejora altamente significativa ($p<0,001$) con un incremento de 3,2 ml/kg/min (pre: $17,6\pm 2,66$ y post: $20,8\pm 2,44$ ml/kg/min) en el VO_2 máx de aquellas mujeres entrenadas. Sin embargo, el grupo control experimenta un detrimento altamente significativo ($p<0,001$) de 1,7 ml/kg/min (pre: $17,5\pm 2,69$ ml/kg/min y post: $15,8\pm 2,46$ ml/kg/min).

Los datos presentados y comparados con la presente tesis muestran que el entrenamiento aeróbico es importante en la mejora del VO_2 máx, pero el entrenamiento de la fuerza tiene un rol relevante en el estrés del sistema cardio-respiratorio, colaborando igualmente en su mejora. Además, 12 semanas de entrenamiento parecen ser suficientes para encontrar resultados significativos ($p<0,05$) en un grupo de mujeres postmenopáusicas, ya sea entrenando con una frecuencia de 2 o 3 días a la semana.

6.2.3 Adaptaciones sobre la Flexibilidad

Las mujeres menopáusicas experimentan una serie de cambios físicos los cuales se acentúan durante la etapa postmenopáusica. La pérdida de fuerza muscular y flexibilidad se consideran significativamente importantes para los trastornos músculo-esqueléticos, siendo identificada la flexibilidad como un factor coadyuvante en la rigidez arterial y muscular (77, 100). Sin embargo, el trabajo de la flexibilidad es el más olvidado entre los programas de entrenamiento (229). A pesar de su importancia en la mejora de la fuerza muscular (230) y cardiovascular (231, 232), así como la prevención de caídas (103, 104).

De este modo, la presente investigación añade 10 minutos de entrenamiento específico de la flexibilidad antes del final de cada sesión. Además, como recomienda el ACSM (233), se incide en aquella musculatura tónica cuya elongación se ve más perjudicada con la edad (58). El programa multicomponente pretendió también, favorecer a la relajación mediante estiramientos activos y beneficiar a la mejora a través de estiramientos pasivos (234). Tras 12 semanas de programa multicomponente, incluyendo el entrenamiento de la flexibilidad, el GE 2 días alcanza una mejora altamente significativa ($p < 0,001$) en los test "Sit-and-Reach" ($10,19 \pm 8,87$ cm) y "Back Scratch" ($4,89 \pm 6,82$ cm). Mientras que el GE 3 días, alcanza una mejora significativa ($p < 0,05$) en el "Sit-and-Reach" ($3,59 \pm 5,16$ cm) y altamente significativa ($p < 0,001$) en el "Back Scratch" ($4,76 \pm 6,25$ cm).

Los resultados presentados coinciden con aquellos alcanzados por Godoy-Izquierdo y colaboradores (92). Los autores proponen a 234 mujeres postmenopáusicas (45-64 años) la participación en un estudio de 20 semanas con la intención de promocionar la salud en la mujer. Los autores dividen la muestra en tres grupos: grupo de ejercicio ($n=80$), grupo sedentario ($n=86$) y grupo control ($n=68$). El grupo de intervención (pre: $19,79 \pm 7,90$, post: $22,99 \pm 8,92$) mostró una mayor flexibilidad ($p=0,000$) en comparación con el grupo sedentario (pre: $19,39 \pm 11,00$, post: $19,39 \pm 11,00$) y control (pre: $23,43 \pm 9,30$, post: $23,43 \pm 9,30$) a medida que avanzaba el tiempo de práctica. Sin embargo, los buenos resultados alcanzados en el "Sit-and-Reach" se fueron perdiendo progresivamente 3 meses después, y significativamente ($p=0,004$) 12 meses más tarde. De este modo, parece ser que las mejoras en flexibilidad son posibles mediante un programa multicomponente, pero los logros disminuyen progresivamente, siendo significativos un año tras el cese de la actividad.

La mayoría de los estudios revisados (36, 46, 56, 87, 123, 124, 140, 141) dirigidos a mujeres postmenopáusicas incluyen un calentamiento y una vuelta a la calma con estiramientos. Sin embargo, los efectos de la flexibilidad han sido raramente estudiados, a pesar de ser altamente recomendada por instituciones como el ACSM (102). Además, aquellas intervenciones que sí estudian esta variable (86, 90, 92, 93, 125), muestran una ausencia en el control de la intensidad que no permite reproducir la misma metodología para alcanzar similares resultados. La escasa información facilitada por los estudios, puede justificar que investigaciones como la de Neves y colaboradores (47) no alcancen mejoras significativas en la variable flexibilidad tras un programa de ejercicio multicomponente. Los autores definen correctamente la metodología empleada para el entrenamiento de la fuerza y cardiovascular, pero obvian expresarla o tenerla en cuenta para el entrenamiento de la flexibilidad. En este caso utilizando también el Sit-and-Reach como test de valoración, al igual que en la presente tesis.

De este modo, en cuanto al control de la intensidad de la flexibilidad y a fin de evitar los errores metodológicos comentados, el programa multicomponente que se planteó decidió fijarse en el estudio de Feland y colaboradores (101), proponiendo 2 repeticiones de 30 segundos, con la que este estudio alcanza mejoras significativas ($p < 0,05$) en la musculatura isquiosural. Además, para ser más precisos, se decide también, introducir la escala PERFLEX (191) como herramienta válida que sirvió para explicar a los grupos de entrenamiento la carga exigida durante la amplitud de los movimientos. Estas consideraciones podrían justificar los resultados logrados en el GE 2 días y en el GE 3 días tras el post-test.

Según los resultados obtenidos, ambos grupos alcanzan mejoras estadísticamente significativas en los test de flexibilidad. Sin embargo, el GE 2 días logra mejoras significativas ($p < 0,05$) en el test "Sit-and-Reach" en comparación con el GE 3 días. A pesar de que los resultados son positivos para ambos grupos, una menor frecuencia del entrenamiento de la fuerza puede haber ocasionado una mayor mejora del GE 2 días. Sin embargo, resulta complicado responder a este hallazgo pues no se han encontrado estudios suficientes que valoren los efectos del entrenamiento de la fuerza en la flexibilidad de mujeres postmenopáusicas.

No obstante, Raab y colaboradores (106) observan que el uso de pesas durante los ejercicios de brazos, podría limitar el ROM en mujeres mayores (65-89 años). Este estudio indica una menor mejora en la abducción del hombro en el

grupo de fuerza (n=17) en comparación con el grupo que únicamente realizó estiramientos (n=16). El programa multicomponente ha tratado de evitar los resultados hallados en el grupo de pesas de Raab y colaboradores, incidiendo en el mantenimiento de un rango de movimiento completo durante el entrenamiento de fuerza con bandas elásticas, siguiendo con las recomendaciones de Morton y colaboradores (235).

En cuanto al efecto de la flexibilidad en parámetros de calidad de vida y estado emocional, un estudio realizado por Tworoger y colaboradores (236) valora en un grupo de mujeres postmenopáusicas si la calidad del sueño se ve afectada tras 3 meses de intervención de ejercicio físico aeróbico vs flexibilidad. El programa de entrenamiento aeróbico consistió en la utilización de máquinas cardiovasculares durante 45 minutos al 60-75 de la Fc máx, 5 días/sem. El programa de flexibilidad de 45 minutos, consistió en 8-10 ejercicios para miembros superiores y otros tantos para miembros inferiores, a baja intensidad un día a la semana. El análisis de los datos no halla diferencias significativas entre grupos, excepto en el uso de medicación para dormir, a favor del grupo de estiramientos ($p=0,004$). Los resultados muestran que un programa de flexibilidad puede reducir la necesidad de consumir medicamentos para dormir y ayudar a hacerlo más fácilmente.

Los beneficios de la flexibilidad en la mujer postmenopáusica están bien documentados, por lo que se debe incluir esta variable en programas que pretendan mejorar tanto la aptitud física como la calidad de vida de la mujer postmenopáusica. La metodología del entrenamiento debe ser controlada con rigor científico, siendo ésta la clave que hizo alcanzar adaptaciones en el GE 2 días y el GE 3 días tras la intervención del programa multicomponente de 12 semanas.

6.2.4 Adaptaciones sobre la Fuerza

La postmenopausia es un momento crítico por la pérdida de fuerza muscular (55) y masa ósea (112) pudiendo existir una relación entre estos dos fenómenos ya que las pérdidas relacionadas con la edad en la fuerza muscular preceden a las pérdidas en el hueso. Además, la disminución de las fuerzas musculares resultantes sobre el hueso provocan una respuesta de remodelación ósea menor (237). Así, diversos estudios (87, 238, 239) sugieren que las intervenciones con carga mecánica que aumentan la fuerza muscular pueden prevenir la pérdida de DMO. No obstante, el entrenamiento de la fuerza en la mujer

postmenopáusica no es únicamente relevante en términos de calidad ósea, sino que se considera un riesgo relacionado con la incapacidad funcional (122).

De este modo, el programa multicomponente diseñado dedica una especial atención al desarrollo de la fuerza durante 12 semanas en la mujer postmenopáusica. Los resultados mostraron que el programa, incluyendo el ejercicio de fuerza a intensidades progresivas y alcanzando una percepción del esfuerzo alta (niveles 8-9), alcanzó mejoras estadísticamente significativas en frecuencia de 2 y 3 días/semana, siendo el GE 2 días el que muestra una mayor tendencia a la mejora.

El GE 2 días alcanzó mejoras altamente significativas ($p < 0,001$) en la presión manual con la mano izquierda (19,5%) y significativas ($p < 0,05$) en mano derecha (22,20%). Sin embargo, el GE 3 días no logró alcanzar una mejora estadísticamente significativa en presión manual. En lo referido al test de extensión de rodilla el GE 2 días y el GE 3 días lograron mejoras altamente significativas ($p < 0,001$; 29,33% y 23,21%, respectivamente) y lo mismo ocurrió con la fuerza producida en el test de flexión bilateral de los codos (39,9% y 27,8%, respectivamente), sin existir diferencias significativas entre los grupos de entrenamiento. Según los estudios revisados (90, 93, 123) y en función a los resultados obtenidos, el uso de bandas elásticas podría ser suficiente para mejorar los resultados en los test de fuerza máxima, lo cual podría justificar las adaptaciones alcanzadas.

El estudio desarrollado por Tolomio y colaboradores (123) propone un programa multicomponente durante 20 semanas en un grupo de mujeres postmenopáusicas (50-70 años) divididas en un grupo de ejercicio ($n=36$) y en un grupo control ($n=28$). Los investigadores sugieren 3 sesiones semanales; las dos primeras sesiones consisten en ejercicios combinados de fuerza (autocargas, mancuernas y bandas elásticas Thera-Band), equilibrio y cardiovasculares. La tercera sesión de 45 minutos consistió en una combinación de ejercicios cardiovasculares y de fuerza con diferentes ergómetros y máquinas de musculación guiadas. El grupo de intervención logra adaptaciones significativas ($p < 0,05$), alcanzando una mejora del 19,5% del 1-RM en el test de extensión de rodilla.

Dos años más tarde al precedente estudio, Tolomio (90) vuelve a sugerir 3 sesiones, en este caso, combina sesiones en agua y tierra (mayormente). El grupo de mujeres postmenopáusicas ($n=125$; 48-74 años) es dividido en un grupo de

intervención (n=58) y un grupo control (n=67). Las sesiones de 60 minutos incluyeron ejercicios de fuerza (autocargas, mancuernas y bandas elásticas Thera-Band), resistencia cardiovascular, equilibrio y movilidad articular. Todas las sesiones tuvieron una fase principal donde se entrenaban grandes y pequeños grupos musculares, sin encontrar evidencia respecto al control de la intensidad del ejercicio. No obstante, el grupo de entrenamiento alcanza mejoras altamente significativas ($p=0,000$) en el test de flexión bilateral de codo (39%), en la presión manual izquierda (9,62%) y en la presión manual derecha (9,4%).

A pesar de que instituciones referentes como el ACSM (102) declara que el uso de máquinas guiadas puede ser ideal para principiantes en el entrenamiento de la fuerza, el acceso puede ser difícil, como en el caso de la investigación desarrollada. Además, el uso de bandas elásticas de la marca Thera-Band® parece ser un material validado (189) y comprobado como eficaz en alcanzar adaptaciones neuromusculares en mujeres postmenopáusicas (71, 93).

En este sentido, Colado y colaboradores (72), diseñan el primer estudio en comparar tres dispositivos diferentes (bandas elásticas, máquinas guiadas y medio acuático) en mujeres postmenopáusicas. Los autores centran su programa en el control de la metodología adaptándola por igual en los distintos entornos, de forma que permita comparar los grupos de entrenamiento. Durante 10 semanas, 77 mujeres son repartidas en 4 grupos: entrenamiento con máquinas (n=14), entrenamiento con bandas elásticas (n=21), entrenamiento de resistencia acuático (n=17) y grupo control (n=25). Los tres grupos de entrenamiento muestran mejoras estadísticamente significativas ($p<0,05$) en los test de fuerza (push up, squat y crunch), tras finalizar el programa. Los sujetos asistieron a sus respectivos entrenamientos 2 días/semana, realizando 12 ejercicios poliarticulares con un volumen de 2 series a una intensidad 4-7 controlada con una escala de percepción del esfuerzo OMNI-RES. Se muestra así que el entrenamiento de fuerza supervisado con bandas elásticas y una escala de percepción del esfuerzo, puede ser tan beneficioso para la mejora de esta aptitud física en las primeras semanas de entrenamiento, como programas con máquinas guiadas o en agua.

Es muy importante, emplear una metodología de entrenamiento correcta para alcanzar resultados similares a los conseguidos mediante material convencional (73, 240), como la utilización de escalas de percepción del esfuerzo con bandas elásticas. La presente tesis para evitar el problema del control de la

intensidad con bandas elásticas utiliza la escala de percepción del esfuerzo OMNI-RES con bandas elásticas Thera-Band® combinado con el número de repeticiones. Este método planteado ha alcanzado resultados positivos, coincidiendo con estudios previos (71, 72, 195).

Además, la investigación diseñada ha utilizado dos colores diferentes de Thera-Band®, adquiriendo color rojo (intensidad media) y color negro (intensidad alta). El estudio de Egaña y colaboradores (93), tras 12 semanas de entrenamiento utilizando bandas Thera-Band aumentó la fuerza máxima en todos los test realizados ($p < 0,05$). Los incrementos son de un 115% para el ejercicio de jalón frontal y la abducción de hombro; un 140% para el remo vertical, el curl de bíceps y la extensión de codo; un 139% para la dorsiflexión y la extensión de rodilla; un 127% para la flexión de rodilla y flexión de cadera; y 144% para la eversión del tobillo y la prensa de piernas. Además, los autores mencionan que la mayoría de los sujetos lograron progresar en cuatro colores distintos de bandas elásticas.

De este modo, el uso de bandas elásticas de la marca Thera-Band® más la combinación de la escala OMNI-RES (189) para el control de la percepción del esfuerzo durante los ejercicios de fuerza, podría justificar las adaptaciones alcanzadas en el GE 2 y 3 días. El programa de entrenamiento multicomponente que protagoniza este estudio ha mostrado un incremento altamente significativo en valores de fuerza máxima en extensión de rodilla, tanto en el GE 2 días (29,33%) como en el GE 3 días (23,21%), un logro relevante debido a su relación con la funcionalidad y la mejora de la calidad de vida de la persona (107-109).

Sin embargo, a diferencia del GE 2 días, la investigación encuentra que el GE 3 días no logrará mejoras significativas en la dinamometría de mano, como ocurre en el estudio de Araya y colaboradores (91). En este estudio los autores valoran a un solo grupo de 33 mujeres mayores de 60 años que realizan una intervención de ejercicio físico multicomponente. El programa incluye, 20 minutos de ejercicio cardiovascular, 10 minutos de fuerza y 15 minutos de combinación de ejercicio de flexibilidad y el equilibrio. El grupo de mujeres logra adaptaciones significativas ($p < 0,05$) en otras variables de composición corporal y aptitud física, pero no en la presión manual total.

A pesar de no encontrar mejoras significativas, los valores de presión manual registrados tanto en el estudio de Araya como en el GE 3 días de la presente tesis doctoral, se encuentran dentro de los límites normales ($31,1 \pm 5,3$ N) para el

rango de edad y sexo estudiado (241). Por lo tanto, se recapacita que antes de la intervención, las mujeres evaluadas en el GE 3 días, ya tenían valores de presión manual dentro del rango de salud deseado. En consecuencia, se podría justificar que el estímulo de ejercicio propuesto para el GE 3 días, no fue lo suficientemente preciso para potenciar las adaptaciones en presión manual. Sin embargo, si lo fue en el GE 2 días, con valores iniciales menores en presión manual. En este caso, los hallazgos invitan a reflexionar respecto a la importancia del principio de especificidad, es decir, las adaptaciones específicas a las demandas impuestas (242). De este modo, ante un grupo de mujeres postmenopáusicas con valores significativamente superiores en presión manual, necesitarán de una intensidad superior, adaptada al nivel que presentan, y no solo un cambio en la frecuencia de entrenamiento.

El sistema músculo-esquelético es protagonista en la conservación de la capacidad funcional, de la independencia y de la calidad de vida de la mujer postmenopáusica. Una capacidad funcional deteriorada en el sistema muscular es sinónimo de pérdida de calidad de vida y morbilidad. La presente tesis doctoral encuentra que el programa de ejercicio físico multicomponente, practicado al menos durante 2 días/semana, parece ser suficiente para mejorar la fuerza máxima tanto de miembros superiores como inferiores.

6.2.5 Adaptaciones sobre el Equilibrio

La frecuencia de caídas en los grupos de mediana edad es superior en las mujeres que en los hombres (9). La mayor tendencia a caer en personas de edad avanzada está relacionada con la disminución de la estabilidad postural y se cree que es el resultado de un estado de salud general deteriorado (131). Este riesgo también se observa en el período de postmenopausia. La incidencia de caídas es tres veces mayor en mujeres postmenopáusicas que en hombres dentro del mismo grupo de edad. La reducción del nivel de estrógeno en la menopausia parece afectar en la estabilidad mediante la reducción de la velocidad de procesamiento de información por parte del cerebro (243).

Los diferentes programas de ejercicio físico se relacionan con una reducción significativa de la incidencia de caídas sobre todo cuando estos programas incluyen ejercicios de equilibrio (137, 244). Los resultados hallados en el presente trabajo se acercan a los encontrados por Hu y Woollacot (245) quienes indican que mediante

el entrenamiento de ejercicios o juegos con entradas visuales, vestibulares y propioceptivas se alcanza una mejora en la estabilidad postural.

De este modo, la presente investigación encontró mejoras significativas en el GE 2 días en los test de equilibrio: posición de bipedestación ($p=0,014$; 17%) y tándem ($p=0,005$; 15%). Mientras que el GE 3 días logró únicamente mejoras altamente significativas ($p=0,001$; 25%) en el test estático en posición de tándem. Los resultados indicaron que un programa de ejercicio físico multicomponente puede lograr mejoras en valores de equilibrio con 2 sesiones a la semana.

Estos datos coinciden con Gillespie y colaboradores (246) quienes indican que programas de ejercicio físico que contienen al menos dos de las siguientes modalidades reducen el riesgo de caídas: entrenamiento de la fuerza, equilibrio, flexibilidad o resistencia cardiovascular.

Resultados similares son encontrados por Otero y colaboradores (140). Los autores pretenden determinar los efectos de un programa de entrenamiento en el equilibrio y la fuerza de un grupo de mujeres postmenopáusicas, divididas en un grupo de intervención ($n=33$; $57,4\pm 4,8$ años) y otro control ($n=32$; $58,2\pm 4,5$ años). Las mujeres adheridas al programa de intervención alcanzan mejoras altamente significativas ($p<0,001$) en equilibrio estático (21%) tras 6 meses de entrenamiento. Las sesiones de entrenamiento tuvieron una duración de 40 minutos, divididos por igual en una parte de equilibrio y otra de mejora de la fuerza. El programa de fuerza se basó en 10 repeticiones de ejercicios globales a una velocidad baja-moderada con un volumen de 5 series durante 3 días a la semana. El entrenamiento del equilibrio se diferenció entre una fase de ejercicios estáticos y otra de ejercicios dinámicos, siguiendo criterios parecidos a los expuestos en la presente tesis: estimulación del sistema vestibular, movilización de los miembros y reducción del campo visual. Estos resultados comparados con el programa multicomponente, ayudan a entender que programas de menor duración, como el diseñado, podrían ser igualmente válidos para encontrar mejoras en equilibrio estático.

Otro estudio, Teixeira y colaboradores (141), proponen evaluar los efectos de 18 semanas de entrenamiento de resistencia muscular y equilibrio en la mejora de la fuerza del cuádriceps y en la prevención de caídas de un grupo de mujeres de mediana-avanzada edad (55-75 años). La muestra es dividida en un grupo de ejercicio ($n=50$) y en un grupo control ($n=50$). El entrenamiento de la fuerza se centra en la musculatura del cuádriceps con una carga del 50-80% del 1-RM durante una

única serie durante 2 sesiones semanales. Por otro lado, el entrenamiento de equilibrio y propioceptivo consistió en ejercicios de reeducación de la marcha y reducción del campo visual. El grupo de intervención alcanzó diferencias de mejora estadísticamente significativas ($p < 0,001$) en comparación con el grupo control en las pruebas "Timed Up and Go", "Berg Balance Scale" y fuerza máxima del cuádriceps.

En esta línea, se podría añadir que los resultados alcanzados en el GE 2 días y el GE 3 días pudo interferir el desarrollo de la musculatura del cuádriceps, por su relación con el equilibrio y la prevención de caídas (136, 141). Del mismo modo, el entrenamiento de la flexibilidad puede haber favorecido a los resultados alcanzados puesto que asociaciones como el ACSM (102) considera que la mejora del ROM podría estar relacionada con la mejora del equilibrio. En definitiva, parece que la disminución de la flexibilidad, la fuerza isométrica, la fuerza máxima y la sarcopenia son el resultado de un menor rendimiento muscular que contribuye de manera significativa a la pérdida del equilibrio en la mujer postmenopáusica.

Otro aspecto que ha podido ayudar a las adaptaciones de equilibrio en la presente investigación, es el control de la intensidad percibida durante los ejercicios propuestos. Una variable importante, sin embargo, como ocurre con el entrenamiento de la flexibilidad, se obvia. En este caso, la intensidad durante el entrenamiento del equilibrio se evaluó en función del desequilibrio que el ejercicio indicado podía provocar en la persona, a partir de la percepción del sujeto, donde 0 significó ningún desequilibrio y 10 imposibilidad total de mantener el control postural. Así, se pretendió adecuar el ejercicio para conseguir una intensidad de desequilibrio que osciló entre 5 y 8 (0 extremadamente fácil, 2 fácil, 4 algo fácil, 6 algo duro, 8 duro, 10 extremadamente duro).

No obstante, como se ha mencionado anteriormente, el GE 3 días alcanzó mejoras significativas únicamente en el test realizado en posición de tándem ($p = 0,001$; 25%). Este resultado se puede deber al principio de especificidad del ejercicio el cual indica que la adaptación lograda depende del tipo de entrenamiento realizado. En pocas palabras, esto significa que, si un objetivo de aptitud física es mejorar en equilibrio en posición de tándem, entonces el entrenamiento de equilibrio debe incluir ejercicios que lo soliciten. En este caso, la mayor parte de los ejercicios de equilibrio ejecutados por los sujetos durante el programa multicomponente se asemejaron a la posición de tándem. La orientación

hacia este tipo de ejercicios pudo provocar que el GE 3 días alcanzase una tendencia positiva en ambas posiciones evaluadas, pero significativamente ($p < 0,05$) solo en la posición de tándem.

Como se ha comentado a lo largo de este apartado, se intentó en todo momento tener un riguroso control de la metodología del entrenamiento de equilibrio para alcanzar las adaptaciones deseadas. Este trabajo metodológico, añadido a la justificación de los criterios en el diseño de los ejercicios planteados, podría justificar los resultados alcanzados, tanto en el GE 2 días como en el GE 3 días. Sin embargo, un futuro estudio debería tratar de dosificar por igual el volumen de ejercicios en posición de bipedestación y tándem.

6.3 ADAPTACIONES PSICO-EMOCIONALES

Además de cambios morfológicos y fisiológicos no se debería desatender la evolución psicológica producida durante la postmenopausia. Por ello, la presente tesis doctoral evaluó el estado de depresión percibido antes y después del programa propuesto. De esta manera, se deseó conocer el estado inicial de posibles síntomas depresivos antes de la investigación en el grupo de mujeres postmenopáusicas, y si un programa de entrenamiento multicomponente durante 12 semanas podría ayudar a mejorar su puntuación.

Los resultados mostraron una reducción significativa en el "Inventario de Depresión Beck" tanto en el GE 2 días ($p < 0,001$; 56,55%) como en el GE 3 días ($p < 0,05$; 31,1%), en contraste con el GC el cual no logró mejorar. En cuanto al cambio de las diferencias logradas, se encuentran diferencias significativas entre el GE 2 días y el GE 3 días ($p < 0,05$) y entre el GE 2 días y el GC ($p = 0,000$), a favor del GE 2 días en ambos casos.

No obstante, durante el pre-test la puntuación obtenida por GE 3 días era significativamente más baja que aquella alcanzada por el GE 2 días y el GC (6,68, 10,68 y 12,8, respectivamente). De este modo, se puede justificar que la caída (mejora) de la puntuación obtenida por el GE 2 días sea significativamente mayor ($p < 0,05$) que la obtenida por el GE 3 días. Tras el pos-test, el GE 2 días y el GE 3 días logran igualarse en puntuación (4,64 y 4,6, respectivamente) contra los 11,52 puntos del GC.

Además, considerando la puntuación de 10 a 15 puntos como ligeramente deprimidas y de 0 a 9 no deprimidas (183), antes de iniciar el programa, el GE 2

días y el GC se encontraban en un rango de puntuación que indicaba una posible “ligera depresión” (10,68 y 12,8, respectivamente). Sin embargo, 12 semanas más tarde el GE 2 días disminuye significativamente ($p < 0,05$) su puntuación un grado más bajo, que indica la “no depresión”, igualando al GE 3 días.

Los resultados de la presente tesis son similares a los hallazgos de un estudio realizado por Moilanen y colaboradores (95), con 154 mujeres postmenopáusicas sedentarias (45-63 años). Los autores analizan los efectos de un programa de ejercicio físico aeróbico en los sudores nocturnos, los cambios de humor, la irritabilidad, el estado de ánimo depresivo, el dolor de cabeza y la sequedad vaginal. El programa aeróbico consistió en un volumen de entrenamiento de 50 minutos, 4 veces/semana durante 6 meses. Los trastornos en los sudores nocturnos, los cambios en el estado de ánimo y la irritabilidad mejoran significativamente ($p < 0,001$) en comparación con el GC. A pesar de que el programa multicomponente de la presente tesis doctoral tuvo la mitad de duración que el propuesto por Moilanen, se observaron mejoras significativas en el estado de ánimo. Esta diferencia podría deberse a que los autores no usaron la escala de Depresión de Beck para medir el estado de depresión.

De este modo, si se analiza otro estudio realizado por Abedi y colaboradores (159), utilizando en este caso el “Inventario de Depresión de Beck”, se encuentran mejoras significativas ($p < 0,05$) en el estado de depresión del grupo de mujeres postmenopáusicas supervisadas, divididas en un grupo de ejercicio ($n=53$) y un grupo control ($n=53$). Los investigadores proponen un programa de entrenamiento aeróbico para la mejora de las variables psicológicas como el estudio de Moilanen, pero de 12 semanas como el de la presente tesis. El programa de entrenamiento consiste en controlar mediante un podómetro un aumento de 500 pasos por semana. Los niveles de ansiedad e insomnio se encuentran significativamente más bajos en la octava semana ($p=0,007$) y en la duodécima ($p < 0,001$). Además, los niveles de depresión disminuyen en el grupo de intervención en comparación con el grupo control ($13,7 \pm 5$ vs $19,6 \pm 4,79$, $p < 0,001$) tras el aumento progresivo del número de pasos, llegando a 106.398 el último mes ($p > 0,001$).

Respecto a los estudios presentados, primero se detecta que un programa de ejercicio físico aeróbico de baja intensidad podría ayudar a reducir el disturbio psicológico adyacente a la mujer postmenopáusica. De este modo, la inclusión del entrenamiento aeróbico en la presente investigación puede justificar los resultados

logrados. Segundo, que el programa de entrenamiento multicomponente, incluyendo otras aptitudes físicas, consigue igualmente mejoras altamente significativas en el estado de depresión, con tan solo 2 días/semana.

Además, existe un reciente metaanálisis llevado a cabo por Pérez-López y colaboradores (162), que ayuda a justificar aún más los resultados obtenidos. Los autores tras el análisis de 11 publicaciones relacionadas con 1953 mujeres de mediana edad y mayores (mínimo 44-55 años - máximo 69 años), concluyen que el ejercicio de baja a moderada intensidad, por ejemplo, la caminata, reduce los síntomas depresivos en la mujer. Sin embargo, a favor de la presente tesis doctoral, los autores señalan que cualquier programa de ejercicio físico capaz de otorgarle a la mujer: recreación, desinhibición social, mejora de la condición física, mejora del estado emocional, mejora del sueño, mejora de parámetros hormonales y metabólicos, le aportará efectos positivos sobre los síntomas depresivos ya que todas las variables nombradas son factores relacionados.

La intervención de entrenamiento multicomponente propuesta se muestra eficaz en la mejora de los síntomas depresivos en un grupo de mujeres postmenopáusicas. El programa es capaz de lograr una mejora estadísticamente significativa en síntomas depresivos, anulando una "ligera depresión" con 2 días/semana, y de mantener un buen estado emocional en un grupo de mujeres postmenopáusicas sin síntomas depresivos aparentes.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

*“En las huellas están todas las verdades
que la boca no puede decir”*

(ELLAS)

CAPÍTULO VII - CONCLUSIONES

En orden a los objetivos planteados, habiendo utilizado la metodología expuesta y discutidos los resultados obtenidos, se llega a las siguientes conclusiones que responden a las hipótesis iniciales:

Primera: un programa de entrenamiento multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas, logra mejoras en CT, triglicéridos y glucosa en un grupo de mujeres postmenopáusicas. Sin embargo, no se alcanzan mejoras significativas en HDL-C y LDL-C. La hipótesis 1 se cumple parcialmente.

Segunda: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 3 días/semana durante 12 semanas, logra mejoras en CT, HDL-C, LDL-C, triglicéridos y glucosa. Una frecuencia de 3 días a la semana con intensidades moderadas-altas, se considera adecuada en la consecución de adaptaciones en el perfil lipídico y la glucosa de un grupo de mujeres postmenopáusicas. La hipótesis 2 se cumple.

Tercera: un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 3 días/semana alcanza mayores mejoras en variables de perfil lipídico y glucosa, respecto a aquellas mujeres postmenopáusicas que entrenan 2 días semanales. Este tipo de entrenamiento que combina el ejercicio de fuerza y el ejercicio aeróbico a intensidades moderadas-altas modificará el perfil lipídico que se verá afectado por la frecuencia de entrenamiento. La hipótesis 3 se cumple.

Cuarta: Un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas, es suficiente para alcanzar mejoras en parámetros de tensión arterial y frecuencia cardiaca, en estado de reposo y tras el esfuerzo, en un grupo de mujeres postmenopáusicas. La hipótesis 4 se cumple.

Quinta: Un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas, es suficiente para provocar mejoras de VO₂ máx en un grupo de mujeres postmenopáusicas, alcanzando un similar nivel de mejora que el mismo protocolo durante 3 días/semana. La hipótesis 5 se cumple.

Sexta: Una intervención de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas controlado a una intensidad del esfuerzo moderada-alta, es suficiente para alcanzar mejoras en variables de composición

corporal. La hipótesis 6 se cumple.

Séptima: Un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas programado a una intensidad del esfuerzo percibida moderada-alta, es suficiente para alcanzar mejoras en variables de composición corporal. La hipótesis 7 se cumple.

Octava: Un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas es suficiente para alcanzar mejoras en variables de flexibilidad de un grupo de mujeres postmenopáusicas. La hipótesis 8 se cumple.

Novena: Un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semanales durante 12 semanas, en un grupo de mujeres postmenopáusicas, es suficiente para alcanzar adaptaciones en parámetros de fuerza máxima. La hipótesis 9 se cumple.

Décima: Un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana durante 12 semanas será suficiente para alcanzar mejoras en medidas de equilibrio en un grupo de mujeres postmenopáusicas. La hipótesis 10 se cumple.

Undécima: Un protocolo de ejercicio físico multicomponente de 2 días/semana es suficiente para alcanzar mejoras en el estado emocional de la mujer postmenopáusica, provocando una disminución en el grado de depresión. La hipótesis 11 no se cumple.

CAPÍTULO VIII

PRINCIPALES LIMITACIONES

*“Espero que puedas detenerte 1 minuto en cada una de ellas
(...) gracias por todo lo que me has enseñado”*

(Esteban Amunt)

CAPÍTULO VIII - PRINCIPALES LIMITACIONES

Una vez terminada la presente tesis doctoral, se exponen las siguientes limitaciones encontradas en la investigación realizada:

La muestra reclutada no es tan alta como para representar a la población de la Región de Murcia. En este caso, se necesitarían estudios futuros con un mayor número de sujetos para generalizar los resultados hallados.

En cuanto a la variable HDL-C, si bien el GE 3 días encuentra una mejora significativa respecto al GE 2 días y al GC en la valoración del cambio pre-post test, el GE 3 días tenía una puntuación de HDL-C significativamente menor que el resto de grupos antes de iniciar la intervención. Así, la interpretación de los datos se puede ver alterada.

Respecto a la valoración de la tensión arterial y la frecuencia cardiaca en reposo, aunque se les pidió a los sujetos no ingerir ningún tipo de alimento y guardar reposo las dos horas previas a las valoraciones, los resultados se pueden haber visto alterados en caso de no haber cumplido alguna de las premisas.

También, a pesar de que los datos de composición corporal son providenciales, sería un error afirmar que se debe únicamente al programa de entrenamiento multicomponente. En este caso, no se realizó ningún control nutricional, aunque se les informó a los sujetos que siguiesen la misma rutina alimenticia previa a la investigación.

A pesar de que se realizó una fase de familiarización para educar en el control de la intensidad y la técnica de ejercicio, se considera que ésta debería haber sido más larga. Además, nuestro estudio empleó dos colores de Thera-Band (rojo: resistencia media y negro: resistencia extra-fuerte), existiendo otro color de intensidad más ligera que se obvió (amarillo: suave). Una resistencia más débil podría haber sido introducida durante la fase de familiarización para propiciar mayor seguridad y aprendizaje a los sujetos.

Finalmente, a lo largo de este trabajo no se encontraron numerosos estudios que incluyesen el entrenamiento multicomponente en la población postmenopáusica. Además, algunos estudios incluidos no presentaron solidez y relevancia, sin precisión en la metodología del entrenamiento realizada.

CAPÍTULO IX

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

*Por sus cafés con sabor a niñez, por todo el cariño concedido a mi
familia, y por el apoyo recibido*

(Pascualina y Antonio)

CAPÍTULO IX - FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Al finalizar la investigación, se plantean futuras líneas de trabajo con mujeres postmenopáusicas que tienen su origen en el presente proyecto:

Primera, incluir estudios que comparen diferentes programas (acuático vs terrestre), metodologías (intensidad, volumen y densidad) y sus efectos de entrenamiento sobre la salud de la población postmenopáusica.

Segunda, realizar más investigaciones que incluyan programas de ejercicio multicomponente entre la mujer postmenopáusica, conocido su beneficio, mediante un enfoque metodológico riguroso que permita reproducibilidad.

Tercera, hacer más estudios con materiales alternativos y portables como bandas elásticas. Este material permite entrenar la fuerza en lugares donde no existen máquinas de entrenamiento, siendo además una herramienta validada de bajo coste.

Cuarta, analizar el efecto de mismos protocolos, pero distintos programas de entrenamiento (cardiovascular, fuerza, concurrente y multicomponente) en la mejora del perfil lipídico.

Quinta, analizar los efectos del mismo programa multicomponente con distintas frecuencias (2 días vs 3 días) en la mejora de la densidad mineral ósea y la fuerza de un grupo de mujeres postmenopáusicas durante al menos 12 semanas de entrenamiento.

Sexta, analizar el efecto de mismos protocolos, pero distintos programas de entrenamiento (cardiovascular, fuerza, concurrente y multicomponente) en la mejora del estado emocional; seleccionando el Inventario de Beck junto a otros test de valoración del estado emocional.

Séptima, analizar la combinación de programas que incluyan una educación nutricional unida a un protocolo de ejercicio físico multicomponente; y comparar las diferencias entre aquellos grupos que añaden el control nutricional y aquellos que solamente realizan el protocolo de entrenamiento.

CAPÍTULO X

BIBLIOGRAFÍA

“La voluntad es una virtud, la persistencia una capacidad”

(Los amigos de un lado)

CAPÍTULO X - BIBLIOGRAFÍA

1. Evolución de la población según el Padrón Municipal de Habitantes [Internet]. 2019. Available from: <http://econet.carm.es/web/crem/inicio/-/crem/sicrem/PU39/sec8.html>.
2. Abellán A, Puyol R. Un perfil de las personas mayores en España, 2013. Indicadores estadísticos básicos. Informes Envejecimiento en red n.º 1. Madrid: CSIC. Recuperado de <http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/enred-indicadoresbasicos13.pdf>; 2013.
3. World Health O. World health statistics 2015: World Health Organization; 2015.
4. Ortega CM, Marín RG. Envejecimiento de la población en la Región de Murcia: Causas y consecuencias. *Papel Geog.* 2015;61:44-59.
5. Rosen SE, Mieres JH. Exercise and Strength Training in Postmenopausal Women at Risk for Cardiovascular Disease: Need for Strategies to Improve Adherence. Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA; 2016.
6. Abellán García A, Ayala García A, Pujol Rodríguez R. Un perfil de las personas mayores en España, 2017. Indicadores estadísticos básicos. 2017.
7. Dribe M, Breschi M, Gagnon A, Gauvreau D, Hanson HA, Maloney TN, et al. Socio-economic status and fertility decline: Insights from historical transitions in Europe and North America. *Etude Popul.* 2017;71(1):3-21.
8. Evolución de la población según el Padrón Municipal de Habitantes [Internet]. 2018. Available from: <http://econet.carm.es/web/crem/inicio/-/crem/sicrem/PU39/sec8.html>.
9. Stevens JA, Sogolow ED. Gender differences for non-fatal unintentional fall related injuries among older adults. *Inj Prev.* 2005;11(2):115-9.
10. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). *World Population Ageing 2015 (ST/ESA/SER.A/390)*.
11. Puig-Samper MÁ. El gasto sanitario en España. Madrid: Confederación Sindical de Comisiones Obreras. 2014.
12. Navarro-Pardo E, Mikkola TS, Simoncini T, Millán M, Juliá MD, Cano A. The impact of estrogen decline on other noncommunicable diseases. *Menopause: Springer*; 2017. p. 159-78.

13. Wu F, Callisaya M, Laslett LL, Wills K, Zhou Y, Jones G, et al. Lower limb muscle strength is associated with poor balance in middle-aged women: linear and nonlinear analyses. *Osteoporos Int*. 2016;27(7):2241-8.
14. Sun N, Xing J, Li L, Han X-y, Man J, Wang H-y, et al. Impact of Menopause on Quality of Life in Community-based Women in China: 1 Year Follow-up. *Arch Psychiatr Nurs*. 2017.
15. Thulkar J, Singh S, Sharma S, Thulkar T. Preventable risk factors for osteoporosis in postmenopausal women: Systematic review and meta-analysis. *J Mid-life Health*. 2016;7(3):108.
16. Stevenson JC. A woman's journey through the reproductive, transitional and postmenopausal periods of life: impact on cardiovascular and musculo-skeletal risk and the role of estrogen replacement. *Maturitas*. 2011;70(2):197-205.
17. Mendoza N, De Teresa C, Cano A, Godoy D, Hita-Contreras F, Lapotka M, et al. Benefits of physical exercise in postmenopausal women. *Maturitas*. 2016;93:83-8.
18. Hernández RA. Menopausia. *Revista Medica Sinergia*. 2017;2(12):7-10.
19. Taylor W, Terlouw D, Olliaro PL, White NJ, Brasseur P, ter Kuile F. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*. Acceso. 2017;95(5).
20. Faubion SS, Kuhle CL, Shuster LT, Rocca WA. Long-term health consequences of premature or early menopause and considerations for management. *Climacteric*. 2015;18(4):483-91.
21. Suzman R, Beard JR, Boerma T, Chatterji S. Health in an ageing world—what do we know? *Lancet*. 2015;385(9967):484-6.
22. Foster L, Walker A. Active and successful aging: A European policy perspective. *Gerontologist*. 2014;55(1):83-90.
23. Salud OM. *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra: OMS. 2010.
24. Walker A, Foster L. Active ageing: Rhetoric, theory and practice. *The making of aging policy: Theory and practice in Europe*. 2013:27-53.
25. Townsend P. Using human rights to defeat ageism: Dealing with policy-induced 'structured dependency.' *Ageing Soc*. 2007:27-44.
26. Martínez FM, Astorga GL. Dependencia en Geriátría: definición, epidemiología, diagnóstico. *Dependencia en geriatría*. 2009;149:51.
27. Buchner DM, Wagner EH. Preventing frail health. *Clin Geriatr Med*. 1992;8(1):1-17.
28. Cortés JJB, González-Montalvo JI, Jaurrieta JJS, Calvó MH. Atención sanitaria al

- anciano: de la teoría a la evidencia científica. *Med Clin*. 2000;115(18):704-17.
29. Villar Aguirre M. Factores determinantes de la salud: Importancia de la prevención. *Acta méd peruana*. 2011;28(4):237-41.
 30. Carr MC. The emergence of the metabolic syndrome with menopause. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003;88(6):2404-11.
 31. Brunzell JD, Ayyobi AF. Dyslipidemia in the metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus. *Am J Med*. 2003;115(8):24-8.
 32. Han SJ, Fujimoto WY, Kahn SE, Leonetti DL, Boyko EJ. Change in visceral adiposity is an independent predictor of future arterial pulse pressure. *J Hypertens*. 2018;36(2):299-305.
 33. Nicklas BJ, Penninx BWJH, Ryan AS, Berman DM, Lynch NA, Dennis KE. Visceral adipose tissue cutoffs associated with metabolic risk factors for coronary heart disease in women. *Diabetes*. 2003;26(5):1413-20.
 34. Palmisano BT, Zhu L, Stafford JM. Role of estrogens in the regulation of liver lipid metabolism. *Sex and Gender Factors Affecting Metabolic Homeostasis*, *Endocr Rev*: Springer; 2017. p. 227-56.
 35. Gaspard UJ, Gottal J-M, van den Brûle FA. Postmenopausal changes of lipid and glucose metabolism: a review of their main aspects. *Maturitas*. 1995;21(3):171-8.
 36. Zarins ZA, Johnson ML, Faghihnia N, Horning MA, Wallis GA, Fattor JA, et al. Training improves the response in glucose flux to exercise in postmenopausal women. *J Appl Physiol*. 2009;107(1):90-7.
 37. Expert Panel on Detection E. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *Jama*. 2001;285(19):2486.
 38. Otsuki M, Kasayama S, Morita S, Asanuma N, Saito H, Mukai M, et al. Menopause, but not age, is an independent risk factor for fasting plasma glucose levels in nondiabetic women. *Menopause*. 2007;14(3):404-7.
 39. Zanchetti A, Facchetti R, Cesana GC, Modena MG, Pirrelli A, Sega R. Menopause-related blood pressure increase and its relationship to age and body mass index: the SIMONA epidemiological study. *J Hypertens Manag*. 2005;23(12):2269-76.
 40. Mosca L, Benjamin EJ, Berra K, Bezanson JL, Dolor RJ, Lloyd-Jones DM, et al. Effectiveness-based guidelines for the prevention of cardiovascular disease in women—2011 update: a guideline from the American Heart Association. *J Am Coll*

- Cardiol. 2011;57(12):1404-23.
41. González VC, González HLR. Menopause and its relationship with metabolic syndrome. *Acta Med Centro*. 2013;7(2).
 42. Writing Group for the Women's Health Initiative I. Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women: principal results from the Women's Health Initiative randomized controlled trial. *JAMA*. 2002;288(3):321-33.
 43. Rosano GMC, Spoletini I, Vitale C. Cardiovascular disease in women, is it different to men? The role of sex hormones. *Climacteric*. 2017;20(2):125-8.
 44. Goff DC, Lloyd-Jones DM, Bennett G, Coady S, D'agostino RB, Gibbons R, et al. 2013 ACC/AHA guideline on the assessment of cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(25 Part B):2935-59.
 45. Yeh M-L, Liao R-W, Hsu C-C, Chung Y-C, Lin J-G. Exercises improve body composition, cardiovascular risk factors and bone mineral density for menopausal women: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Appl Nurs Res*. 2018;40:90-8.
 46. Libardi CA, Bonganha V, Conceicao M, De Souza GV, Bernardes CF, Secolin R, et al. The periodized resistance training promotes similar changes in lipid profile in middle-aged men and women. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52:286-92.
 47. Neves LM, Fortaleza AC, Rossi FE, Diniz TA, Codogno JS, Gobbo LA, et al. Functional training reduces body fat and improves functional fitness and cholesterol levels in postmenopausal women: a randomized clinical trial. *Sports Med Phys Fitness*. 2017;57(4):448-56.
 48. Mandrup CM, Egelund J, Nyberg M, Slingsby MHL, Andersen CB, Løgstrup S, et al. Effects of high-intensity training on cardiovascular risk factors in premenopausal and postmenopausal women. *Am J Obstet Gynecol*. 2017;216(4):384-e1.
 49. Daley AJ, Thomas A, Roalfe AK, Stokes-Lampard H, Coleman S, Rees M, et al. The effectiveness of exercise as treatment for vasomotor menopausal symptoms: randomised controlled trial. *BJOG*. 2015;122(4):565-75.
 50. Boonpim H, Wanpen S, Chanavirut R, Apaijit K, Kukongviriyapan U, Nakmareong S. Reduced Arterial Stiffness and Ankle Blood Pressure Following Stretching Exercise in Postmenopausal Women. *J Physiol*. 2017;30(2):47-51.
 51. Delgado J. Definición y Clasificación de Actividad Física y Salud. *Publice Standard*.

- 2006.
52. Pangrazi RP, Hastad DN. Fitness in the Elementary Schools. A Teacher's Manual: ERIC; 1989.
 53. Bouchard CE, Shephard RJ, Stephens TE, editors. Physical activity, fitness, and health: International proceedings and consensus statement 1994: Human Kinetics Publishers.
 54. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med.* 2004;34(5):329-48.
 55. Messier V, Rabasa-Lhoret R, Barbat-Artigas S, Elisha B, Karelis AD, Aubertin-Leheudre M. Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. *Maturitas.* 2011;68(4):331-6.
 56. Kemmler W, Kohl M, von Stengel S. Long-term effects of exercise in postmenopausal women: 16-year results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Menopause.* 2017;24(1):45-51.
 57. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2011;12(4):249-56.
 58. Chodzko-Zajko W, Schwingel A, Park CH. Successful aging: the role of physical activity. *Am J Lifestyle Med.* 2009;3(1):20-8.
 59. van Geel TACM, Geusens PP, Winkens B, Sels J-PJE, Dinant G-J. Measures of bioavailable serum testosterone and estradiol and their relationships with muscle mass, muscle strength and bone mineral density in postmenopausal women: a cross-sectional study. *Eur J Endocrinol.* 2009;160(4):681-7.
 60. Atsma F, Bartelink M-LEL, Grobbee DE, van der Schouw YT. Postmenopausal status and early menopause as independent risk factors for cardiovascular disease: a meta-analysis. *Menopause.* 2006;13(2):265-79.
 61. Ley CJ, Lees B, Stevenson JC. Sex-and menopause-associated changes in body-fat distribution. *Am J Clin Nutr.* 1992;55(5):950-4.
 62. Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities: a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. *Am J Clin Nutr.* 1956;4(1):20-34.
 63. van Gemert WAM, Schuit AJ, van der Palen J, May AM, Iestra JA, Wittink H, et al. Effect of weight loss, with or without exercise, on body composition and sex

- hormones in postmenopausal women: the SHAPE-2 trial. *Breast Cancer Res.* 2015;17(1):120.
64. Toth MJ, Tchernof A, Sites CK, Poehlman ET. Effect of menopausal status on body composition and abdominal fat distribution. *International journal of obesity.* 2000;24(2):226.
 65. He Z, Rankinen T, Leon AS, Skinner JS, Tchernof A, Bouchard C. Plasma steroids, body composition, and fat distribution: effects of age, sex, and exercise training. *Int J Obes.* 2018:1.
 66. Tremollieres FA, Pouilles J-M, Ribot CA. Relative influence of age and menopause on total and regional body composition changes in postmenopausal women. *Am J Obstet Gynecol.* 1996;175(6):1594-600.
 67. Van Pelt RE, Evans EM, Schechtman KB, Ehsani AA, Kohrt WM. Waist circumference vs body mass index for prediction of disease risk in postmenopausal women. *Int J Obes.* 2001;25(8):1183.
 68. Bea JW, Thomson CA, Wertheim BC, Nicholas JS, Ernst KC, Hu C, et al. Risk of mortality according to body mass index and body composition among postmenopausal women. *Am J Epidemiol.* 2015;182(7):585-96.
 69. Visscher TLS, Seidell JC, Molarius A, van der Kuip D, Hofman A, Witteman JCM. A comparison of body mass index, waist-hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study. *Int J Obes.* 2001;25(11):1730.
 70. Grindler NM, Santoro NF. Menopause and exercise. *Menopause.* 2015;22(12):1351-8.
 71. Colado JC, Triplett NT. Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *J Strength Cond Res.* 2008;22(5):1441-8.
 72. Colado J, Garcia-Masso X, Rogers M, Tella V, Benavent J, Dantas E. Effects of aquatic and dry land resistance training devices on body composition and physical capacity in postmenopausal women. *J Hum Kinet.* 2012;32:185-95.
 73. Fritz NB, Jueas Á, Gargallo P, Calatayud J, Fernández-Garrido J, Rogers ME, et al. Positive effects of a short-term intense elastic resistance training program on body composition and physical functioning in overweight older women. *Biol Res Nurs.* 2018;20(3):321-34.
 74. Bittar ST, Maeda SS, Marone MMS, Santili C. Physical exercises with free weights

- and elastic bands can improve body composition parameters in postmenopausal women: WEB protocol with a randomized controlled trial. *Menopause*. 2016;23(4):383-9.
75. Murga Eizagahevarria N, Pedreira Pérez M, Mazón Ramos P, Alonso García Á. Temas de actualidad en cardiología clínica y extrahospitalaria. Un nuevo proyecto: enfermedad cardiovascular en la mujer. *Rev Esp Cardiol*. 2006;59(Supl. 1):99-104.
 76. Khona NN, Maiya AG, Acharya K, Samuel. Correlation of physical activity level with bone mineral density, cardio-respiratory fitness and body composition in post-menopausal women. *J Physiother Phys Rehabil*. 2017;4(1):6-11.
 77. Sutton-Tyrrell K, Najjar SS, Boudreau RM, Venkitachalam L, Kupelian V, Simonsick EM, et al. Elevated aortic pulse wave velocity, a marker of arterial stiffness, predicts cardiovascular events in well-functioning older adults. *Circulation*. 2005;111(25):3384-90.
 78. Lakatta EG. Age-associated cardiovascular changes in health: impact on cardiovascular disease in older persons. *Heart Fail Rev*. 2002;7(1):29-49.
 79. Smoller JW, Pollack MH, Wassertheil-Smoller S, Jackson RD, Oberman A, Wong ND, et al. Panic attacks and risk of incident cardiovascular events among postmenopausal women in the Women's Health Initiative Observational Study. *Arch Gen Psychiatry*. 2007;64(10):1153-60.
 80. Fragoso CAV, Gill TM. Respiratory impairment and the aging lung: a novel paradigm for assessing pulmonary function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67(3):264-75.
 81. Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sports Med*. 2000;29(1):1-12.
 82. Valero EB. Efecto del entrenamiento de circuito de fuerza, de body-building y del sedentarismo, sobre el porcentaje en el compartimento muscular (Pm(%)) y compartimento graso (Pg(%)), y en la capacidad máxima de oxígeno (VO₂máx) en la salud de adultos de 50-65 años. *REDEX*. 2012;3(2).
 83. Hawkins SA, Wiswell RA. Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging. *Sports Med*. 2003;33(12):877-88.
 84. Izquierdo M, Häkkinen K, Ibañez J, Antón A, Garrués M, Ruesta M, et al. Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J Strength Cond Res*. 2003;17(1):129-39.
 85. Lynch NA, Ryan AS, Berman DM, Sorkin JD, Nicklas BJ. Comparison of VO₂max and disease risk factors between perimenopausal and postmenopausal women.

- Menopause. 2002;9(6):456-62.
86. Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Harding AT, Horan SA, Beck BR. High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women With Osteopenia and Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. *J Bone Miner Res.* 2018;33(2):211-20.
 87. Vainionpää A, Korpelainen R, Leppäluoto J, Jämsä T. Effects of high-impact exercise on bone mineral density: a randomized controlled trial in premenopausal women. *Osteoporos Int.* 2005;16(2):191-7.
 88. Robertson RJ, Goss FL, Dube J, Rutkowski J, Dupain M, Brennan C, et al. Validation of the adult OMNI scale of perceived exertion for cycle ergometer exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(1):102-8.
 89. Manson JE, Hu FB, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, et al. A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *N Engl J Med.* 1999;341(9):650-8.
 90. Tolomio S, Ermolao A, Lalli A, Zaccaria M. The effect of a multicomponent dual-modality exercise program targeting osteoporosis on bone health status and physical function capacity of postmenopausal women. *J Women Aging.* 2010;22(4):241-54.
 91. Araya S, Padial P, Feriche B, Gálvez A, Pereira J, Mariscal-Arcas M. Incidencia de un programa de actividad física sobre los parámetros antropométricos y la condición física en mujeres mayores de 60 años. *Nutr Hosp.* 2012;27(5):1472-9. *Nutr Hosp*
 92. Godoy-Izquierdo D, Guevara NMLd, Toral MV, Galván CdT, Ballesteros AS, García JFG. Improvements in health-related quality of life, cardio-metabolic health, and fitness in postmenopausal women after a supervised, multicomponent, adapted exercise program in a suited health promotion intervention: a multigroup study. *Menopause.* 2017;24(8):938-46.
 93. Egaña M, Reilly H, Green S. Effect of elastic-band-based resistance training on leg blood flow in elderly women. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35(6):763-72.
 94. Moazzami M, Farahati S. The effects of aerobic training on pulmonary function in postmenopausal women. *IJSS.* 2013;3.
 95. Moilanen JM, Mikkola TS, Raitanen JA, Heinonen RH, Tomas EI, Nygård C-H, et al. Effect of aerobic training on menopausal symptoms—a randomized controlled trial. *Menopause.* 2012;19(6):691-6.

96. Silva-Grigoletto D, Viana-Montaner BH, Heredia J, Mata Ordóñez F, Peña G, Brito CJ, et al. Validación de la escala de valoración subjetiva del esfuerzo OMNI-GSE para el control de la intensidad global en sesiones de objetivos múltiples en personas mayores. *Kronos*. 2013; XII(1): 32-40.
97. Torricelli P, Veronesi F, Pagani S, Maffulli N, Masiero S, Frizziero A, et al. In vitro tenocyte metabolism in aging and oestrogen deficiency. *Age*. 2013;35(6):2125-36.
98. Hewett TE. Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes. *Sports Med*. 2000;29(5):313-27.
99. Melegario SM, Simão R, Vale RGS, Batista LA, Novaes JS. The influence of the menstrual cycle on the flexibility in practitioners of gymnastics at fitness centers. *Rev Bras Med Esporte*. 2006;12(3):125-8.
100. Frizziero A, Vittadini F, Gasparre G, Masiero S. Impact of oestrogen deficiency and aging on tendon: concise review. *Muscles Ligaments Tendons*. 2014;4(3):324.
101. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther*. 2001;81(5):1110-7.
102. American College of Sports M. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
103. Sexton P, Chambers J. The importance of flexibility for functional range of motion. *Athl Ther Today*. 2006;11(3):13-7.
104. Cristopoliski F, Sarraf TA, Dezan VH, Provensi CLG, Rodacki ALF. Transient effect of flexibility exercises in the hip joint on the gait of older women. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(2):139-44.
105. Munns K. Effects of exercise on the range of joint motion in elderly subjects. *Exer aging*. 1981:167-78.
106. Raab DM, Agre JC, McAdam M, Smith EL. Light resistance and stretching exercise in elderly women: effect upon flexibility. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 1988;69(4):268-72.
107. Nilwik R, Snijders T, Leenders M, Groen BB, van Kranenburg J, Verdijk LB, et al. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp Gerontol*. 2013;48(5):492-8.
108. Kostka T. Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23–88 years. *Eur J Appl Physiol* 2005;95(2-3):140-5.
109. Izquierdo M, Aguado X. Efectos del envejecimiento sobre el sistema

- neuromuscular. *Arch Med Deporte*. 1998;15(66):299-306.
110. Baber RJ, Panay N, Fenton A. 2016 IMS Recommendations on women's midlife health and menopause hormone therapy. *Climacteric*. 2016;19(2):109-50.
 111. Pöllänen E, Ronkainen PHA, Horttanainen M, Takala T, Puolakka J, Suominen H, et al. Effects of combined hormone replacement therapy or its effective agents on the IGF-1 pathway in skeletal muscle. *Growth Horm IGF Res*. 2010;20(5):372-9.
 112. Center J, Sheu A. Osteoporosis in postmenopausal women: key aspects of prevention and treatment. 2017. *Med Today* 18(4):29-38
 113. Schuit S, Van der Klift M, Weel A, De Laet C, Burger H, Seeman E, et al. Fracture incidence and association with bone mineral density in elderly men and women: the Rotterdam Study. *Bone*. 2004;34(1):195-202.
 114. González LA, Vásquez GM, Molina JF. Epidemiology of osteoporosis. *Rev Colom Reumatología*. 2009;16(1):61-75.
 115. Fernández-Tresguerres Hernández-Gil I, Alobera Gracia MA, Canto Pingarrón Md, Blanco Jerez L. Bases fisiológicas de la regeneración ósea II: El proceso de remodelado. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11(2):151-7.
 116. Brown TT, Qaqish RB. Antiretroviral therapy and the prevalence of osteopenia and osteoporosis: a meta-analytic review. *Aids*. 2006;20(17):2165-74.
 117. Calvo JCB. Guía práctica del manejo de la osteoporosis y de la prevención de la fractura por fragilidad en atención primaria: Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia; 2014.
 118. Melton LJ, Chrischilles EA, Cooper C, Lane AW, Riggs BL. How many women have osteoporosis? *J Bone Miner Res*. 2005;20(5):886-92.
 119. Curiel MD, García J, Carrasco J, Honorato J, Cano RP, Rapado A, et al. Prevalencia de osteoporosis determinada por densitometría en la población femenina española. *Med clínica*. 2001;116(3):86-8.
 120. Edo LP, Ruiz AA, Vilaseca DR, Vadillo AG, Gay NG, Peris P, et al. Actualización 2011 del consenso Sociedad Española de Reumatología de osteoporosis. *Reumatol Clin*. 2011;7(6):357-79.
 121. Tebé C, Del Río LM, Casas L, Estrada M-D, Kotzeva A, Di Gregorio S, et al. Factores de riesgo de fracturas por fragilidad en una cohorte de mujeres españolas. *Gac Sanit*. 2011;25(6):507-12.
 122. Maltais ML, Desroches J, Dionne IJ. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2009;9(4):186-97.

123. Tolomio S, Ermolao A, Travain G, Zaccaria M. Short-term adapted physical activity program improves bone quality in osteopenic/osteoporotic postmenopausal women. *J Phys Act Health*. 2008;5(6):844-53.
124. Kemmler W, Von Stengel S. Dose–response effect of exercise frequency on bone mineral density in post-menopausal, osteopenic women. *Scand J Med Sci*. 2014;24(3):526-34.
125. Pernambuco CS, Borba-Pinheiro CJ, de Souza Vale RG, Di Masi F, Monteiro PKP, Dantas EHM. Functional autonomy, bone mineral density (BMD) and serum osteocalcin levels in older female participants of an aquatic exercise program (AAG). *Arch Gerontol Geriatr*. 2013;56(3):466-71.
126. Teoman N, Özcan A, Acar B. The effect of exercise on physical fitness and quality of life in postmenopausal women. *Maturitas*. 2004;47(1):71-7.
127. Varahra A, Rodrigues IB, MacDermid JC, Bryant D, Birmingham T. Exercise to improve functional outcomes in persons with osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2018:1-22.
128. Chilibeck PD, Cornish SM. Effect of estrogenic compounds (estrogen or phytoestrogens) combined with exercise on bone and muscle mass in older individuals. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007;33(1):200-12.
129. Villareal DT, Binder EF, Yarasheski KE, Williams DB, Brown M, Sinacore DR, et al. Effects of exercise training added to ongoing hormone replacement therapy on bone mineral density in frail elderly women. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51(7):985-90.
130. Czarkowska-Paczek B, Wesołowska K, Przybylski J. Physical exercise prevents osteoporosis. *Przegląd lekarski*. 2010;68(2):103-6.
131. El-Khoury F, Cassou B, Charles M-A, Dargent-Molina P. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. 2013. *BMJ* 347:f6234
132. Proctor DN, Singh MAF, Salem GJ, Skinner JS. Position Stand. 2009.
133. Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. Position Stand. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;195(9131/04):3611-1985.
134. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(1):65-77.
135. Kelley GA, Kelley KS. Efficacy of resistance exercise on lumbar spine and femoral

- neck bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. *J Womens Health*. 2004;13(3):293-300.
136. Hita-Contreras F, Martínez-Amat A, Lomas-Vega R, Álvarez P, Aránega A, Martínez-López E, et al. Predictive value of stabilometry and fear of falling on falls in postmenopausal women. *Climacteric*. 2013;16(5):584-9.
 137. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JC, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N S W Public Health Bull*. 2011;22(4):78-83.
 138. Bolton KL, Egerton T, Wark J, Wee E, Matthews B, Kelly A, et al. Effects of exercise on bone density and falls risk factors in post-menopausal women with osteopenia: a randomised controlled trial. *J Sci Med Sport*. 2012;15(2):102-9.
 139. Hita-Contreras F, Martínez-Amat A, Cruz-Díaz D, Pérez-López FR. Fall prevention in postmenopausal women: the role of Pilates exercise training. *Climacteric*. 2016;19(3):229-33.
 140. Otero M, Esain I, González-Suarez AM, Gil SM. The effectiveness of a basic exercise intervention to improve strength and balance in women with osteoporosis. *Clin Interv Aging*. 2017;12:505.
 141. Teixeira L, Silva KNG, Imoto AM, Teixeira TJP, Kayo AH, Montenegro-Rodrigues R, et al. Progressive load training for the quadriceps muscle associated with proprioception exercises for the prevention of falls in postmenopausal women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int*. 2010;21(4):589-96.
 142. Gunendi Z, Ozyemisci-Taskiran O, Demirsoy N. The effect of 4-week aerobic exercise program on postural balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatol Int*. 2008;28(12):1217.
 143. Guillamón EM-C, Burgess L, Immins T, Andreo AM-A, Wainwright TW. Does aquatic exercise improve commonly reported predisposing risk factors to falls within the elderly? A systematic review. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):52.
 144. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age ageing*. 2006;35(suppl_2):ii37-ii41.
 145. López Ibor MI, editor *Ansiedad y depresión, reacciones emocionales frente a la enfermedad* 2007: SciELO Espana.
 146. Villada C, Espin L, Hidalgo V, Rubagotti S, Sgoifo A, Salvador A. The influence of coping strategies and behavior on the physiological response to social stress in women: the role of age and menstrual cycle phase. *Physiol Behav*. 2017;170:37-46.

147. Zhou K, Li X, Li J, Liu M, Dang S, Wang D, et al. A clinical randomized controlled trial of music therapy and progressive muscle relaxation training in female breast cancer patients after radical mastectomy: results on depression, anxiety and length of hospital stay. *Eur J Oncol Nurs*. 2015;19(1):54-9.
148. Tonini A, Montreuil M. Emotions, cognition sociale et qualité de vie dans le vieillissement normal. *Actes du 54ème congrès de la Société Française de Psychologie*. 2012:213.
149. Kim ES, James P, Zevon ES, Trudel-Fitzgerald C, Kubzansky LD, Grodstein F. Optimism and Healthy Aging in Women and Men. *Am J Epidemiol*. 2019(6): 1084-1091.
150. Bauld R, Brown RF. Stress, psychological distress, psychosocial factors, menopause symptoms and physical health in women. *Maturitas*. 2009;62(2):160-5.
151. Monfort J-C. Spécificités psychologiques des personnes très âgées. *Géront société*. 2001(3):159-87.
152. Dennerstein L, Lehert P, Dudley E, Guthrie J. Factors contributing to positive mood during the menopausal transition. *J Nerv Ment Dis*. 2001;189(2):84-9.
153. Kurpius SER, Nicpon MF, Maresh SE. Mood, marriage and menopause. *J Couns Psychol*. 2001;48(1):77.
154. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ*. 1997;315(7115):1065-9.
155. González JG, Tubío JCC, Sánchez JCJ. Práctica de Actividad física y velocidad de procesamiento cognitivo en mayores. *Rev int med cienc act fís deporte*. 2011(44):11.
156. Nashiro K, Sakaki M, Mather M. Age differences in brain activity during emotion processing: Reflections of age-related decline or increased emotion regulation. *Gerontology*. 2011;58(2):156-63.
157. Siéroff É, Piquard A. Attention et vieillissement. *Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement*. 2004;2(4):257-69.
158. Penedo FJ, Dahn JR. Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Curr Opin Psychiatry*. 2005;18(2):189-93.
159. Abedi P, Nikkhah P, Najar S. Effect of pedometer-based walking on depression, anxiety and insomnia among postmenopausal women. *Climacteric*. 2015;18(6):841-5.

160. Elavsky S, McAuley E. Physical activity and mental health outcomes during menopause: a randomized controlled trial. *Ann Behav Med.* 2007;33(2):132-42.
161. Brown WJ, Ford JH, Burton NW, Marshall AL, Dobson AJ. Prospective study of physical activity and depressive symptoms in middle-aged women. *Am J Prev Med* 2005;29(4):265-72.
162. Pérez-López FR, Martínez-Dominguez SJ, Lajusticia H, Chedraui P, Project THOSA. Effects of programmed exercise on depressive symptoms in midlife and older women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Maturitas.* 2017;106:38-47.
163. Collier SR, Kanaley JA, Carhart Jr R, Frechette V, Tobin MM, Hall AK, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre-and stage-1 hypertensives. *J Hum Hypertens.* 2008;22(10):678.
164. January CT, Wann LS, Alpert JS, Calkins H, Cigarroa JE, Conti JB, et al. 2014 AHA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(21):e1-e76.
165. Perloff D, Grim C, Flack J, Frohlich ED, Hill M, McDonald M, et al. Human blood pressure determination by sphygmomanometry. *Circulation.* 1993;88(5):2460-70.
166. Kline CJ, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of from a one-mile track walk, gender, age and body weight. *Med Sports Exerc.* 1987;19:253-9.
167. Wells KF, Dillon EK. The sit and reach—a test of back and leg flexibility. *Res. Q Am Assoc Health Phys Educ* 1952;23(1):115-8.
168. Suni JH, Oja P, Miilunpalo SI, Pasanen ME, Vuori IM, Bös K. Health-related fitness test battery for adults: associations with perceived health, mobility, and back function and symptoms. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79(5):559-69.
169. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act.* 1999;7(2):129-61.
170. Vaquero-Cristóbal R, González-Moro IM, Cárceles FA, Simón ER. Valoración de la fuerza, la flexibilidad, el equilibrio, la resistencia y la agilidad en función del índice de masa corporal en mujeres mayores activas. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2013;48(4):171-6.

171. Albrand G, Munoz F, Sornay-Rendu E, DuBoeuf F, Delmas PD. Independent predictors of all osteoporosis-related fractures in healthy postmenopausal women: the OFELY study. *Bone*. 2003;32(1):78-85.
172. Rasch A, Dalén N, Berg HE. Muscle strength, gait, and balance in 20 patients with hip osteoarthritis followed for 2 years after THA. *Acta Orthop*. 2010;81(2):183-8.
173. Uritani D, Fukumoto T, Myodo T, Fujikawa K, Usui M, Tataru D. The association between toe grip strength and osteoarthritis of the knee in Japanese women: A multicenter cross-sectional study. *PloS one*. 2017;12(10):e0186454.
174. Rasch A, Dalén N, Berg HE. Test methods to detect hip and knee muscle weakness and gait disturbance in patients with hip osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(12):2371-6.
175. Alvero-Cruz JR, Correas Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzanido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *RAMD*. 2011;4(4).
176. Aragonés Clemente MT, Casajús Mallen JA, Rodríguez Guisado F, Cabañas Armesilla MD, Esparza Ros F. Protocolo de medidas antropométricas. Esparza Ros F, editor *Manual de Cineantropometría Monografías FEMEDE Madrid: FEMEDE*. 1993:35-66.
177. Onambele GL, Narici MV, Maganaris CN. Calf muscle-tendon properties and postural balance in old age. *Journal of Applied Physiology*. 2006;100(6):2048-56.
178. Sanz J, Gutiérrez S, Gesteira C, García-Vera MP. Criterios y baremos para interpretar el "Inventario de Depresión de Beck-II" (BDI-II). *Behav Psychol*. 2014;22(1):37-59.
179. Sanz J, Vázquez C. Fiabilidad, validez y datos normativos del Inventario para la Depresión de Beck. *Psicothema*. 1998;10(2).
180. Martín Carreras-Presas C, Somacarrera Pérez ML, Díaz Rodríguez MM. Nivel de estrés autopercebido, alteración de biomarcadores salivales y respuesta cardiovascular ante la realización de una prueba académica. X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 11-12 de julio, 2013.
181. Rikli R, Jones CJ. Senior fitness test kit—Updated edition. Champaign, IL: Human Kinetics. 2007.
182. Oja P, Tuxworth B: Eurofit for adults, assessment of health-related fitness. 1995, Council of Europe Committee for the Development of Sport and UKK Institute for

- Health Promotion Research. Strasbourg: Council of Europe Publishing; Tampere.
183. Cervantes TER. Estandarización de la escala de Beck para medir trastornos depresivos en mujeres menopáusicas de la población mexicana que acude al Centro Nacional de Rehabilitación-Ortopedia. *Rev Mex Med Fís Rehabil*. 2001;13(1):9-13.
 184. Raposo AV. Planificación y organización del entrenamiento deportivo: Editorial Paidotribo; 2000.
 185. Colado JC, Garcia-Masso X, Rogers M, Tella V, Benavent J, Dantas E. Effects of aquatic and dry land resistance training devices on body composition and physical capacity in postmenopausal women. *J Hum Kinet*. 2012;32:185-95.
 186. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
 187. Baechle TR, Earle RW. Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico: Ed. Médica Panamericana; 2007.
 188. Española RA, Madrid E. Diccionario de la lengua española. 1992.
 189. Colado JC, Garcia-Masso X, Triplett TN, Flandez J, Borreani S, Tella V. Concurrent validation of the OMNI-resistance exercise scale of perceived exertion with Thera-band resistance bands. *J Strength Cond Res*. 2012;26(11):3018-24.
 190. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(11):2633-51.
 191. Dantas EHM, Salomão PT, Vale RGdS, Achour Júnior A, Simão R, Figueiredo NMA. Scale of perceived exertion in the flexibility (PERFLEX): a dimensionless tool to evaluate the intensity. *Fit perf J*. 2008;7(5):289-94.
 192. Selye H. Stress and the general adaptation syndrome. *BMJ*. 1950;1(4667):1383.
 193. Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Gielo-Periczak K. Stiffness control of balance in quiet standing. *J Neurophysiol*. 1998;80(3):1211-21.
 194. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Theory and Practical Applications. 2001.
 195. Colado JC, Triplett NT, Tella V, Saucedo P, Abellán J. Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol*. 2009;106(1):113-22.
 196. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59(1):M48-M61.

197. Miszko TA, Cress ME, Slade JM, Covey CJ, Agrawal SK, Doerr CE. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(2):M171-M5.
198. Orr R, De Vos NJ, Singh NA, Ross DA, Stavrinou TM, Fiatarone-Singh MA. Power training improves balance in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(1):78-85.
199. Gutiérrez YPA, Villada JFR. Efecto de movimientos explosivos y de impacto sobre composición corporal, fuerza y densidad mineral ósea de mujeres mayores de 55 años. *Expomotricidad.* 2015.
200. Navarro Valdivieso F. *La resistencia.* Madrid: Gymnos. 1998.
201. Anderson B, Burke ER. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med.* 1991;10(1):63-86.
202. Soto CM, Coe R. Magnitud del efecto: Una guía para investigadores y usuarios. *Rev Psicología.* 2003;21(1):145-77.
203. Elliott KJ, Sale C, Cable NT. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Br J Sports Med.* 2002;36(5):340-4.
204. Blumenthal JA, Matthews K, Fredrikson M, Rifai N, Schniebolck S, German D, et al. Effects of exercise training on cardiovascular function and plasma lipid, lipoprotein, and apolipoprotein concentrations in premenopausal and postmenopausal women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 1991;11(4):912-7.
205. Boraita A. La práctica deportiva mejora el perfil lipídico plasmático, pero ¿a cualquier intensidad? *Rev Esp Cardiol.* 2004;57(06):495-8.
206. Asikainen TM, Miilunpalo S, Kukkonen-Harjula K, Nenonen A, Pasanen M, Rinne M, et al. Walking trials in postmenopausal women: effect of low doses of exercise and exercise fractionation on coronary risk factors. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13(5):284-92.
207. Hills AP, Shultz SP, Soares MJ, Byrne NM, Hunter GR, King NA, et al. Resistance training for obese, type 2 diabetic adults: a review of the evidence. *Obesity reviews.* 2010;11(10):740-9.
208. Rossi FE, Diniz TA, Neves LM, Fortaleza ACS, Gerosa-Neto J, Inoue DS, et al. The beneficial effects of aerobic and concurrent training on metabolic profile and body composition after detraining: a 1-year follow-up in postmenopausal women. *Eur J Clin Nutr.* 2017;71(5):638.

209. Aghapour A, Farzanegi P. Effect of six-week aerobic exercise on Chemerin and Resistin concentration in hypertensive postmenopausal women. *Electron Physician*. 2013;5(1):623.
210. Kelley GA. Aerobic exercise and resting blood pressure among women: a meta-analysis. *Prev Med*. 1999;28(3):264-75.
211. Figueroa A, Park SY, Seo DY, Sanchez-Gonzalez MA, Baek YH. Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. *Menopause*. 2011;18(9):980-4.
212. Cardoso Jr CG, Gomides RS, Queiroz ACC, Pinto LG, Lobo FdS, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics*. 2010;65(3):317-25.
213. Moreira LDF, Oliveira MLd, Lirani-Galvão AP, Marin-Mio RV, Santos RNd, Lazaretti-Castro M. Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2014;58(5):514-22.
214. Zarins ZA, Wallis GA, Faghihnia N, Johnson ML, Fattor JA, Horning MA, et al. Effects of endurance training on cardiorespiratory fitness and substrate partitioning in postmenopausal women. *Metabolism*. 2009;58(9):1338-46.
215. Swift DL, Earnest CP, Blair SN, Church TS. The effect of different doses of aerobic exercise training on endothelial function in postmenopausal women with elevated blood pressure: results from the DREW study. *Br J Sports Med*. 2012;46(10):753-8.
216. Swain DP, Franklin BA. Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am J Cardiol*. 2006;97(1):141-7.
217. Ratamess N, Alvar B, Evetoch T, Housh T, Kibler W, Kraemer W. Progression models in resistance training for healthy adults [ACSM position stand]. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708.
218. Aragão FR, Abrantes CG, Gabriel RE, Sousa MF, Castelo-Branco C, Moreira MH. Effects of a 12-month multi-component exercise program on the body composition of postmenopausal women. *Climacteric*. 2014;17(2):155-63.
219. Pai SR, Prajna P, D'Souza UJA. Correlative study on blood pressure and lung function profiles during different phases of menstrual cycle among Indian population. *J Physiol Sci*. 2004;17(1):30-4.
220. Kaygisiz Z, Erkasap N, Soydan M. Cardiorespiratory responses to submaximal

- incremental exercise are not affected by one night's sleep deprivation during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2003;47(3):279-87.
221. Real FG, Svanes C, Omenaas ER, Antò JM, Plana E, Jarvis D, et al. Lung function, respiratory symptoms, and the menopausal transition. *J Allergy Clin Immunol.* 2008;121(1):72-80.
222. Cheng YJ, Macera CA, Addy CL, Sy FS, Wieland D, Blair SN. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. *Br J Sports Med.* 2003;37(6):521-8.
223. Barrios Vergara M, Ocaranza Ozimica J, Llach Fernández L, Osorio Fuentealba C, Giner Costagliola V, Sacomori C. VO₂ máximo indirecto y edad fitness de sedentarios y no sedentarios. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte.* 2018.
224. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*: Editorial Paidotribo; 2004.
225. Hickson RC, Rosenkoetter MA, Brown MM. Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12(5):336-9.
226. Lambert CP, Evans WJ. Adaptations to aerobic and resistance exercise in the elderly. *Rev Endocr Metab Disord.* 2005;6(2):137-43.
227. Marta C, Marinho DA, Barbosa TM, Izquierdo M, Marques MC. Effects of concurrent training on explosive strength and VO₂max in prepubescent children. *Int J Sports Med.* 2013;34(10):888-96.
228. Kwon Y, Park S, Kim E, Park J. The effects of multi-component exercise training on VO₂max, muscle mass, whole bone mineral density and fall risk in community-dwelling elderly women. *Jpn J Phys Fit Sport.* 2008;57(3):339-48.
229. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007;116(9):1094.
230. Micheo W, Baerga L, Miranda G. Basic principles regarding strength, flexibility, and stability exercises. *Pm&r.* 2012;4(11):805-11.
231. Wong A, Figueroa A. Eight weeks Journal of human hypertension of stretching training reduces aortic wave reflection magnitude and blood pressure in obese postmenopausal women. *J Hum Hypertens.* 2014;28(4):246.
232. Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Iemitsu M, Murakami H, Sanada K, et al. Poor

- trunk flexibility is associated with arterial stiffening. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2009;297(4):H1314-H8.
233. Ashe MC, Khan KM. Exercise prescription. *J Am Acad Orthop Surg.* 2004;12(1):21-7.
234. De Deyne PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther.* 2001;81(2):819-27.
235. Morton SK, Whitehead JR, Brinkert RH, Caine DJ. Resistance training vs. static stretching: effects on flexibility and strength. *J Strength Cond Res.* 2011;25(12):3391-8.
236. Tworoger SS, Yasui Y, Vitiello MV, Schwartz RS, Ulrich CM, Aiello EJ, et al. Effects of a yearlong moderate-intensity exercise and a stretching intervention on sleep quality in postmenopausal women. *Sleep.* 2003;26(7):830-6.
237. Frost HM. On our age-related bone loss: insights from a new paradigm. *J Bone Miner Res.* 1997;12(10):1539-46.
238. Cole JH, van der Meulen MCH. Whole bone mechanics and bone quality. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(8):2139-49.
239. Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *J Bone Miner Res.* 2004;19(3):343-51.
240. Kraemer WJ, Keuning M, Ratamess NA, Volek JS, McCormick M, Bush JA, et al. Resistance training combined with bench-step aerobics enhances women's health profile. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(2):259-69.
241. Sasaki H, Kasagi F, Yamada M, Fujita S. Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;120(4):337-42.
242. Nunes JP, Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Cyrino ES. Comment on: "Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis". *Sports Med.* 2018;48(2):491-4.
243. Shepherd JE. Effects of estrogen on cognition, mood, and degenerative brain diseases. *J Am Pharm Assoc.* 2001;41(2):221-8.
244. Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, et al. The effects of exercise on falls in elderly patients: a preplanned meta-analysis of the FICSIT trials. *JAMA.* 1995;273(17):1341-7.

245. Hu M-H, Woollacott MH. Multisensory training of standing balance in older adults: I. Postural stability and one-leg stance balance. *J Gerontol.* 1994;49(2):M52-M61.
246. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;4.
247. Sanz J. Recomendaciones para la utilización de la adaptación española del Inventario de Ansiedad de Beck (BAI) en la práctica clínica. *Clin Salud.* 2014;25(1):39-48.

CHAPTER XI

INTERNATIONAL DOCTORATE MENTION

“Felicidad no es hacer lo que uno quiere, sino querer lo que uno hace”

(Jean-Paul Sartre 1905-1980; Los amigos del otro lado)

CHAPTER XI - INTERNATIONAL DOCTORATE MENTION

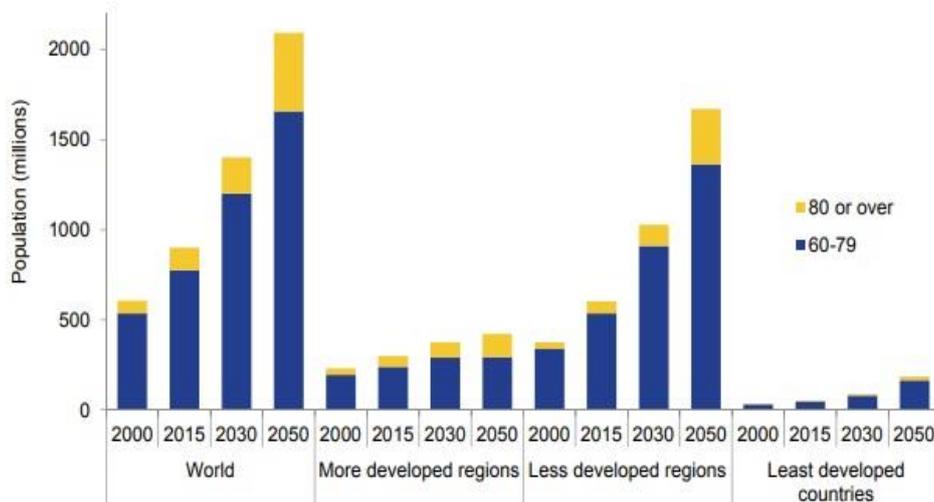
En función al Real Decreto 99/2011, al amparo de lo dispuesto en el artículo 15 de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado y en orden de optar a la “Mención Internacional” en el título de Doctor y tesis en régimen de cautela internacional. A continuación, se presenta un resumen de cinco mil palabras, quedando suficientemente explicados los apartados: introducción, metodología y conclusiones, de la tesis: *“Efectos de la Prescripción de un Programa de Ejercicio Físico sobre la Salud, la Aptitud Física y el Estado Emocional en Mujeres Postmenopáusicas”*, recogida en el área de conocimiento: *“Medicina Preventiva y Salud Pública”*. Además, se adjunta la certificación acreditativa (anexo 13) y traducida (anexo 14), de haber realizado una estancia internacional de doctorado de, al menos, un trimestre en otro país, expedido por el Centro de Investigación Médica: Orthopaedic Research Institute | Bournemouth University. Firmada por el Dr. PhD James Gavin y el Dr. PhD Alison McConnell. Así como, los complementarios méritos de una *Segunda Estancia* (anexo 15) y la posterior propuesta de *Investigador Asociado a la Facultad de Ciencias Sociales y de la Salud de la Universidad de Bournemouth*, por el decano de la misma, el Profesor Stephen Tee (anexo 16).

According to the Spanish Royal Decree 99/2011 under the provisions of article 15 January 28, which regulates the official teachings of doctorate and in order to be recognised the “International Mention” in the title of Doctor and thesis in the international caution regime. A summary of five thousand words is presented including introduction, methodology and conclusions of the thesis titled: *‘Effects of the Prescription of a Physical Exercise Program on Health, Physical Fitness and Emotional State in Postmenopausal Women’*, belonging to the area of knowledge *‘Preventive Medicine and Public Health’*. Furthermore, the original accreditation about the international stay is attached (annex 13) being completed in the Medical Research Center: Orthopaedic Research Institute | Bournemouth University; signed by Dr. PhD James Gavin and Dr. PhD Alison McConnell. As well as, it has been attached the distinctions of a second international stay (annex 15) and the subsequent proposal of *Visiting Associate* with the Faculty of Social and Health Sciences at Bournemouth University, by the Executive Dean Professor Stephen Tee (annex 16).

11.1 INTRODUCTION

Region of Murcia shows higher demographic perspectives than other Spanish regions however, also stands out an exponential growth towards aging. According to the latest data from the National Institute of Statistics and the Statistical Portal of Region of Murcia in 2019 (1), the population over 65 years old gathers 233,300 people (15.6%) or what is the same, 1 in 6 people from Murcia is over 65 years old. However, this does not only happen in Murcia, Spain and Europe are affected by the progressive growth of the older adult population, it is a circumstance that occurs throughout the world (10), especially in developed countries (graphic XXXI/'gráfico' XXXI).

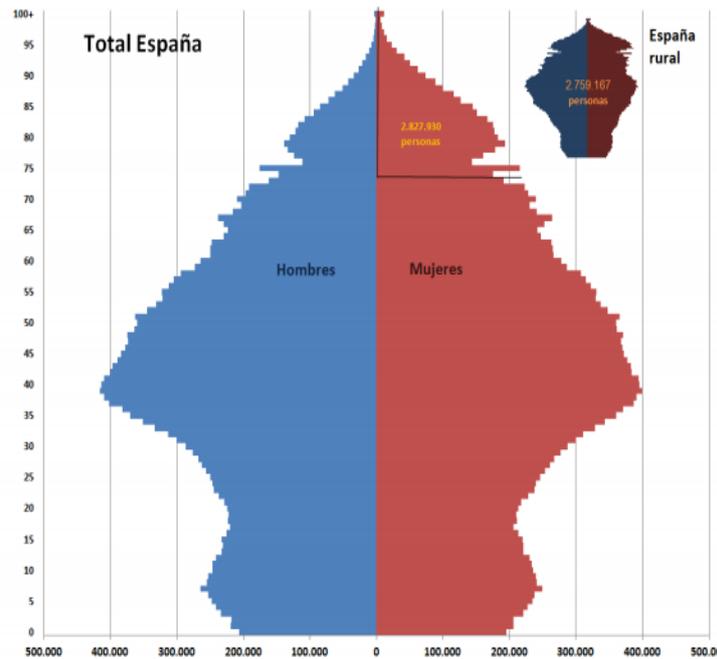
Otherwise, The World Health Organization (OMS), indicates that women living in Spain are among the longest in the world (85 years), being in second place after Japan (3). In this way, we must think about strategies for prevention and improvement of the quality of life of them, a longer life expectancy does not ensure a better state of health. Prevention strategies will improve both dependence and the welfare state (4).



'Gráfico' XXXI. Scenography of population growth of 60-79 years and of 80 years or more by development group, 2000, 2015, 2030 and 2050 according to the report of the United Nations (10).

Moreover, taking into account the different stages of prevention, it is considered that more and more women will have to face the consequences of a

postmenopausal stage, where specialized physical exercise programs would help to reach advanced ages with better health (5). The graphic ('gráfico') XXXI presents a census that reflect a regressive pyramid (6), highlighting a wide center where the ages that comprise the postmenopausal period would be found.



'Gráfico' XXXII. Population projections by sex and age in Spain. From 2014 to 2064 (6).

The term menopause is defined as the permanent cessation of menstruation that results from the loss of ovarian follicular activity (18). After the menopause, the postmenopause begins; the postmenopause is determined after 12 months of spontaneous amenorrhea. The menopause's symptoms decrease, however, due to several elements, among them the decrease in the production of estrogen or the loss of healthy habits, there is an increased risk of suffering pathologies, such as diabetes, osteoporosis and cardiac complications.

11.2. JUSTIFICATION

This section presents a review where outstanding studies have been collected and analysed (table I/'tabla' I). Some studies have been selected which analyse mainly affectations suffer from a postmenopausal status and the role of physical exercise. The review was conducted in the field of *Physical Activity, Sports and Health Sciences* through five main databases: ISI Web of Knowledge, ProQuest, PubMed, Science Direct, and SPORTDiscus.

11.2.1 Adaptations in Health and Benefits from Physical Exercise Programs in Postmenopausal Women

The definition of *Health*, entry into force since April 7 1948 by the World Health Organization says: '*Health is a state of complete physical, mental and social well-being, and not merely the absence of disease or disease*'. Therefore, a healthy state of the person is contemplated from the point of quality of life and not simply from the manifestation of symptoms or the suffering of diseases.

11.2.1.1 Changes in blood pressure, lipid profile and glucose levels. Affectations in postmenopausal women and effects of physical exercise

Sex hormones, estrogen and progesterone help to reduce insulin production and promote liver function in the manufacture of blood glucose during the menstrual cycle (35). However, the loss of hormones provoke a different respond from the hepatic cells, because they respond differently to the insulin causing unexpected changes in blood sugar levels which may provoke complications such as diabetes (33). Likewise, the levels of estrogen reduction increase the risk of cardiovascular disease due to a negative alteration of the lipid profile and an increase of the BMI.

Studies (36, 47, 48) have shown that those women adhered to a cardiovascular or multicomponent program (including strength, balance and aerobic exercise) achieve improvements in glucose parameters, lipid profile and blood pressure. Exercise programs that reach significant adaptations are suggested at moderate intensities at least 65% of VO₂ max. Regarding the frequency of training, it ranges 2-5 days per week during 12-24 weeks. The programs include strength exercises with elastic bands, bodyweight or other aerobic exercises such

as walking, jogging or cycling.

11.2.2 Changes in Physical Fitness and its Impact on Postmenopausal Women

Physical fitness could be defined as '*a state of well-being that allows to develop daily activities with vigor, reduce the risk of suffering health complications associated with the lack of physical exercise, and establish a fitness base that allows to develop different physical activities*'. Being a multidimensional concept whose variables are independent each other and affect the health of every person in a different way (52). These variables could be classified into two main categories. The first category highlights the components of physical fitness related to health; body composition, aerobic or cardio-respiratory capacity, flexibility and strength. On the other hand, we find the components of physical fitness related to technical skills or neuromuscular capacity such as balance (53).

11.2.2.1 *Changes in body composition. Affections in postmenopausal women and effects of physical exercise*

Postmenopausal status lead to different changes in the bone and muscular system being related to the decrease in lean body mass in postmenopausal women (56). Furthermore, body composition changes can cause serious functional and metabolic problems (57). Regarding the increase of weight after menopause is not only accompanied by changes in the distribution of fat, but also the increase in the perimeter of hip, waist and BMI (65) which are considered as a risk factor in cardiovascular and metabolic diseases (61).

A multicomponent training carried out by the strength and cardiovascular exercises seems to have significant effects in postmenopausal body composition (47). The introduction of elastic bands in strength training and dynamic exercises such as walking are shown favourable for a wide range of morphological adaptations (73, 185). In this case, programs whose objective is the reduction of fat mass and the increase of muscle mass should reach at least moderate intensities being able to use perceived effort scales (74, 189).

11.2.2.2 The cardio-respiratory system. Affections in postmenopausal women and effects of physical exercise on aerobic capacity

The synthesis of estrogen and blood levels fluctuate during the life of the woman being considered three mean periods: reproductive phase, transition phase and postmenopausal phase. In general terms, women in the reproductive stage of their lives have a low risk of cardiovascular and musculoskeletal disorders (16). However, the onset of menopause and the loss of ovarian function are associated with a significant increase in the prevalence of diseases such as coronary heart disease (60).

As for the most beneficial physical exercise programs are those that include aerobic protocols (94) or combine aerobic and strength exercises (47, 56) with moderate-high intensities (87) being able to use perceived effort scales as the OMNI-RES with Thera-Band® (96). In addition, these include dynamic exercises, high contraction velocity and the request of large muscle groups such as pectoralis, hamstrings or latissimus dorsi (56, 91, 92).

11.2.2.3 Changes in flexibility. Affections in postmenopausal women and effects of physical exercise

Biological aging is associated with changes in the musculoskeletal system such as the decrease in muscle mass and strength, tendon modifications and changes in the bone system (55). In addition, the postmenopausal stage is highlighted by a dramatic decrease in the level of estrogen. These modifications alter the metabolism of the tendon and the production of different growth components (100).

The multicomponent training programs seem to be an option to achieve adaptations in the physical aptitude, being included this variable at the end of each session (91, 92). Programs aimed at increasing the flexibility should have at least a frequency of 2 times a week, mainly focus on hip, back and ankle muscles (102). The intensity can be combined for each muscle group from a single repetition of 60 seconds to 4 repetitions of 15 seconds (101).

11.2.2.4 The muscular and bone system. Affections in postmenopausal women

Menopause is related to a reduction in estrogen levels which could lead to a decrease in bone density, muscle mass and strength. This decrease in muscle mass is known as sarcopenia frequently reported in postmenopausal women (55). Concerning the possible causes of sarcopenia are included those related to age, hormonal status, low levels of physical activity, reduced protein intake and increased oxidative stress (55, 59). In practical terms, muscular atrophy and the decline in the nervous activity will cause most of the limitations in daily life affecting the functionality of the person (84, 109).

Undoubtedly, physical exercise is declared a prophylactic tool against the decline of BMD and the increase of muscle mass, decreasing the risk of bone fracture and improving muscle strength levels (128, 130). The ideal exercise seems to be these that include training with overloads and energy movement. The strength exercise should be suggested between 2-3 days per week in sessions of 30-60 minutes reaching moderate-high intensities (86, 133).

11.2.2.5 Changes in Balance as a component related to neuromuscular skills. Impairments in postmenopausal women

Disorders in balance and gait have been identified as a fall risk among postmenopausal women (136). The decline of neuronal abilities affects the maintenance of static and dynamic posture. This lack of balance will be able to be addressed to an unexpected fall or injuries. This topic is considered a problem among postmenopausal women who are affected by a loss of strength and balance (138).

There are some studies that achieve improvements in balance from programs that include strength and cardiovascular exercises without mention balance exercises (86, 140). Also, valuable results are found in specific programs where balance exercises are highlighted in a multicomponent program at least 2 days a week (90, 91, 141). The exercises that will be prescribed to create imbalances with scientific rigor could follow the next four criteria: change in the base of support, movements of the centre of gravity, upper and lower limbs mobilization (137) and reduction of the visual field (144).

11.2.3 Changes in Psycho-Emotional Well-Being in Postmenopausal Women

Emotional psychology is the part of psychology oriented towards emotions, trying to analyze emotions and how they affect the quality of life of the person. In addition, depression can be considered an emotional disorder characterized mainly by variations in mood and consequently decreasing the vital activity (144). The structural and functional modifications, the age and the hormonal change are important factors during the menopause and postmenopause influencing the biological and the psychological area (12, 146). These changes will be influenced by the levels of physical activity or physical exercise that will cause a positive or negative balance (147).

The psycho-emotional variations seem to be improved from physical exercise programs at least 12 weeks regardless the intensity of exercise (162). However, exercise programs should include aerobic training since it seems to have clear benefits reducing psychological troubles when it is practiced at least 2 days a week for one hour (160, 162).

11.3 HYPOTHESIS

Hypothesis 1: the 2 days/week multicomponent's exercise group will achieve improvements in CT, HDL-C, LDL-C, triglycerides and glucose after the intervention of 12 weeks.

Hypothesis 2: the 3 days/week multicomponent's exercise will achieve improvements in CT, HDL-C, LDL-C, triglycerides and glucose, after the intervention of 12 weeks.

Hypothesis 3: a protocol of multicomponent physical exercise during 12 weeks will cause a greater benefit in lipid profile variables and glucose in those women of frequency 3 days/week compared to those who participate 2 days per week.

Hypothesis 4: a multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks will be sufficient to provoke adaptations in blood pressure and heart rate in both states: rest and after the effort.

Hypothesis 5: a multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks will be insufficient to cause improvements in VO_2 max.

Hypothesis 6: a multicomponent physical exercise protocol of 2 days/week

for 12 weeks will be sufficient to achieve improvements in variables of body weight, muscle mass, fat percentage, waist circumference and BMI.

Hypothesis 7: a protocol of multicomponent physical exercise during 12 weeks of frequency 2 days will obtain as much benefit in body composition as those women involve 3 days per week.

Hypothesis 8: a multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks will be sufficient to achieve improvements in flexibility variables.

Hypothesis 9: a multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks will be enough to achieve improvements in strength variables compared to a higher frequency training.

Hypothesis 10: a multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks will be sufficient to achieve improvements in balance variables.

Hypothesis 11: a multicomponent physical training 2 days/week for 12 weeks will be sufficient to achieve improvements in the emotional state by decreasing the degree of depression.

11.4 METHODOLOGY

11.4.1 Population

11.4.1.1 Scope of the study

The study was developed in Ceutí (10.899 citizens; INE, 2018). This town forms part of the area known as the Middle Plain of the River Segura within the Autonomous Community of the Region of Murcia located 18 kilometres from the city of Murcia ('ilustración' XXV/illustration XXV).



'Ilustración' XXV. Location of Ceutí: Spain (left) Region of Murcia (right).

11.4.1.2 Type of design

It was a study where the subjects were randomly randomized to two experimental groups and a control group with the approval of the Ethics Committee of the 'San Antonio de Murcia Catholic University' (annex IX) and being introduced the project in the Hon. Ceutí City Council.

7.4.1.3 Study population

Two months prior to the start of the intervention a promotion campaign was carried out to collect the sample by attending meetings around the town of Ceutí. During this phase, the researcher visited many different places: women's associations, Health Centres and the placement of posters and information brochures in strategic points. Also, the project was presented in the radio station Onda Color 108.0 FM located in the municipality of Ceutí ('ilustración' XXVI/illustration XXVI).



'Ilustración' XXVI. Presentation of the postmenopausal project by the researcher Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón during the meeting (left) and radio (right).

For the selection of the experimental subjects it was suggested a discretional sampling were subjects must be the following conditions:

Inclusion criteria:

Being a woman between 50-65 years with amenorrhea and functional independence.

Do not present any metabolic, cardiovascular, muscular or bone pathology incompatible with the type of exercises designed by the researcher.

Not having been involved in any physical exercise program during the last 12 months.

Not having submitted menstruation during the last 12 months before starting the intervention program or any hormone replacement therapy in the last two years (94).

Exclusion criteria:

Be receiving a pharmacological treatment that may influence the results of the research.

Perform any other exercise program that may affect to the results of the study.

Do not attend to the any premises or rules during the intervention.

Do not be involve in at least 80% of the sessions exposed during the 12 weeks of intervention

Do not meet the inclusion criteria.

11.4.2 Research variables

11.4.2.1 Independent variable

Multicomponent training program including the training of balance, strength, cardiovascular and flexibility with moderate-high intensities for 12 weeks with a frequency of 2 or 3 days per week (depending on the group).

11.4.2.2 Dependent variables

Lipid profile and glucose. It was examined through the biochemical analysis report requested by subjects in their respective 'Health Center or Hospitals'.

Blood pressure and heart rate. It was used the 'OMRON M7 Intelli IT' device (164, 165).

Maximum oxygen consumption. It was estimated the VO₂ max by the 'Rockport One Mile Walking Test' (166).

Flexibility. The active flexibility of the trunk through the "Sit-and-Reach" (91, 168) and the flexibility of the shoulder by the "Back Scratch" (169, 170).

Maximum isometric force. Handgrip dynamometer ('Jamar SP-5030') for measuring the maximum isometric strength of the hand and forearm muscles (171). The maximum isometric voluntary contraction in arms (172) and the dominant leg (173, 174).

Body composition: Amount of fat and muscle tissue using the 'Tanita BC 545N' (175).

Waist index: using the 'metal measuring tape Cescorf' (176).

Balance: measuring in standing and tandem position over a 'force plate' MUSCLELAB ML6000 DSU (177).

Depression state. It was examined through the 'Beck Depression Inventory' (178, 179).

11.4.3 Valuation protocol

The first week was organized in three different phases. First phase lead to the pre-test familiarization with the aim of avoiding error during the pre-test week. In addition, it was explained the tests to the subjects they experienced intensities similar to those they would feel later. The second phase was used to complete the documentation such as the informed consent forms ('anexo' 8/annex 8) and provide the research information about risk and benefits ('anexo' 9/annex 9). On day 5 (third phase) pre-test evaluations was performed, the subjects completed the tests aimed at obtaining data on physical fitness variables (body composition, maximum strength, balance and flexibility). Blood pressure and resting pulses were taken during the first three sessions following the American Heart Association (163).

Regarding the biochemical values, during the recruitment period subjects were informed that it would be necessary to present a copy of their last blood test without exceeding one month before the start of the program. Otherwise, they should request for a new blood test at their corresponding health centre or hospital.

In the second week, on day 1, the subjects performed the "1-Mile Test" to determine the VO₂ max. Then, during days 2 and 3, the training subjects carried out 2 pre-intervention sessions for familiarization with the protocol.

Thus, the experimental sample of the study consisted of 84 women without menstruation (53-65 years) being electronically (<https://www.randomizer.org>) divided into GE 2 days, GE 3 days and GC.

The study consisted of 2 experimental groups and one control group. The

control group consisted of 27 subjects (GC) while 28 subjects were involved into the of 2 days a week group (GE 2 days) and another 28 subjects into the 3 days group (GE 3 days).

A total of 75 subjects completed the intervention program and the post-test; being 25 subjects in each group. This means there were 90,4% of the whole sample who completed the multicomponent training program.

11.4.4 Instruments

11.4.4.1 Health Assessment: Lipid profile and blood glucose

The blood test was provided from the health centres or hospitals to which the subjects belonged; glucose and lipid profile data were obtained: CT, LDL-C, HDL-C, TRI and glucose.

11.4.4.2 Health Assessment: Blood pressure and heart rate

The blood pressure and the resting pulsations in all the subjects were taken through the digital automatic arm tensiometer of the brand OMRON® model Intellisense M7. The measurement was registered with the arm over the table at the level of the heart ('ilustración XXVII'/illustration XXVII). Same arm was used in pre-test and post-test. Following the recommendations of the American Heart Association (44), the average of the first three sessions was recorded (165).



'Ilustración' XXVII. Assessment of blood pressure and heart rate.

11.4.4.3 Assessment of Physical Fitness: Body composition

Body composition was recorded by bioelectrical impedance (Tanita BC 545N) obtaining data on fat and muscle tissue ('ilustración' XXVIII/Illustration XXVIII). In addition, waist perimeters were obtained by the methodology provide by the International Society of Advancement of Kinanthropometry (176). Furthermore, in order to avoid altered results the protocol of Alvero-Cruz and colleagues was followed (175).



'Ilustración' XXVIII. Assessment of body composition and perimeters.

11.4.4.4 Assessment of Physical Fitness: VO_2 max

"Rockport One Mile Walking Test" (166) was used in small groups in order to know the maximum amount of oxygen which can be used during intense exercise, measured in milliliters per kilograms per minute (ml/kg/min). The sample was organised in small groups in the athletics track (400m) which was marked for controlling the 1609 meters ('ilustración' XXIX/Illustration XXIX). The formula for this indirect estimation is:

$$VO_2 \text{ max} = 132.6 - (0,17 \times BW) - (0,39 \times \text{Age}) + (6,31 \times S) - (3,27 \times T) - (0,156 \times HR)$$

Being BW: Body weight; S: Sex (0: women, 1: men); T: Time in minutes; HR: Heart rate.



‘Ilustración’ XXIX. Assessment of maximum oxygen consumption during the ‘Rockport One Mile Walking Test’.

11.4.4.5 Assessment of Physical Fitness: Flexibility

At first, active lower flexibility and specifically the flexibility of the lower back and hamstring muscles was assessed using the sit-and-reach box (167). The score was recorded to the nearest centimetre as the distance reached by the hand (‘ilustración’ XXX/Illustration XXX). If the fingertips touched the box the score was zero. If they did not touch, the measured recorder was the distance between the finger and de box (negative score) however, if they moved the counter the measure registered was positive. The test was performed on a raised platform located to avoid subjects sitting on the ground (91).

On the other hand, in order to know the general upper body flexibility and the shoulder range of motion the ‘Back Scratch test’ was used. Subject placed one hand behind the head and back over the shoulder and they tried to reach as far as possible down the middle of their back (‘ilustración’ XXX/Illustration XXX); the palm touching the body and the fingers pointing downwards. If the fingertips are touched, the score would be zero. If they did not touch the fingertips, they would obtain a negative score, if they overlapped, the measure would obtain a positive score (169, 181).



'Ilustración' XXX. Assessment of flexibility: 'Sit-and-Reach' (left) and 'Back Scratch' (right).

11.4.4.6 Assessment of Physical Fitness: Muscular strength

The maximum voluntary isometric contraction of the knee was assessed from a load cell and the data processed using a validated PC software (MuscleLab, Ergotest, Langesund, Norway). Following the recommendations of Uritani and colleagues (173), the subject was sitting with a hip and a knee positioned at the right angle ('ilustración' XXXI/Illustration XXXI).



'Ilustración' XXXI. Assessment of maximal isometric strength during the knee extension.

The maximum voluntary isometric contraction of the elbow flexors was assessed from a load cell and the data processed by an approved PC system (MuscleLab, Ergotest, Langesund, Norway). The bar was held with both arms, placing the elbow joint at 90° in flexion and the legs semi-flexed ('ilustración' XXXII/Illustration XXXII). The time of each test was 3-5 seconds followed by 20 seconds rest (172).



‘Ilustración’ XXXII. Assessment of maximum isometric force during the bilateral elbow flexion.

To assess the strength of the hands, an adaptable manual pressure dynamometer (Jamar SP-5030, Elberton, USA; ‘ilustración’ XXXIII/Illustration XXXII) was used which is part of the Eurofit battery for adults (182). The elbow was placed in extension with the arm attached to the body and 2 attempts of 3-5 seconds per hand were made and one minute of rest between repetitions (91, 171).



‘Ilustración’ XXXIII. Assessment of the manual force pressure

11.4.4.7 Assessment of Physical Fitness: Balance

Static balance was assessed using a force plate (MuscleLab, Ergotest, Langesund, Norway) connected to a laptop where the software was installed to analyze the lateral and sagittal oscillation of the subjects (172). Following the protocols of Onambele and colleagues (177), the sample performed two different

positions ('ilustración' XXXIV/Illustration XXXIV): A) Standing position (ankles separate to the width of the hips) B) Tandem position (one foot in front of the other, heel touching toe).

The subjects stayed a maximum time of 1 minute with a rest of 30 seconds (sitting) at the end of each attempt. Three attempts were made per position however, the first counted as an essay and from the other two would choose the best score.



'Ilustración' XXXIV. Assessment of static balance: Standing position (left) and tandem position (right).

11.4.4.8 Assessment of Emotional State: Beck Depression Inventory

To measure depression levels was recorder by the Spanish version of the Beck Scale (178, 247). A questionnaire validated by several studies previously (179, 183). Samples was organised in small groups to feel confidence during the test ('ilustración' XXXV/Illustration XXXV). The total score is obtained by adding the values of the selected sentences which range from 0 to 3.



‘Ilustración’ XXXV. Assessment of the ‘Beck Depression Inventory test’.

11.5 PROCEDURE

The procedure was introduced once the theoretical knowledge was established:

1. Presentation of the multicomponent training program.
2. Familiarization, adaptation and pre-test.
3. Training intervention.
4. Post-test.

11.5.1 Intervention program

Once the initial assessments and familiarization sessions were carried out the 12 weeks of intervention program started with a Strategic Planning Training of 12 weeks (‘ilustración’ XXXVI/ Illustration XXXVI). Four groups were involved in training sessions with different frequencies. Two groups 2 days a week (n=28; Tuesday and Thursday) and two groups 3 days per week (n=28; Monday, Wednesday and Friday). It was decided to reduce the training groups to a maximum of 15 people to pay more attention to the subjects and respect the spaces allowed for the research.

PERIODIZATION OF THE MULTI-COMPONENT TRAINING PROGRAM												
Mesocycle	1				2				3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Microcycle												
10 Extremely hard		8-9	8-9	8-9		8-9	8-9	8-9		8-9	8-9	8-9
8 Hard												
7												
6 Somewhat hard												
5												
4 Somewhat easy	4				4				4			
3												
2 Easy												
1												
0 Extremely easy												

‘Ilustración’ XXXVI. Periodization and Perceived Intensity programming during the intervention program.

11.5.1.1 Training volume

The total volume of the session ranged between 60-70 minutes; the volume of the different training variables is exposed:

- Balance: 10 minutes in 2-3 series with 2-3 exercises (47, 90, 91, 140).
- Strength: 25 minutes divide into 2-3 sets of 15-20 repetitions (47, 71, 72, 90-92).
- Aerobic capacity: 20 minutes distributed in 2-4 series of 3-5 minutes (47, 87, 92, 142).
- Flexibility: 10 minutes, 4 exercises with 2 repetitions of 30 seconds per muscle group (141).

Also, each session training was completed with 10 minutes for activation and specific warm up ('ilustración' XXXVII/ Illustration XXXVII).



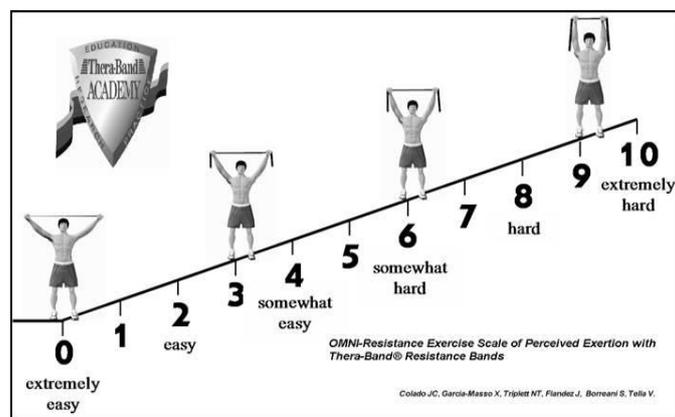
'Ilustración' XXXVII. Pre-activation exercises for the multicomponent training program.

11.5.1.2 Training frequency

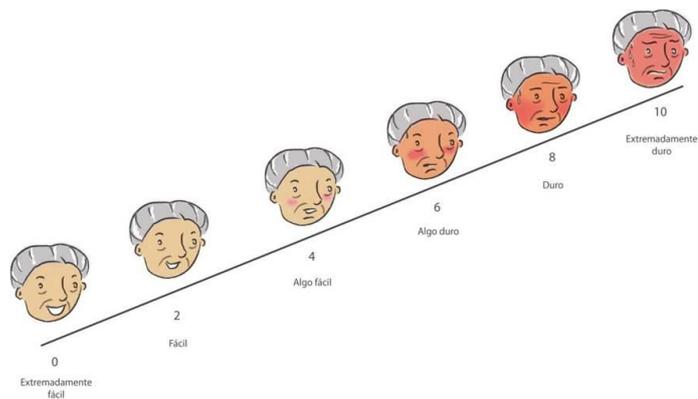
All physical and neuromotor qualities were trained with a frequency of 2 vs 3 times a week on non-consecutive days (Monday - Wednesday - Friday, Tuesday and Thursday).

11.5.1.3 Exercise intensity

Intensity in strength training was programmed at a level of 8-9 ('ilustración' XXXVIII/Illustration XXXVIII) using the OMNI-RES Scale with Thera-Band® (72, 189). Regarding the intensity control during the cardiovascular exercise the OMNI-GSE scale was used (96) programming perceived intensities level 8-9 ('ilustración' XXXIX/ Illustration XXXIX). The values represented in both scales are: 0 extremely easy, 2 easy, 4 somewhat easy, 6 somewhat hard, 8 hard, 10 extremely hard.



'Ilustración' XXXVIII. OMNI-RES scale with Thera-Band® elastic bands used for the control of the strength's perception intensity.



'Ilustración' XXXIX. 'OMNI-Global Session in the Elderly' for the control of the cardiovascular's perception intensity.

Regarding the balance, the intensity was evaluated according to the imbalance perceived by the subject where 0 meant no imbalance and 10 the total impossibility to maintain the balance.

In term of flexibility, the PERFLEX scale (191) was taken into account in the first-second level what means a stretching sensation without provoke any alteration in relation to the mechanical, plastic and inextensible components.

11.5.1.4 Recovery time

The recovery time ranged between 30 seconds and 1 minutes depending on the objectives and the orientation of the load training (46, 47, 72).

In addition, taking into account the considerations described by the Dr. Selye with regard to the stress and the *General Adaptation Syndrome* (192), this study suggested a progressive workload in term of frequency and density.

11.5.1.5 Type of exercise

Following the indications of the ACSM (102), the different trials reviewed (47, 86, 92) and the contrasted recommendations (17, 162, 186): an intervention of physical exercise lead to a group of postmenopausal women should be conducted to boost muscular and cardiovascular system without neglecting balance and flexibility variables. This program which include strength, cardiovascular, balance and flexibility training variables is called *Multicomponent Exercise Program* (MCE).

The balance exercises was designed in relation to four criteria: reduction of the support base, movements of the centre of gravity, upper and lower limbs mobilization (137) and reduction of the visual field (144). These exercises were progressively assigned depending on the level of the participants.

The strength exercises consisted in energetic movements involving large muscle groups (196, 197). The requirements needed to work at maximum speed of execution with a moderate load intensity (86, 198, 199) through elastic bands and bodyweight exercises.

The training program included aerobics global exercises such as skaters, lateral toe taps, lateral shuffle taps o walking exercises where the subject was asked to reach a moderate-high speed to obtain high levels of contraction (47, 86, 90).

The flexibility training was including through active and passive static stretching. The exercises were focused on the main muscles used during the intervention and those involving the hip, spine, ankles and shoulders (101, 102).

11.5.1.6 Exercise equipment

Regarding the main equipment used, elastic bands Thera-Band® (Hygenic Corp., Akron, OH, USA) was selected for the strength training and sports courts for the cardiovascular exercises.

The elastic bands were selected first at all due to their easy and economical acquisition. The second reason its easy portability and the impossibility of using training machines during the research. Finally, Thera-Band® elastic bands have been using in different studies with the same population (71, 93, 123).

11.6 CONCLUSIONS

In order to our stated objectives, having used the methodology explained and the results/outcomes discussed, the following conclusions respond to the formulates hypotheses:

First. A multicomponent training program 2 days/week for 12 weeks achieved improvements in CT, triglycerides and glucose in a group of postmenopausal women. However, no significant improvements are achieved in HDL-C and LDL-C. In this case, we could think in higher frequency of exercise. Hypothesis 1 is partially fulfilled.

Second. A multicomponent physical exercise group 3 days/week for 12 weeks achieved improvements in CT, HDL-C, LDL-C, triglycerides and glucose. A frequency of 3 days a week with moderate-high intensities is considered adequate in the achievement of adaptations in the lipid profile and glucose in a group of postmenopausal women. Hypothesis 2 is met.

Third. A multicomponent physical exercise protocol 3 days/week achieves better results in lipid profile and glucose variables compared to postmenopausal women who training 2 days per week. This type of training that combines strength exercise and cardiovascular exercise at moderate-high intensities will modify the lipid profile being affected by the frequency of training. Hypothesis 3 is reached.

Fourth. A multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks is sufficient to achieve improvements in tension and heart rate parameters (resting and after exercise) in a group of postmenopausal women. Hypothesis 4 is reached too.

Fifth. A multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks is enough to reach VO₂ max adaptations in a group of postmenopausal women. Hypothesis 5 is reached.

Sixth. A multicomponent physical exercise intervention 2 days/week for 12 weeks will be enough to achieve improvements in variables such as bodyweight, muscle mass, fat percentage, waist circumference and BMI in a group of postmenopausal women. Hypothesis 6 is reached.

Seventh. A multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks is enough to achieve improvements in body composition variables. A frequency of 2 days reaches levels of improvement in body weight, muscle mass, percentage of fat and BMI as much as 3 days frequency in a group of postmenopausal women. Hypothesis 7 is reached.

Eighth. An intervention of multicomponent physical exercise 2 days/week for 12 weeks is sufficient to achieve improvements in flexibility in a postmenopausal women group. Hypothesis 8 is reached.

Ninth. A multicomponent physical exercise protocol 2 days/week for 12 weeks in a group of postmenopausal women is enough to achieve adaptations in strength parameters compared to a frequency of 3 days per week. Hypothesis 9 is reached.

Tenth. A protocol of multicomponent physical exercise of 2 days/week for 12 weeks will be enough to reach adaptations in balance in a group of postmenopausal women. Hypothesis 10 is reached.

Eleventh. A protocol of multicomponent physical exercise of 2 days/week is enough to achieve improvements in the psycho-emotional state of a postmenopausal woman group causing a decrease in the degree in the depression levels. Hypothesis 11 is not reached.

CAPÍTULO XII

ANEXOS

*Aprovecha cada momento de la vida con optimismo y una sonrisa;
sigue tus pasiones y la vida te premiará*

ANEXO 1. Artículo JCR publicado durante el periodo de doctorado. Guillamón EM-C, Burgess L, Immins T, Andreo AM-A, Wainwright TW. Does aquatic exercise improve commonly reported predisposing risk factors to falls within the elderly? A systematic review. *BMC Geriatr.* 2019;19(1):52.

Martínez-Carbonell Guillamón et al. *BMC Geriatrics* (2019) 19:52
<https://doi.org/10.1186/s12877-019-1065-7>

BMC Geriatrics

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Does aquatic exercise improve commonly reported predisposing risk factors to falls within the elderly? A systematic review



Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón^{1,2*}, Louise Burgess², Tikki Immins²,
 Andrés Martínez-Almagro Andreo¹ and Thomas W. Wainwright²

Abstract

Background: According to the World Health Organization, the elderly are at the highest risk of injury or death from a fall. Age-related changes in strength, balance and flexibility are degenerative factors that may increase the risk of falling, and an aquatic training may offer a favourable environment to improve these modifiable risk factors.

Methods: A systematic review was conducted to assess the potential preventative role of aquatic exercise for reducing the risk of falls in the elderly by improving predisposing risk factors. Electronic databases and reference lists of pertinent articles published between 2005 and 2018 were searched. Randomized controlled trials (RCTs) that directly or indirectly addressed the effect of aquatic exercise for the prevention of falls in healthy participants were included within the synthesis. Studies were included if they were reported between January 2005 and May 2018 within a population aged between 60 and 90 years old that were without exercise-affecting comorbidities. Data related to participant demographics, study design, methodology, interventions and outcomes was extracted by one reviewer. Methodological quality assessment was independently performed by two reviewers using the PEDro (Physiotherapy Evidence Database) scale.

Results: Fourteen trials met the inclusion criteria. Exercise intervention duration and frequency varied from 2 to 24 weeks, from 2 to 3 times per week, from 40 to 90 min per session. Fall rate was not reported in any of the studies analysed. However, aquatic exercise improved key predisposing physical fitness components that are modifiable and internal risk factors for falling.

Conclusions: There is limited, low-quality evidence to support the use of aquatic exercise for improving physiological components that are risk factors for falling. Although the evidence is limited, and many interventions are not well described, these results should be considered by health and exercise professionals when making evidence-based, clinical decisions regarding training programmes to reduce the risk of falling.

Keywords: Elderly, Aquatic exercise, Magnitude of load, Fall prevention

Background

Fall-related injuries and deaths are serious and increasing issues for the elderly population. A fall is defined as "an event which results in a person coming to rest inadvertently on the ground or floor or other lower level, excluding intentional change in position to rest in

furniture, wall or other objects" [1]. Approximately 30% of people aged over 65 years will fall at least once a year [2, 3] and 15% at least twice a year [4], and this risk increases with age. These falls may result in fracture, long-term pain, disability and functional impairments and as a consequence, an individual may suffer negative social effects, due to a lack of independence, which reduces an individual's quality of life. In addition, falls in the elderly create an economic burden to hospitals and healthcare systems [5].

* Correspondence: emartinez913@alu.uca.es

¹Faculty of Health Science, Catholic University of Murcia, UCAM, Av. de los Jerónimos, 135, Guadalupe, 30107 Murcia, Spain

²Orthopaedic Research Institute, Bournemouth University, 6th Floor, Executive Business Centre, 89 Holdenhurst Road, Bournemouth BH8 8EB, UK



© The Author(s). 2019 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

There are a multitude of risk factors for falling, and they can be internal or external and modifiable or unmodifiable. Some risk factors are directly correlated and others interact in a more complex manner [2]. Ageing is associated with anatomical and physiological changes that can lead to increased disability, frailty and a higher risk of falls [6]. Sarcopenia is the degenerative loss of muscle mass, which increases linearly with age [7]. In addition, involuntary, age-related impairments of the three sensory systems that control posture (vestibular, visual and somatosensory) can lead to falls. A study by Rubenstein [8] reviewed 16 controlled studies and found weakness, balance deficit and gait deficit to be the most important individual risk factors for falls. More specifically, a systematic review [9] found lower extremity weakness to be a clinically important and statistically significant risk factor for falls. In addition, a study by Myers et al. [10] proposed strength, flexibility, balance and reaction time to be the most modifiable internal risk factors to falls, therefore providing a rationale for exercise interventions that aim to reduce falls in the elderly.

Research shows that detection and improvement of predisposing modifiable risk factors can reduce the rate of future falls [11, 12]. Regular physical exercise has been theorised to counteract the negative physiological effects of the aging process and improve physical and mental wellbeing [12, 13]. However, barriers to exercise behaviour among older adults include a fear of falling and perceived negative affect [14] and it is therefore difficult to conclude which training prescription (for example: load control training, progression of the load during balance exercises, type of equipment, depth of water) will create an effective programme [15, 16]. Studies that have compared aquatic and land group with the same protocol, through specific functionality tests, do not report significant differences between training groups [17]. Therefore, it is possible that aquatic exercise may improve balance, strength and flexibility out of water despite the differences in the environment.

Aquatic exercise provides a low-impact and low-weight bearing environment where individuals can exercise safely. The risk of falling is eliminated, and therefore an individual can concentrate on making physical improvements. In addition to safety benefits, aquatic programs may offer an appealing alternative to repetitive, conventional exercise which may increase compliance to rehabilitation plans. There are many components of physical fitness that can be trained in an aquatic environment to help reduce the risk of falling, for example: agility, balance, co-ordination, strength, flexibility and speed. The aim of this systematic review is to evaluate the effectiveness of using an aquatic environment to reduce the most modifiable predisposing risk factors of falls within an elderly population. The type of exercise, frequency, intensity and duration of each

exercise intervention will be assessed to determine if physical activity within an aquatic environment offers potential benefits to the risk of falling.

Methods

Protocols

This manuscript is written in accordance with the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) statement which includes controlled and randomized studies [18, 19]. A systematic review was completed to assess the role of aquatic exercise for improving the commonly reported predisposing risk factors of falls in the elderly.

Eligibility criteria and information sources

A computer based search was completed between January 2005 and May 2018 and the electronic databases sourced were: ISI Web of Knowledge, ProQuest, PubMed, Science Direct, SPORTDiscus, the Cochrane Central Register of Controlled Trials and the Google Academic Meta searcher. The PICO (Population, Intervention, Comparison and Outcome) framework was used to define the search strategy. The search strategy was developed to include a combination of controlled vocabulary (MeSH) and free text terms which can be found in Table 1. Reviews and commentaries were used to identify papers, but were not included within the synthesis of results. The search reviewed all available studies published between 2005 and 2018. In the mid-nineties, strong research emerged on the benefit of the aquatic environment in rehabilitation compared to the land environment. In particular, an article belong to Tovin [20] who compared the anterior cruciate ligament reconstruction water versus land exercise. However, during this time it was not shown that training in the aquatic environment could be as effective in older adults as land exercise in order to improve one's physical condition. Until the past decade, no research groups considered that the limitation of the aquatic environment was due to the lack of control of the training load during the exercise. The year 2005 is estimated as an ideal date to begin reviewing literature as before this time, the scientific rigor of relevant studies was low as they were directed solely for therapeutic exercise such as knee injuries or hip osteoarthritis [21]. From studies where the intensity of the exercise is controlled in a systematic

Table 1 Search Strategy

Search Strategy

The terms "aquatic-exercise" ("water-based training", "water exercise", "hydrotherapy", "exercise-aquatic) and "fall" ("fall-prevention", "fall risk") were combined with the terms: "older-adults", "elderly", "aging", "physical-exercise", "physical-fitness", "balance", "strength" and "muscle mass".

way through adapted material, depth, type of exercise and number of series, aquatic exercise can be better understood by healthcare professionals [22].

Study population

The study population consisted of healthy adults aged between 60 and 80 years old.

Type of intervention and comparisons

To be included within the study, the articles were required to state the training methodology adopted within an aquatic environment. Studies were also included if they compared either (i) aquatic exercise and non-aquatic exercise, or (ii) aquatic exercise and aquatic exercise with different types of intervention. Studies that did not report their intervention methodology to prevent falls were excluded.

Type of outcomes

Assessments of physical function and/or physical performance based on fall prevention in an aquatic environment were the outcomes in the included studies. Data were extracted which related to outcomes about the intensity, volume, type of exercise, frequency and recovery.

The studies retrieved were assessed against the inclusion criteria, based on their titles. The full text of the remaining studies was then independently reviewed by two researchers (EMCG and LB). An inclusion and exclusion criteria can be found in Table 2.

Data collection process, data items and summary measures

Data were extracted by one reviewer (EMCG) using a standardized template and verified by a second reviewer (JO). Information was extracted from each included trial on: authors, year of publication, study design, population characteristics (number of participants, gender and age),

description of intervention and outcome measures. Disagreements or discrepancies on data extraction were resolved by discussion.

Methodological quality in individual studies

The methodological quality of all studies was assessed using the PEDro (Physiotherapy Evidence Database) appraisal instrument [23]. The 11 item scale is a valid and replicable measure used to critically appraise the quality of randomized controlled trials. Each study is scored out of ten, with a threshold of seven (or over) for a study to be considered high quality (item one on the scale indicates external validity).

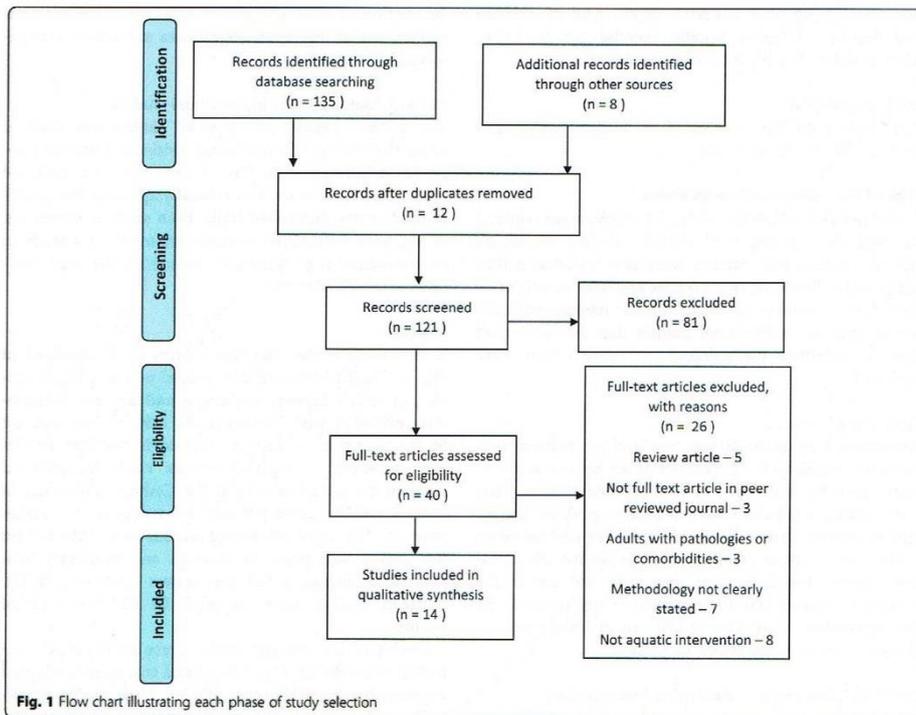
Results

A summary of the selection process is schematized in Fig. 1. The literature search yielded a total of 143 articles, of which 12 were duplicates and 81 were immediately excluded after reviewing the title, as they did not fit the inclusion criteria. A total of 40 full-text articles were reviewed. Thirty-two articles could be obtained through the search engine of the Catholic University of Murcia and its corresponding subscriptions to certain journals. The eight remaining articles were obtained on free access web pages or through an interlibrary loan process. Following a full text review (EMCG and TI), fourteen studies were included in the synthesis of results.

Twelve of the sourced studies were randomized controlled trials (RCTs) [16, 24–34] and two studies adopted a quasi-experimental design [35, 36]. Nine studies specifically evaluated the impact of aquatic training on improving strength [16, 25, 27, 29–32, 35, 36], nine studies assessed balance following aquatic training [24, 26, 28–30, 32, 33, 35, 36], and four studies compared a variety of physical fitness components, including agility, endurance, flexibility and speed [26, 27, 35, 36].

Table 2 Eligibility criteria

Inclusion Criteria	Exclusion Criteria
Population	
Healthy adults	Adults with pathologies or comorbidities
Aged between 60 and 90	
Interventions	
Studies that directly or indirectly assess the prevention of falls in an aquatic environment	Methodology not clearly stated
Outcome Measures	
Physical function	
Physical performance based on fall prevention	
Methodology	
Randomised or non-randomised clinical trial.	Reviews, study protocols or case studies.
Publication	
Published between 2005 and 2018	Published before 2005



Measuring instruments

The flexibility variable was recorded by the chair sit-and-reach and the back scratch test in one study [26, 30] whilst another study used the functional tests of Johnson and Nelson [35, 36]. The remaining studies utilised the sit and reach test [25, 27, 29].

Dynamic balance was measured using the berg balance scale [33], the timed up and go test [24, 25, 27, 28, 35], the 8 ft up and go test [29, 30, 34] and the walking in circle test [36]. Static balance was recorded with the Sharpened Romberg test [24, 28, 35] with both open and closed eyes, it was also registered by a Biodex Balance Stability System [32] and using a force platform where the subjects kept their arms on their hips to maintain position [36].

The variable of strength was predominantly recorded for upper limbs using a hand dynamometer [25, 27, 30, 32]. The maximal dynamic strength was evaluated using the 1-repetition maximum (1RM) bench press [16] bilateral elbow flexion [16, 26, 36] and bilateral knee flexion/extension [16]. The muscular endurance was evaluated during a

bilateral knee extension and flexion with a load equivalent to 60% of 1RM maintaining a maximum possible number of repetitions [16]. An isokinetic machine was also used for lower limbs. In this case a knee flexion-extension is performed at speeds of 60°/s, 120°/s [26]. In addition, a functional test like the 30 s sit-and-stand-up were used by a large number of researchers [26, 29, 31, 36].

Flexibility was mainly measured by the sit-and-reach test for the hamstrings muscles and lower back [25–27, 29, 30] and the back-scratch test was used to assess the general shoulder range of motion [26, 30].

Study population

When divided into their respective experimental groups, nine of the studies sourced had sample sizes of between 13 and 17 subjects [16, 24–27, 30–33, 35]. The remaining studies tested between 20 and 66 subjects [28, 29, 34, 36]. Four studies assessed both male and female participants [27–30], four studies only included women [16, 25, 31, 36] and three studies only assessed male participants [24, 32, 35]. The age range of the study

populations was generally small, however in four studies the range was 15 years [16, 25, 29, 35] and in two studies the range was over 24 years [33, 36].

Intervention variables

The temperature of the water varied between 28 °C and 32 °C within the majority of studies, [16, 25–27, 29, 34–36] with the exception of four studies, [24, 28, 30, 31] where the temperature was over 32 °C and two studies which do not specify the water temperature [32, 33]. The depth of the water in most of the interventions was from between waist to the midline of the chest [24, 26, 28] and at the level of the xiphoid process [16, 25, 29–31, 33–36] except in two studies [30, 32] where the depth reached 1.80 m. The shorter studies had a duration of two weeks [28] and six weeks [24, 30]. Most interventions were implemented for eight to 12 weeks [16, 26, 27, 29, 31–35]. However, one study completed a 16 weeks intervention [36], and the longest intervention had a duration of 24 weeks [25]. The frequency of the intervention was generally between two sessions [16, 24, 30, 31, 33, 35, 36] and three sessions a week [25–27, 29, 32, 34] although there is a study with a frequency of 5 days a week for 2 weeks during the intervention [28]. In terms of duration, most of the interventions were 60 min long, [25, 26, 28–30, 32, 35, 36] however, one study had a duration of 90 min [28], another of 40 min [34] and four studies did not specify the duration of the intervention [17, 25, 32, 35].

In some cases, the intensity of training was described by referring to the Borg Rate of Perceived Exertion Scale, the same Borg scale which ranges from six to 20 points. A value of one represents a very light exercise and 20 a serious physical exertion [37]. Moderate to high intensity was mentioned in ten of the included results [16, 25–27, 29–31, 34–36] and exercise intensity was not systematically recorded in the remaining studies [24, 28, 32, 33].

Physiological improvements

The control group, absent from any intervention, did not obtain any significant difference at the end of the study [25, 26, 28, 30–36]. However, the aquatic intervention group obtained improvements ($p \leq 0.05$) at the end of the study in the variable of flexibility [25–27, 29, 30, 36], balance [24, 26, 28, 32, 35, 36] and strength [16, 25–27, 29–32, 36].

Regarding the four studies that include a third exercise programme in a land environment, two of them did not find differences between the aquatic and land groups after the intervention, in variables of flexibility, balance and strength [24, 28]. Nevertheless, the aquatic group obtained greater improvement over the terrestrial group in the variable of balance in one study [30]. Another study [27] compared two aquatic groups with different types of intervention: resistance material and without

any material. The material group presented better results in gait speed, however, in variables of strength, mobility and flexibility, no significant differences were found between groups.

Resistance material

The studies did not specify what kind of materials they used except in one case [27] where the aquatic group used newly made water-resistance equipment (power leg and power hand DESCENTE Co., Ltd., Japan) and another study [36] where the aquatic group progressed at their own rate by adding surface area equipment (Aqua Flex paddles by MIZUNO Corporation, Osaka, Japan) and by opening the webbing of the Aqua Mitt gloves to increase surface area to reach the goal RPE.

Type of exercise

The studies that introduce flexibility training do not indicate specific exercises that are performed [26, 27, 29]. Only five studies indicate the static and dynamic balancing exercises which they use [26, 28, 33, 35, 36]. When looking at strength training there is a general focus on large muscle groups from the upper or lower limbs [16, 24, 26, 27, 31, 32, 34]. Only two studies [31, 36] mention the execution of exercises that resemble activities of daily living (ADL). A schematic compression can be viewed in Table 3.

Discussion

There is evidence to support the use of aquatic exercise in order to modify variables related to the risk of fall in the elderly. Aquatic exercise may ameliorate the negative physiological effects of aging which are predisposing, modifiable risk factors of a fall. Improving these risk factors is likely to create an overall benefit to rate of falls, and thus aquatic exercise should be considered as a training method for those most at risk of falling. However, the relationship between aquatic exercise and fall prevention is not directly compared within the studies sourced.

Balance

Studies which assessed balance within their training programmes found significant improvements ($p \leq 0.05$) following the intervention [24, 28, 32, 34–36] with the exception of two studies [26, 33]. The lack of positive results in balance training may be due to the lack of scientific rigor and the specificity of training. In this review, the exercises used most for balance training are alternating movements of the upper and lower limb [24, 26, 28, 33, 35, 36] however, their training variables such as the control of intensity or the specific exercises are not clearly reported in the methodology. Balance is considered the most important variable during the design of a

Table 3 Studies and interventions (including assessments, results and limitations found in each study for clinicians and researchers)

Study	Objective	Population	Intervention group		Assessment	Outcome	Limitations of the study
			Depth & T _a	Magnitude of load			
Silva et al., 2018 [31]	To investigate the effects of two water programs on functional capacity and quality of life of elderly women.	Forty-one elderly female (65 ± 4 years) were divided into aerobic training group (n = 13), combined training (n = 11) and CG (n = 9).	Depth: Between the xiphoid process and shoulders. T _a : 33 °C	AG(I): Aerobic intervention; AG(II): Combined Intervention; CG: No intervention Volume W F D Maximum effort 1–6 sets of 30"–5"/30"–2" rest; AT: 85–110%	Strength: 30-s chair-stand.	The 30-s chair-stand test resulted in an increase of 32 ± 11%, 24 ± 14% and 20 ± 9% for AG (I), AG (II) and CG, respectively.	The absence of a water-based resistance training group to compare the adaptation with water-based groups. The lack of control of the exercise program intensity and the frequency of elderly women in CG.
Reichert et al., 2018 [16]	To compare the effects of 1 × 30", 3 × 10", and 1 × 10" water resistance training on muscle strength and functional capacity in older women.	Thirty-six healthy women (60–75 years) AG (I): n = 12, AG (II): n = 13 and AG (III): n = 11 were divided into three different aquatic training.	Depth: Between the xiphoid process and shoulders. T _a : 31 °C	AG (I): 1 × 30" AG (II): 1 × 10", AG (III): 3 × 10" Volume W F D RPE: 19 12 2 N/A Maximum velocity 1–3 sets of 30/7 2" rest.	Strength: Maximal dynamic strength (1-RM) Muscular endurance with a load of 60%RM.	The main finding was that the three groups strategies performed twice a week induced similar relevant improvements in maximal strength, muscular endurance, and functional capacity. However, only the AG (I) 1 × 30s and the AG (II) 1 × 10s showed increased maximal strength in the bench press exercise.	The absence of an evaluation of the explosive strength, which is also important for the elderly population, as it is related to the capacity to perform daily life activities and risk of falls.
Seyedjafari et al., 2017 [32]	To investigate the effect of deep aquatic exercises on lower body strength and balance	Thirty elderly men over 65 were divided into AG (n = 15) and CG (n = 15).	Depth: Over 2 m. T _a : Does not appear.	AG: Intervention; CG: No intervention Volume W F D Not included 8 3 60' Type of exercise Balance Float exercises Strength Hip abduction/adduction/flexion/extension Flexibility General - Does not specify exercises	Balance: Biodex Balance System. Strength: Hand-Held Dynamometer	All variables including lower body strength, static balance was significantly improved (p < 0.001) in experimental group after aquatic exercises program.	The method of participant selection was by volunteer and therefore subjects were not randomly selected. This could affect the generalizability of the outcomes.

Table 3 Studies and interventions (including assessments, results and limitations found in each study for clinicians and researchers) (Continued)

Study	Objective	Intervention group		Assessment	Outcome	Limitations of the study
		Population	Depth & T°			
Bento et al., 2015 [34]	To evaluate the effects of a water-based exercise program on static and dynamic balance.	Sixty-five independent participants (over 60 years old) were divided in AG (n = 20) and CG (n = 16).	Depth: Xiphoid process. T°: 28–30 °C.	AG: Intervention; CG: No intervention Volume W F D 12 3 N/A HRR: 40 to 60% 3 sets x 40" / 20" rest Type of exercise Balance Not included Strength Hip/knee flexion/extension and dorsal and plantar flexion of the ankle Flexibility General - Does not specify exercises	No differences were found in the center of pressure variables; however, the AG group showed better performance in the 8-Foot-Up-and-Go Test after training (5.61–0.76 vs. 5.18–0.42; p < 0.01).	The physical conditioning of the participants at baseline revealed a good status, which may have reduced the magnitude of the training effects.
Kim y O'Sullivan, 2013 [28]	To examine the effects of aquatic exercise on biomechanical and physiological elements influencing gait.	Healthy women (70–78 years) bone mineral density score up –1. AG: n = 8 CG: n = 7	Depth: Between waist and chest. T°: 28 ± 1 °C.	AG: Intervention; CG: No intervention Volume W F D 12 3 60" Type of exercise Balance Static and dynamic Strength General Exercise for UL and DL Flexibility General - Does not specify exercises	AG obtain reductions (p < 0.05) in body weight, and body fat mass, and stride time. Significant increases (p > 0.05) in leg strength corresponded to the maximum joint moment of the landing leg, getting better the ability for recovery of balance after any perturbation.	High dropout rate. The evaluation of the balance is not clear and the study does not indicate clearly the load magnitude of training in AG. Large sample difference between intervention group and control group.
Sanders, Takeshima, Rogers, Colado y Borrani, 2013 [36]	To evaluate the aquatic environment in the improvement of the ADL in women over 60 years.	Women (60–89 years), sedentary, independent and confirmed by a physician their healthy situation. AG: n = 48 CG: n = 18	Depth: Xiphoid process. T°: 28–29 °C.	AG: Intervention; CG: No intervention Volume W F D 16 3 25–45" Type of exercise Balance Static and dynamic Strength Combined exercise for UL and DL Flexibility Does not specify exercises	AG obtained improvements with respect to CG in balance, flexibility, strength and agility (p < 0.05).	Long difference in sample size between intervention group and control group. Short duration of intervention and important difference of age between participants. Absence of specificity of training load. The type of exercise in the AG is not specified.
Bergamin et al., 2013 [30]	To evaluate the effects of aquatic exercise on the	Healthy elderly (70–76 years) were divided into aquatic group (n	Depth: 1.30–1.80 m. T°: 36 °C.	AG and LG: intervention; CG: no intervention Volume Specific intensity control	It has found significant improvement (p < 0.05) in flexibility, mobility and	Low sample size. Lack of specificity of the height of the water

Table 3 Studies and interventions (including assessments, results and limitations found in each study for clinicians and researchers) (Continued)

Study	Objective	Population	Intervention group Depth & T ^a	Magnitude of load	Assessment	Outcome	Limitations of the study
				W F D 6 2 60' HR _{max} : 55–65% 3 sets x 1' / 30" rest	Dynamometry for hand-grip and isometric knee flexion-extension Flexibility: Back-scratch test and sit-and-reach.	balance, obtaining AG a greater improvement dynamic balance a loss weight ($p < 0.05$)	during the development of exercises.
				Type of exercise Endurance Strength Flexibility	Combined exercise for UL and DL Combined exercise for UL and DL Combined exercise of UL and DL maintaining movement 90°.		
Elbar et al., 2013 [33]	To evaluate a perturbation programme of balance targeted compensatory and voluntary stepping to improve speed of stepping.	34 healthy volunteers (64–88 years) was divided in two groups n = 17, respectively.	Depth: Xiphoid process. T ^a : Does not appear.	AG: Intervention; CG: No intervention Volume W F D 12 2 40' Type of exercise Balance Level 1: Standing - External support Level 2: Standing - No external support Level 3: Single leg - No external support Level 4: Gait: exercise - No support Level 5: Perturbation and water turbulence	Balance: Fall Efficacy Scale: Folstein Mini-Mental State Examination. Voluntary Step Execution Test Stablogram-Diffusion Analysis. Berg Balance Scale. Get-up-and-go.	A significant interaction effect between group and time was found for the step execution, due to improvement in initiation phase and swing phase durations in the AG. Also, significant improvement in postural stability in eyes open and closed conditions is noted.	No benefits for performance aspects of balance control. Although this lack of improvement could be due to ceiling effects, it may reflect the specificity of training principle and the need for therapists to tailor balance training programs to target specific aspects.
Javaheri, Rahimi, Rashedi and Alikhajeh, 2012 [24]	To compare aquatic and terrestrial environment in the improvement of the static and dynamic balance for elderly.	Thirty older adults (63–70 years); independents in the daily activities was divided in two groups (n = 15)	Depth: Between waist and chest. T ^a : 33 °C.	Strength Flexibility AG: Aquatic intervention; LG: Land intervention Volume W F D 6 2 N/A Type of exercise Progressive levels of balance intensity 1 set x 15 rep.	Balance: Sharpened Romberg (open eyes and closed eyes) and Timed up & Go.	After the intervention, improvements were found in AG and LG in balance ($p < 0.05$). It was not found differences between groups AG and LG ($p > 0.05$).	Low sample size and only male. Absence of specificity in both groups.

Table 3 Studies and interventions (including assessments, results and limitations found in each study for clinicians and researchers) (Continued)

Study	Objective	Population	Intervention group	Depth & T*	Magnitude of load	Assessment	Outcome	Limitations of the study
Alkhalifeh, Moghaddam & Moghaddam, 2012 [35]	To evaluate the effect of hydrotherapy on the static and dynamic balance.	Twenty-eight healthy sedentary elderly men (64–79 years; 14 in the experimental group and 14 in the CG).	Balance	Depth: Xiphoid process. T*: 28–29° C.	Combination of displacement	Balance: Sharpened Romberg test and Timed Up & Go.	AG obtained improvements with respect to CG in balance, flexibility, strength and agility (p < 0.05).	Low sample size; short duration of intervention and important difference of age between participants. Absence of specificity of training load. The type of exercise in the AG is not specified.
			Strength		Marching in place. Hip flexion/extension. Hip abduction/adduction. Toe raises/heel raises. Shallow knee bends. Sit to stand from chair in land group. Sit to stand from pool shelf in aquatic group.			
Bento, Gleber Perreira y Rodacki, 2012 [29]	To analyze the effects of aquatic exercise on improving LL strength and older functionality.	Elderly (60–75 years) able to walk and perform their daily tasks independently. AG: n = 24 CG: n = 14	Flexibility	Depth: Xiphoid process. T*: 28–30°C.	Not included	Does not specify exercises	AG obtained improvement in strength of UL (p < 0.05) and functionality (p < 0.05).	Importance difference between intervention group and control group. Absence of specificity of training load.
			Volume		Specific intensity control			
W 8	F 2	D 60'	Type of exercise	AG: Intervention; CG: No intervention	Progressive to Moderate; 2 set x 10 rep / 1' rest	AG: Intervention; CG: No intervention	AG obtained improvement in strength of UL (p < 0.05) and functionality (p < 0.05).	Importance difference between intervention group and control group. Absence of specificity of training load.
			Balance		Static and dynamic			
W 12	F 3	D 60'	Strength	AG: Intervention; CG: No intervention	Combined exercise for UL and DL.	AG: Intervention; CG: No intervention	AG obtained improvement in strength of UL (p < 0.05) and functionality (p < 0.05).	Importance difference between intervention group and control group. Absence of specificity of training load.
			Flexibility		Does not specify exercises			
W 12	F 3	D 60'	Endurance	AG: Intervention; CG: No intervention	H-Rmax: 40–60% RPE: 12–16	AG: Intervention; CG: No intervention	AG obtained improvement in strength of UL (p < 0.05) and functionality (p < 0.05).	Importance difference between intervention group and control group. Absence of specificity of training load.
			Displacement		40' moderate speed / rest 20'			

Table 3 Studies and interventions (including assessments, results and limitations found in each study for clinicians and researchers) (Continued)

Study	Objective	Population	Intervention group		Assessment	Outcome	Limitations of the study	
			Depth & T°	Magnitude of load				
Walia y Shefali, 2012 [28]	Comparing aquatic and land exercise in the improvement of balance in elderly.	Healthy asymptomatic elderly (65–71 years) who were divided in a land group (n = 30) and an aquatic group (n = 30).	Depth: Between waist and chest. T°: 35° ± 2 ° C.	Strength	Combined exercise for UL and DL	Balance: Romberg (open eyes and closed eyes) and Timed up & Go. After the intervention, improvements were found in AG and LG in balance (p < 0.05). It was not found differences between groups AG and LG (p > 0.05).	Small sample size and shorter duration are the major limitations of the study. Lack of information about the periodization of the intervention in AG. Absence of specificity of training load.	
				Flexibility	General - Does not specify exercises			
Katsura et al, 2010 [27]	To assess the efficacy of aquatic exercise in older adults using resistance material.	Twenty healthy elderly individuals (68–75 years) who did not exercise regularly. A resistance equipment group (n = 12) and a non-resistance equipment group (n = 8).	Depth: Does not appear. T°: 30–32 °C	W	F	D	Balance: Timed Up & Go Strength: Hand held dynamometer Flexibility: Sit and reach	Low sample size. Under sample size and long duration of the training programme. Too much gender difference in the sample (women 16, men 4). Absence of control group. Absence of load magnitude for the intervention group.
				2	5	60'		
Tsourlou, Benik, Konstantina, Dila y Kellis, 2006 [25]	To determine the effectiveness of an aquatic training programme in healthy women over age 60.	Twenty two healthy elderly (60–75 years; AG: n = 12; CG: n = 10) without any medical contradiction.	Depth: From the xiphoid process to the axillary region. T°: 30 °C.	Type of exercise	Alternate and dynamic movements of UL and DL	AG (I) and AG (II): improvements (p < 0.05) in flexibility, strength (plantar flexion) and in static equilibrium. AG (I) obtained greater improvements (p < 0.05) than GA (II).	Low sample size. AG obtained improvement in pre/post-test in balance, strength and flexibility (p < 0.0125). AG obtained improvement (p < 0.0125) with respect to CG in strength and balance.	
				Balance	Alternate and dynamic movements of UL and DL			
Tsourlou, Benik, Konstantina, Dila y Kellis, 2006 [25]	To determine the effectiveness of an aquatic training programme in healthy women over age 60.	Twenty two healthy elderly (60–75 years; AG: n = 12; CG: n = 10) without any medical contradiction.	Depth: From the xiphoid process to the axillary region. T°: 30 °C.	Strength	Not included	AG (I) and AG (II): improvements (p < 0.05) in flexibility, strength (plantar flexion) and in static equilibrium. AG (I) obtained greater improvements (p < 0.05) than GA (II).	Low sample size. AG obtained improvement in pre/post-test in balance, strength and flexibility (p < 0.0125). AG obtained improvement (p < 0.0125) with respect to CG in strength and balance.	
				Flexibility	Not included			
Tsourlou, Benik, Konstantina, Dila y Kellis, 2006 [25]	To determine the effectiveness of an aquatic training programme in healthy women over age 60.	Twenty two healthy elderly (60–75 years; AG: n = 12; CG: n = 10) without any medical contradiction.	Depth: From the xiphoid process to the axillary region. T°: 30 °C.	W	F	D	Balance: Timed Up & Go Strength: Isometric test of knee's flexo-extension; Isometric wrist grip. 3 RM in machine for	Low sample size. AG obtained improvement in pre/post-test in balance, strength and flexibility (p < 0.0125). AG obtained improvement (p < 0.0125) with respect to CG in strength and balance.
				8	3	90'		
Tsourlou, Benik, Konstantina, Dila y Kellis, 2006 [25]	To determine the effectiveness of an aquatic training programme in healthy women over age 60.	Twenty two healthy elderly (60–75 years; AG: n = 12; CG: n = 10) without any medical contradiction.	Depth: From the xiphoid process to the axillary region. T°: 30 °C.	Endurance	Displacements	AG (I) and AG (II): improvements (p < 0.05) in flexibility, strength (plantar flexion) and in static equilibrium. AG (I) obtained greater improvements (p < 0.05) than GA (II).	Low sample size. AG obtained improvement in pre/post-test in balance, strength and flexibility (p < 0.0125). AG obtained improvement (p < 0.0125) with respect to CG in strength and balance.	
				Strength	UL and abdomen			
Tsourlou, Benik, Konstantina, Dila y Kellis, 2006 [25]	To determine the effectiveness of an aquatic training programme in healthy women over age 60.	Twenty two healthy elderly (60–75 years; AG: n = 12; CG: n = 10) without any medical contradiction.	Depth: From the xiphoid process to the axillary region. T°: 30 °C.	Flexibility	General - Does not specify exercises	AG (I) and AG (II): improvements (p < 0.05) in flexibility, strength (plantar flexion) and in static equilibrium. AG (I) obtained greater improvements (p < 0.05) than GA (II).	Low sample size. AG obtained improvement in pre/post-test in balance, strength and flexibility (p < 0.0125). AG obtained improvement (p < 0.0125) with respect to CG in strength and balance.	
				Volume	Specific intensity control			
Tsourlou, Benik, Konstantina, Dila y Kellis, 2006 [25]	To determine the effectiveness of an aquatic training programme in healthy women over age 60.	Twenty two healthy elderly (60–75 years; AG: n = 12; CG: n = 10) without any medical contradiction.	Depth: From the xiphoid process to the axillary region. T°: 30 °C.	W	F	D	Balance: Timed Up & Go Strength: Isometric test of knee's flexo-extension; Isometric wrist grip. 3 RM in machine for	Low sample size. AG obtained improvement in pre/post-test in balance, strength and flexibility (p < 0.0125). AG obtained improvement (p < 0.0125) with respect to CG in strength and balance.
				24	3	60		

Table 3 Studies and interventions (including assessments, results and limitations found in each study for clinicians and researchers) (Continued)

Study	Objective	Population	Intervention group		Assessment	Outcome	Limitations of the study
			Depth & T ^a	Magnitude of load			
			Type of exercise		UL and DL Flexibility: Sit and reach.		
			Balance	Not included			
			Strength	15–25 min of global exercise for UL and LL			
			Flexibility	Not included			

CG Control group, AG Aquatic group, LG Land group; (I), First group; (II), Second group; (III), Third group. ADL Activity daily life, T^a Temperature, N/A Not included in the text, W Weeks of intervention, F Frequency, D Total duration of season, RPE Rating of perceived exertion Borg Scale 6–20, EV Execution velocity, MA Materials of resistance, HRmax Maximum heart rate, AT Anaerobic threshold, HR Heart-rate reserve, UL Upper limb, LL Lower limb, RM Repetition maximum, MVIC Maximal voluntary isometric contraction

fall prevention training programme [38], and consequently the specificity of the exercises and the control of training should appear in order to reproduce the results obtained in the studies. Therefore, certain criteria or principles that support the decisions made during the fall prevention program should be considered during the design of protocols to improve balance in older people. An example are those established by two experts [8, 38]: the reduction of the support base, the movement of the centre of gravity, the mobilization of the limbs and the reduction of the visual field [8, 38]. It has been recommended that due to the aquatic turbulence during the aquatic exercise, muscle are activated continuously to stabilize the position of the individual [16]. However, the depth of the water and velocity of exercise should be controlled in order to modify muscle activation during balance exercises [39].

One study [36] demonstrated that in a group of 66 subjects (60–89 years), during a 16-week programme which included strength training, in an elderly population it is possible to achieve a better static balance in the elderly. A similar study [24] evaluated the static and dynamic balance in two groups of 15 subjects (63–70 years) during two equally designed training programmes in both a land and aquatic environment. At six weeks, both groups achieved significant improvements in static and dynamic balance ($p < 0.05$) when compared to pre-test scores. Similarly, a significant gain ($p < 0.05$) was found for the Berg Balance Score in adults older than 68 years old with no significant difference from one environment to another ($p > 0.05$).

Although the studies reviewed did not find significant differences between land and water training, the results suggest that an aquatic environment offers a safe environment where the risk of falling is eliminated. It should, however, be noted that there is evidence to highlight the insufficiency of the Berg Balance Scale for predicting falls [40] and the Timed Up and Go Test is instead recommended by the U.S. Centres for Disease Control and Prevention as an easy to administer clinical test to evaluate a senior citizen's fall risk [41].

One study assessed the effect of aquatic training on agility [20]. The authors found significant improvements in the intervention group receiving an aquatic exercise programme in comparison to the control group ($p < 0.05$). There is evidence that agility training programmes can reduce the risk of falls [42], largely due to improved balance, which has been examined as a variable for improving mobility in older adults. A study comparing fall prevention programmes in older adults [43] found that visual training had the greatest improvement on obstacle course performance (22%) following a 12-week training program. In addition, agility has been found to reduce the risk of falling through step training [44], and in multifactorial

programs which focus on other variables such as balance and strength [45].

Strength

Aquatic interventions that trained large muscle groups of the upper and lower limbs found significant improvements in strength from pre-test to post-test ($p < 0.05$) [16, 25–27, 29–32, 36]. Although the methodologies of these protocols vary, all results indicate that an aquatic environment is beneficial for promoting muscle hypertrophy. Strength training cause changes in the nervous system through neuromuscular activation, resulting in improved muscular power and delayed onset of sarcopenia which may decrease the risk of falls [46]. Evidence for the effectiveness of lower limb strengthening exercises for the prevention of falls in elderly subjects has been previously reported [47–49] and as lower extremity weakness is a clinically significant risk factor of a fall. The design of aquatic exercise programmes should focus on the lower limbs, respecting the principle of training specificity. Lower limb weakness in older adults is considered an important influencing factor of falls and its preservation promotes the maintenance of independence. More specifically, the maximum voluntary isometric strength and the rate of force generation of the hip abductors are considered a useful measure to distinguish between older adult fallers and non-fallers [50]. However, several studies use the handgrip dynamometer as a measure for strength in the elderly [25, 27, 32]. Although this outcome measure does not specifically assess lower limb strength, a recent study developed by the Cooperative Health Research in the Region of Augsburg [51] with 808 individuals (age ≥ 65 years) found a trend toward an indirect effect of grip strength on balance problems (p value = .043). In addition, handgrip strength has been estimated by other studies as an Indicator of Health-Related Quality of Life in Old Age and fall prevention [52, 53].

Flexibility

Axial stiffness can occur through ageing and is a loss of flexibility and elasticity in the neck and trunk that causes the imbalance of the posture, thus reducing balance and increasing the chance of falling. The ACSM (American College of Sports Medicine) [47] highlights the importance of flexibility training during aging for fall prevention; however often it remains neglected in training programmes.

Within this review, six studies assessed flexibility as an outcome following aquatic training [23, 25, 27, 29, 30, 36]. In all cases, flexibility was seen to improve significantly from pre-test to post-test ($p \leq 0.05$), however the specific effect on each muscle group was not clearly described. Regarding the principle of specificity and the relationship of

flexibility with the risk of falls, the findings indicate that the rigidity in the pelvic muscles causes an alteration in the gait of the elderly, which will contribute to an increased risk of falls [54]. In this case, a specific program of hip flexor stretches is needed, which may reverse variables that increase the risk of falls in the elderly [55].

Duration

Six studies [16, 26, 29, 31, 33, 34] agree with others found in the literature [56–58] that a training programme that seeks to allow for significant changes in balance, strength or flexibility to prevent falls in older adults should be a minimum duration of 12 weeks. To make a positive impact, the duration of the session should be around 60 min and two to three times a week [16, 26, 29, 31–34], as recommended by similar studies [48, 57, 59, 60]. The ACSM expresses an optimum frequency of three times a week at a moderate-to-high intensity to facilitate fall prevention training in the elderly [47]. This exercise prescription allows for physical recovery that induces physiological adaptations (48–72 h between sessions) [61]. However, studies with less frequency and duration also found significant improvements in balance, strength and flexibility tests [24, 27, 30, 32, 35, 36], after their respective interventions. These results indicate that the intensity of a programme will be a greater modifier of effect than the volume of training to reach physiological adaptations in the elderly and to improve functional capacity [16, 62, 63]. Therefore, it seems likely that frequency, duration and intensity of exercises, including those related to strength, balance, and flexibility are relevant training principles for reducing the risk of falls in the elderly.

Intensity

The intensity of an exercise programme is an important factor for determining the physiological stress and subsequent adaption an individual can experience through training. If the frequency and intensity of the training programme is too high, muscular damage may occur and this can negatively affect adherence to programmes [64]. The Borg Scale is a valid and simple measure of controlling intensity that has been utilised within the studies analysed [16, 26, 27, 29, 30, 34, 36]. In addition, using Rate of Perceived Exertion (RPE) [37] to prescribe exercise intensity is considered appropriate for older adults [65, 66]. However, in many cases, the number of sets, repetitions or recovery periods was missing from the methodology, preventing the protocols being repeated. Only one study [30] explained the control of the intensity of the flexibility whereby the involved muscles were contracting for 60–90 s during stretching.

Intensity should be controlled like with land exercise but with consideration of the principles of hydrodynamics and the forces that influence aquatic exercise to improve

physiological responses in older adults [67]. For example, in one study [17], three different types of training were compared over ten weeks: land training with machines ($n = 14$), training with elastic bands ($n = 21$) and water resistance training ($n = 17$) following the same protocol training but adapted to the environment. The three groups obtained significant differences ($p < 0.05$) in flexion of arms (push up), squats, crunches and in the fat-free mass. It is shown that controlled resistance training in the aquatic environment can be as beneficial for the improvement of physical condition and body composition as land training when the protocol is adapted to the specific nature of the environment. In this way, a table of the intervention of the studies is designed, which will serve for clinical protocols and researchers to know the variables of exercise prescription of each of the articles analysed (Table 3).

Methodology quality

Generally, the methodological quality of the studies included was low. The mean PEDro score for all fourteen studies was 5.5/10 (Table 4). A score of seven (or over) is considered high quality [68], and therefore only on studies in this review had a high quality methodology [33]. Thirteen studies were considered 'low quality' when using a threshold of six or less out of ten [16, 24–32, 34–36]. Due to the nature some interventions, it was difficult to blind subjects, therapists and assessors and therefore consistently low scoring items on the scale were: three, five, six and seven.

It is difficult to advocate the use of one study over another due to a lack of repeated designs. This makes it difficult to establish a "fixed criteria" in the development of training programmes in the aquatic environment in order to reduce the risk of falls in the elderly.

Although the studies mention the reduction of fall risk with the results obtained, they do not present correlations between variables of strength, balance or flexibility that could suggest a strong clinical relationship. Well-written methodologies should express all relevant information on the training design (volume, intensity, frequency, recovery and type of exercise) in a clear and replicable way. They should also present correlations between falls and physical training variables such as agility, balance, strength and flexibility.

Study limitations

There is some evidence to support using aquatic exercise for improving predisposing, modifiable risk factors of falls. However, the quality of this evidence is low, and many interventions are poorly described. The lack of consistency between study methodologies makes intervention comparison difficult. In addition, the trial findings did not find a statistically significant relationship

Table 4 Grade of evidence PEDro score

Study	PEDro Score out of 11	Item											Sample size
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Silva et al., 2018 [31]	6/10	*	*		*			*		*	*	*	41
Reichert et al., 2018 [16]	6/10	*	*		*			*		*	*	*	36
Seyedjafari et al., 2017 [32]	4/10	*			*					*	*	*	30
Bento et al., 2015 [34]	5/10	*	*		*					*	*	*	36
Kim y O'sullivan, 2013 [28]	5/10	*	*		*					*	*	*	15
Sanders et al., 2013 [36]	5/10	*			*					*	*	*	60
Bergamin et al., 2013 [30]	6/10	*	*		*				*	*	*	*	53
Elbar et al., 2013 [33]	8/10	*	*	*	*			*	*	*	*	*	34
Javaheri et al., 2012 [24]	6/10	*	*		*				*	*	*	*	28
Alikhajeh et al., 2012 [35]	4/10	*			*				*	*	*	*	28
Bento et al., 2012 [29]	5/10	*	*		*					*	*	*	38
Walia y Shefali, 2012 [28]	6/10	*	*		*				*	*	*	*	60
Katsura et al., 2010 [27]	5/10	*	*		*				*	*	*	*	20
Tsourlou et al., 2006 [25]	6/10	*	*		*				*	*	*	*	22

* = Met this criterion OF PEDro Scale

between training variables and falls. Resistance equipment is not included to increase exercise intensity, and few studies highlight the importance of execution speed during the aquatic exercises. Regarding the types of exercise, most of them refer to general exercises of upper and lower limbs; however, the exercises should be described in detail so that professionals can achieve the desired results. Regarding the flexibility variable, it is included during the programs directed to older adults but it is not discussed as a relevant variable. Flexibility is not treated in a specific way, obviating the importance of the pelvic musculature in the disturbance of the gait and therefore of the risk of falling. Researchers should avoid describing a superficial and uncritical methodology in order to design specific and valid aquatic programs for reducing the most modifiable predisposing risk factors of falls within the elderly.

Conclusions

There is some evidence to support using aquatic exercise for improving predisposing, modifiable risk factors of falls. However, the quality of this evidence is low, and many interventions are not fully described. The lack of consistency between study methodologies makes intervention comparison difficult. In addition, the trial findings did not find a statistically significant relationship between training variables and falls.

Despite the inconsistent and lacking results, it should be noted that there were no detrimental or counterproductive effects found within the search results following a physical aquatic exercise programme. With increased consistency in the design of evidence-based training

programmes, the aquatic environment could become widespread and effective for helping to prevent the risk of falls in the elderly. Further research is needed to create an evidence-based, replicable protocol for aquatic training with a specific aim of improving the commonly reported predisposing risk factors of falls.

Abbreviations

ACSM: American College of Sports Medicine; ADL: Activity of Daily Living; PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

Acknowledgements

Not applicable.

Funding

No funding was received for this study.

Availability of data and materials

The materials used within this study were taken directly from the research articles which were sourced from our literature search. We can provide copies of this data if required.

Authors' contributions

EMCG: Developing design, literature search, manuscript writing, and analysis of results. LB: Manuscript writing and developing design. T: Quality assessment. TW: Supervision of data collection and analysis. AMAA: Supervision of developing design and literature search. All authors read and approved the final manuscript.

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Consent for publication

Not Applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Received: 10 January 2018 Accepted: 13 February 2019

Published online: 22 February 2019

References

- World Health Organization. Global report on falls prevention in older age. http://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf.
- Society AG, Society G, Prevention OF, Panel OS. Guideline for the prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49(5):664–72.
- Tinetti ME, Speechley M. Prevention of falls among the elderly. *N Engl J Med*. 1989;320(16):1055–9.
- da Silva Gama ZA, Gómez-Conesa A. Factores de riesgo de caídas en ancianos: revisión sistemática. *Rev Saude Publica*. 2008;42(5):946–56.
- Scuffham P, Chaplin S, Legood R. Incidence and costs of unintentional falls in older people in the United Kingdom. *J Epidemiol Community Health*. 2003;57(9):740–4.
- Pernambuco CS, Borba-Pinheiro CJ, de Souza Vale RG, Di Masi F, Monteiro PKP, Dantas EHM. Functional autonomy, bone mineral density (BMD) and serum osteocalcin levels in older female participants of an aquatic exercise program (AAG). *Arch Gerontol Geriatr*. 2013;56(3):466–71.
- Walston JD. Sarcopenia in older adults. *Curr Opin Rheumatol*. 2012;24(6):623.
- Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006;35(suppl_2):i37–41.
- Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(7):1121–9.
- Myers AH, Young Y, Langlois JA. Prevention of falls in the elderly. *Bone*. 1996;18(1):S87–S101.
- Russell K, Taing D, Roy J. Measurement of fall prevention awareness and behaviours among older adults at home. *Can J Aging*. 2017;36(4):522–35.
- El-Khouy B, Cassou B, Charles M-A, Dargent-Molina P. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials; 2013.
- Scapagnini G, Caruso C, Spera G. Preventive medicine and healthy longevity: Basis for sustainable anti-aging strategies. In: *International Textbook of Aesthetic Surgery*. Springer; 2016. p. 1213–27. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-46599-8_82.
- Lees FD, Clark PG, Nigg CR, Newman P. Barriers to exercise behavior among older adults: a focus-group study. *J Aging Phys Act*. 2005;13(1):23–33.
- Simas V, Hing W, Pope R, Climestein M. Effects of water-based exercise on bone health of middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med*. 2017;8:39.
- Reichert T, Delevatti RS, Prado AKG, Bagatini NC, Simmer NM, Meinerz AP, Barros BM, Costa RR, Kanitz AC, Kruei LFM. Low-and High-Volume Water-Based Resistance Training Induces Similar Strength and Functional Capacity Improvements in Older Women: A Randomized Study. *J Physical Activity Health*. 2018;20(00):1–8.
- Colado J, Garcia-Masso X, Rogers M, Tella V, Benavent J, Dantas E. Effects of aquatic and dry land resistance training devices on body composition and physical capacity in postmenopausal women. *J Human Kinetics*. 2012;32:185–95.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Prisma G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097.
- Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin*. 2010;135(11):507–11.
- Tovin BJ, Wolf SL, Greenfield BH, Crouse J, Woodfin BA. Comparison of the effects of exercise in water and on land on the rehabilitation of patients with intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions. *Phys Ther*. 1994;74(8):710–9.
- Crawford MT. Aquatic Exercise For Rehabilitation And Training. *J Orthopaedic Sports Physical*. 2011;41(4):286–7.
- Colado JC, Borreani S, Pinto SS, Tella V, Martín F, Flandez J, Kruei LF. Neuromuscular responses during aquatic resistance exercise with different devices and depths. *J Strength Cond Res*. 2013;27(12):3384–90.
- Maier CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713–21.
- Hashemi Javaheri SAA, Mohammad Rahimi N, Rashidlamir A, Alkhajeh Y. The effects of water and land exercise programs in static and dynamic balance among elderly men. *Global J Guid Couns*. 2012;2(1):1–7.
- Tsourlou T, Benik A, Dipla K, Zafeiridis A, Kellis S. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *J Strength Cond Res*. 2006;20(4):811.
- Kim SB, O'Sullivan DM. Effects of aqua aerobic therapy exercise for older adults on muscular strength, agility and balance to prevent falling during gait. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(8):923–7.
- Katsura Y, Yoshikawa T, Ueda S-Y, Usui T, Sotobayashi D, Nakao H, Sakamoto H, Okumoto T, Fujimoto S. Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(5):957–64.
- Walla R. Comparison Between Land-based and Water-based Balance Training Exercise Program in Improvement of Balance in Community Dwelling Elderly Population. *Indian J Physiother Occup Ther*. 2012;6(3):221–27.
- Cesar Barauce Bento P, Pereira G, Ugrinowitsch C, Rodacki ALF. The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. *J Aging Phys Act*. 2012;20(4):469–70.
- Bergamin M, Ermolao A, Tolomio S, Berton L, Sergi G, Zaccaria M. Water-versus land-based exercise in elderly subjects: effects on physical performance and body composition. *Clin Interv Aging*. 2013;8:1109.
- Silva MR, Alberton CL, Portella EG, Nunes GN, Martin DG, Pinto SS. Water-based aerobic and combined training in elderly women: effects on functional capacity and quality of life. *Exp Gerontol*. 2018;106:54–60.
- Seyedjafari E, Sahebozamani M, Beyranvand R, Ebrahimpour E, Razavi M. The effect of 8 weeks deep-aquatic exercises on static balance and lower body strength among elderly men. *Int J Appl Exercise Physiol*. 2017;6(1):86–98.
- Elbar O, Tzedek I, Vered E, Shvartsh G, Friger M, Melzer I. A water-based training program that includes perturbation exercises improves speed of voluntary stepping in older adults: a randomized controlled cross-over trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013;56(1):134–40.
- Bento PCB, Lopes MFA, Cebolla EC, Wolf R, Rodacki ALF. Effects of water-based training on static and dynamic balance of older women. *Rejuvenation Res*. 2015;18(4):326–31.
- Alkhajeh Y, Hosseini SRA, Moghaddam A. Effects of hydrotherapy in static and dynamic balance among elderly men. *Procedia Soc Behav Sci*. 2012;46:2220–4.
- Sanders ME, Takeshima N, Rogers ME, Colado JC, Borreani S. Impact of the SWEAT™ water-exercise method on activities of daily living for older women. *J Sports Sci Med*. 2013;12(4):707.
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377–81.
- Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N S W Public Health Bull*. 2011;22(4):78–83.
- Pöyhönen T, Kyröläinen H, Keskinen KL, Hautala A, Savolainen J, Mälikä E. Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. *Clin Biomech*. 2001;16(6):496–504.
- Lima CA, Ricci NA, Nogueira EC, Perracini MR. The berg balance scale as a clinical screening tool to predict fall risk in older adults: a systematic review. *Physiotherapy*. 2018;104(4):383–94.
- Nightingale CJ, Mitchell SN, Butterfield SA. Validation of the timed up and go test for assessing balance variables in adults aged 65 and older. *J Aging Phys Act*. 2018;26(1):1–15.
- Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, McKay HA. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(5):657–65.
- Reed-Jones RJ, Dorgo S, Hitchings MK, Bader JO. Vision and agility training in community dwelling older adults: incorporating visual training into programs for fall prevention. *Gait Posture*. 2012;35(4):585–9.
- Okubo Y, Schoene D, Lord SR. Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(7):586–93.
- Arnold CM, Walker-Johnston J, Lanovaz JL, Lattimer LJ. Does fall arrest strategy training added to a fall prevention programme improve balance, strength, and agility in older women? A Pilot Study. *Physiotherapy Canada*. 2017;69(4):323–32.

46. Holviala J, Häkkinen A, Alen M, Sallinen J, Kraemer W, Häkkinen K. Effects of prolonged and maintenance strength training on force production, walking, and balance in aging women and men. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24(1):224–33.
47. Chodzko-Zajko W, Schwingel A, Park CH. Successful aging: the role of physical activity. *Am J Lifestyle Med*. 2009;3(1):20–8.
48. Nilwik R, Snijders T, Leenders M, Groen BB, van Kranenburg J, Verdijk LB, van Loon LJ. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp Gerontol*. 2013;48(5):492–8.
49. Kostka T. Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23–88 years. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95(2–3):140–5.
50. Gafner SC, Bastiaenen CH, Ferrari S, Gold G, Terrier P, Hilfiker R, Allet L: hip muscle and hand-grip strength to differentiate between older fallers and non-fallers: a cross-sectional validity study. *Clin Interv Aging*. 2018;13:1.
51. Arvandi M, Strasser B, Volaklis K, Ladwig K-H, Grill E, Matteucci Gothe R, Horsch A, Laxy M, Siebert U, Peters A. Mediator effect of balance problems on association between grip strength and falls in older adults: results from the KORA-age study. *Gerontol Geriatric Med*. 2018;4:2333721418760122.
52. Blake AJ, Morgan K, Bendall MJ, Dallosso H, Ebrahim SB, Arie THD, Fentem PH, Bassey EJ. Falls by elderly people at home: prevalence and associated factors. *Age Ageing*. 1988;17(6):365–72.
53. Musalek C, Kirchengast S. Grip strength as an Indicator of Health-related quality of life in old age—a pilot study. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(12):1447.
54. Kerrigan DC, Lee LW, Collins JJ, Riley PO, Lipsitz LA. Reduced hip extension during walking: healthy elderly and fallers versus young adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(1):26–30.
55. Cristopoliski F, Sarraf TA, Dezan VH, Provensi CLG, Rodacki ALF. Transient effect of flexibility exercises in the hip joint on the gait of older women. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(2):139–44.
56. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, Islam MM, Hayano J. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(3):544–51.
57. Colado JC, Triplett NT, Tella V, Saucedo P, Abellán J. Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol*. 2009;106(1):113–22.
58. Pinto SS, Cadore EL, Alberton CL, Zaffari P, Bagatini NC, Baroni BM, Radaelli R, Lanferdini FJ, Colado JC, Pinto RS. Effects of intra-session exercise sequence during water-based concurrent training. *Int J Sports Med*. 2014; 35(01):41–8.
59. Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. Position stand. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;195(9131/04):3611–1985.
60. Gschwind YJ, Kressig RW, Lacroix A, Muehlbauer T, Pfenninger B, Granacher U. A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength / power, and psychosocial health in older adults: Study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatr*. 2013;13(1):105.
61. Baechle TR, Earle RW. Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico: Ed. Médica Panamericana; 2007.
62. Colado JC, Triplett NT. Monitoring the intensity of aquatic resistance exercises with devices that increase the drag force: an update. *Strength Cond J*. 2009;31(3):94–100.
63. Gianoudis J, Bailey CA, Ebeling PR, Nowson CA, Sanders KM, Hill K, Daly RM. Effects of a targeted multimodal exercise program incorporating high-speed power training on falls and fracture risk factors in older adults: a community-based randomized controlled trial. *J Bone Miner Res*. 2014;29(1):182–91.
64. de Lacy-Vawdon CJ, Klein R, Schwarzman J, Nolan G, de Silva R, Menzies D, Smith BJ. Facilitators of attendance and adherence to group-based physical activity for older adults: a literature synthesis. *J Aging Phys Act*. 2018;26(1): 155–67.
65. Burke EJ. Individualized fitness program: using perceived exertion for the prescription of healthy adults. *J Phys Educ Recreation*. 1979;50(9):35–7.
66. Keteyian S, Ehrman J, Fedel F, Rhoads K. Heart rate-perceived exertion relationship during exercise in Orthotopic heart transplant patients. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 1990;10(8):287–93.
67. Melzer I, Elbar O, Tsedek I, Oddsson LIE. A water-based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults: study protocol for a randomized controlled cross-over trial. *BMC Geriatr*. 2008;8(1):19.
68. Labelle H, Guibert R, Joncas J, Newman N, Fallaha M, Rivard CH. Lack of scientific evidence for the treatment of lateral epicondylitis of the elbow. An attempted meta-analysis. *Bone Joint J*. 1992;74(5):646–51.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



ANEXO 2. Méritos complementarios: Guillamón EM-C. Beneficios de salud ósea proporcionados por el ejercicio físico acuático en mujeres postmenopáusicas (2018). European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, Volumen 7. ISSN 2174-8144 y Depósito Legal: AL 828-2011.



CERTIFICADO

Por su contribución en la modalidad de POSTER en el "IV Congreso Internacional en Contextos Clínicos y de la Salud", con el título:

BENEFICIOS EN SALUD ÓSEA OBTENIDOS DURANTE EL EJERCICIO FÍSICO ACUÁTICO EN MUJERES POSTMENOPAUSICAS

Cuyos autores son:

EDUARDO MARTÍNEZ-CARBONELL GUILLAMÓN

Además, dicha aportación esta PUBLICADA en la European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, Volumen 7. Con ISSN 2174-8144 y Depósito Legal: AL 828-2011.

Dicho congreso se ha celebrado durante los días 8 y 9 de marzo de 2018 en Murcia, con una duración de 20 horas, organizado por el Grupo de Investigación SEJ-381 de la Universidad de Almería, Asociación Universitaria de Educación y Psicología, Association University of Scientific Formation Psychology and Education Research (CINFOPER), e INFOPES. Dicha actividad cuenta con la Resolución Favorable de Reconocimiento de Interés Científico-Sanitario concedida por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (Referencia: S 201710200000339) y la Consejería de Salud de la Región de Murcia (Exp: J34/2017). Del mismo modo, el Congreso ha sido acreditado con 0,3 Créditos por parte del Sistema de Acreditación de la Comisión Nacional de Formación (CFC - Comisión de Formación Continuada del Ministerio de Sanidad - Referencia: P-18-18596-01).

Murcia, a 9 de marzo de 2018

Presidenta del Congreso



Fdo.: Dña. María del Carmen Pérez Fuentes



Puede usted acceder a esta publicación en: http://formacion.usm.es/acta_individual/YYQM5aHUIJ08gORDbeNjFKvndSYPTKwGh3SsrRO=

ANEXO 3. Méritos complementarios: Guillamón EM-C. Importancia de la estimulación cognitiva durante un programa de ejercicio para la prevención de caídas (2018). European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, Volumen 7. ISSN 2174-8144 y Depósito Legal: AL 828-2011.



CERTIFICADO

Por su contribución en la modalidad de COMUNICACIÓN ESCRITA en el "IV Congreso Internacional en Contextos Clínicos y de la Salud", con el título:

IMPORTANCIA DE LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA DURANTE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO PARA LA PREVENCIÓN DE CAÍDAS

Cuyos autores son:

EDUARDO MARTÍNEZ-CARBONELL GUILLAMÓN

Además, dicha aportación está PUBLICADA en la European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, Volumen 7. Con ISSN 2174-8144 y Depósito Legal: AL 828-2011.

Dicho congreso se ha celebrado durante los días 8 y 9 de marzo de 2018 en Murcia, con una duración de 20 horas, organizado por el Grupo de Investigación SEJ-581 de la Universidad de Almería, Asociación Universitaria de Educación y Psicología, Association University of Scientific Formation Psychology and Education Research (CINFOPER), e INFOPES. Dicha actividad cuenta con la Resolución Favorable de Reconocimiento de Interés Científico-Sanitario concedida por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (Referencia: S 201710200000339) y la Consejería de Salud de la Región de Murcia (Exp: J34/2017). Del mismo modo, el Congreso ha sido acreditado con 0,3 Créditos por parte del Sistema de Acreditación de la Comisión Nacional de Formación (CFC - Comisión de Formación Continuada del Ministerio de Sanidad - Referencia: P-18-18596-01).

Murcia, a 9 de marzo de 2018

Presidenta del Congreso



Fdo.: Dña. María del Carmen Pérez Fuentes



ANEXO 4. Martínez-Carbonell E, Orquín-Castrillón FJ, Marcos-Pardo PJ, Martínez-Almagro A. (mayo de 2018). Efectos de un Programa de Ejercicio en la Salud de un Grupo de Mujeres Postmenopáusicas. En J. Alarcón Teruel (Secretario General), IV Jornadas de Investigación y Doctorado: Women in Science. Jornadas llevadas a cabo en Murcia.



ANEXO 5. Martínez-Carbonell E. (mayo de 2018). Presentación del Paper: Effects of aqua aerobic therapy exercise for older on muscular strength, agility and balance to prevent falling during gait. En J. Alarcón Teruel (Secretario General), IV Jornadas de Investigación y Doctorado: Women in Science. Jornadas llevadas a cabo en Murcia.



ANEXO 6. Méritos complementarios: Martínez-Carbonell E, Wainwright T, Immins T, Martínez-Almagro A. (2017). Efectos del Entrenamiento Acuático en la Mejora de la Condición Física de los Adultos Mayores. (Ed.) Actividad Física Para Mayores. Investigación, Enseñanza y Práctica, pp. 596-6.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Vicerrectorado de Cultura y Deporte
Dirección de Deporte Universitario

Dra. D^a. TECLA LUMBRERAS KRAUEL, Vicerrectora de Cultura y Deportes de la Universidad de Málaga y Presidenta del Comité Organizador, Dr. D. PEDRO MONTIEL GÁMEZ, Director del Congreso, y Dr. D. ANTONIO MERINO MANDLY, Presidente del Comité Científico del VII Congreso Internacional de Actividad Físico-Deportiva para Mayores, organizado por la Universidad de Málaga, Junta de Andalucía, Diputación de Málaga, Ayuntamiento de Málaga y Club Deportivo Universidad de Málaga.

CERTIFICAN A:

EDUARDO MARTÍNEZ-CARBONELL GUILLAMÓN

Como autor de la comunicación presentada el día 18 de noviembre de 2017 titulada:

"EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO ACUÁTICO EN LA MEJORA DE LA CONDICIÓN FÍSICA DE LOS ADULTOS MAYORES"

Todas las comunicaciones han sido revisadas por una evaluación por pares a través del Comité Científico y cumplen con las exigencias de calidad y originalidad (a través del sistema Turnitin ©), confirmando los autores que no han publicado esta información en algún otro Congreso y/o artículo en revista.

Málaga, a 18 de noviembre de 2017



TECLA LUMBRERAS

Dra. Tecla Lumbreras Krauel
Presidenta del Comité Organizador

Pedro Montiel

Dr. Pedro Montiel Gámez
Director del Congreso

Antonio Merino Mandly

Dr. Antonio Merino Mandly
Presidente del Comité Científico



Complejo Deportivo Universitario,
Campus de Teatinos, s/n. 29071.
Tel.: 951 95 30 30 Fax: 951 95 30 31
E-mail: deportes@uma.es

ANEXO 7. Méritos complementarios: Martínez-Carbonell E (2019). Atividades Aquáticas Ajudam a Prevenir Tombos. Envelhecer. Health, Nutrition and Wellness. SAÚDE. Editora Abril.

ENVELHECER | POR ANDRÉ BIENBATH

ATIVIDADES AQUÁTICAS AJUDAM A PREVENIR TOMBOS

Os treinos na piscina promovem ganhos em vários aspectos da saúde

Há quatro anos, o professor de educação física espanhol Eduardo Guillamón iniciou uma série de estudos e iniciativas com o objetivo de evitar quedas entre as pessoas mais velhas. Sua maior inspiração foi a avó, que apresenta bastante dificuldade para caminhar, mesmo com o auxílio de um andador. Um dos resultados desse trabalho foi a publicação de um artigo, assinado em conjunto com especialistas da Universidade Católica de Múrcia, na Espanha, e da Universidade de Bournemouth, na Inglaterra, que revelou a eficácia de exercícios aquáticos nas faixas etárias mais avançadas. "Modalidades como natação e hidroginástica melhoram diversas aptidões que conferem proteção contra esses acidentes, como flexibilidade, força muscular e equilíbrio", destaca Guillamón.

Como aproveitar as atividades na água ao máximo

● HORÁRIO DE INSCRIÇÃO
Agasalte-se bem e proteja a cabeça na hora de sair do ambiente fechado e ir para a rua.

● SINAIS DE EXAUSTÃO
Sentiu tontura, náusea ou pressão baixa? Pare um pouco, respire fundo e avise o professor.

● ORIENTAÇÃO
As sessões devem ser acompanhadas o tempo todo por um profissional de educação física.

● AQUECIMENTO
Prepare o corpo antes com alguns piques e movimentos para alongar braços e pernas.

● ADAPTAÇÃO
Não exagere logo de cara: pegue leve nas primeiras aulas e eleve a carga com o passar das semanas.

● POUCOS ALUNOS
Dê preferência a aulas com menos gente. Assim, você recebe mais cuidado e atenção dos professores.

● SEM SOBRECARGA
Se sentir alguma dor ou desconforto, interrompa o exercício ou diminua a intensidade.

● ENTORNO DA PISCINA
Contra o sol não é liso demais e se a escada para sair e entrar na piscina tem um corrimão bem firme.

● MONITORIZAÇÃO
Quando há indicação médica, é bom usar aparelhos para medir os batimentos cardíacos.

● PÉS PROTEGIDOS
Alguns praticantes usam meias antiderrapantes. Veja se elas auxiliam a evitar escorregões.

● NATAÇÃO
Os diferentes tipos de nado podem ser aprendidos e praticados em qualquer fase da vida.

● RELAXAMENTO
Reservado para os minutos finais dentro das aulas, é indicado para acalmar e sair do ritmo acelerado.

● RESISTÊNCIA
É o clássico treino de musculação. Utiliza bolas, pranchas e outros objetos de borracha.

● AERÓBICO
Envolve corridas e pulos nos raia. Ótimo para ampliar a capacidade cardiorrespiratória.

● ALONGAMENTO
Além de preparar músculos e articulações para o suor, foca no equilíbrio e na flexibilidade.

● MODALIDADES
Na maioria das vezes, elas são combinadas nas aulas.

● SEGURANÇA
O banheiro e o vestiário precisam estar equipados com barras de apoio na maioria das paredes.

● SAÚDE SOCIAL
As aulas coletivas são momentos perfeitos para fazer novas amizades e criar um vínculo com o grupo todo.

● QUILOS A MENOS
Quando fibras numa dieta são adequadas, elas ajudam a manter o equilíbrio e o peso.

● JUNTAS AZEITADAS
Por ter um impacto menor, essas atividades são boas para quem sofre com dores nas articulações.

● CORAÇÃO EM DIA
Meser o corpo nesse ambiente está relacionado ao controle da pressão arterial e do colesterol.

● NÃO É SÓ PREVENIR QUEDAS
Outros benefícios de mergulhar nas aulas na piscina

ANEXO 8. Consentimiento informado.

ANEXO II**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo, _____, con DNI: _____

DECLARO:

Haber sido informado/a del estudio y procedimientos de la investigación del Proyecto titulado: Efectos de un Programa de Ejercicio Físico Multicomponente sobre la Condición Física y la Calidad de Vida de un Grupo de Mujeres Postmenopáusicas de la Región de Murcia

Los investigadores que van a acceder a mis datos personales y a los resultados de las pruebas son: Dr. D. Andrés Martínez-Almagro Andreo, Dr. D. Pablo Jorge Marcos Pardo, Dr. D. Fco Javier Orquín Castrillón y D. Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón.

Asimismo, he podido hacer preguntas del estudio, comprendiendo que me presto de forma voluntaria al mismo y que en cualquier momento puedo abandonarlo sin que me suponga perjuicio de ningún tipo.

CONSIENTO:

1.-) Someterme a las siguientes pruebas exploratorias (en su caso):

- Test para conocer la tensión arterial
- Test de de caminata de 1 Milla
- Test de Tunita para composición corporal
- Test SF-12 para calidad de vida
- Test Inventario de depresión de Beck.
- Test de fuerza para la musculatura flexora del codo
- Test de fuerza para la musculatura extensora de la rodilla
- Test de fuerza para la musculatura de la mano
- Test de equilibrio en posición de bipedestación
- Test de equilibrio en posición de tandem
- Test sit-and-reach para flexibilidad
- Test de juntar las manos tras la espalda

2.-) El uso de los datos obtenidos según lo indicado en el párrafo siguiente:

En cumplimiento del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, Real Decreto-Ley 5/2018, de 27 de julio y Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le comunicamos que la información que ha facilitado y la obtenida como consecuencia de las exploraciones a las que se va a someter pasará a formar parte del fichero automatizado INVESALUD, cuyo titular es la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN ANTONIO, con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO CIENCIAS EXPERIMENTALES Y CIENCIAS DE LA SALUD. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla, dirigiéndose al domicilio de la entidad, en Avda. de los Jerónimos de Guadalupe 30107 (Murcia). Esta entidad le garantiza la adopción de las medidas oportunas para asegurar el tratamiento confidencial de dichos datos.

En Guadalupe (Murcia) a _____ de _____ de 20__

El investigador,

Fdo: _____

Fdo: _____

ANEXO 9. Hoja informativa del estudio.

**ANEXO V****DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA SUJETOS SOMETIDOS A ESTUDIO
(HOJA INFORMATIVA)****1. EN QUÉ CONSISTE Y PARA QUÉ SIRVE:**

La intervención estará dividida en 15 semanas, en cada una de esas semanas los sujetos realizarán una sesión de ejercicio físico multicomponente que incluirá ejercicios para mejorar la fuerza, el sistema cardiovascular, el equilibrio y la flexibilidad.

Antes del inicio se realizarán reuniones informativas con cada grupo, aquí se les explicará el procedimiento de la investigación y su cometido durante el proceso.

Esta intervención nos servirá para conocer los efectos de un programa de ejercicio físico multicomponente con diferentes dosis de entrenamiento, en la mejora de la salud, la aptitud física y la calidad de vida de mujeres postmenopáusicas.

2. COMO SE REALIZA:

El estudio se realizará en el municipio de Ceutí, municipio concerniente a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y situado en la comarca de la Vega Media del Segura.

El municipio está conformado por un conjunto instalaciones deportivas entre ellas el 'Complejo Deportivo Miguel Induráin', siendo el doctorando y responsable de la intervención ciudadano del municipio, el

ayuntamiento cederá las instalaciones deportivas para el desarrollo de las valoraciones y la intervención.

Primero se harán las valoraciones iniciales (pre-test) donde profesionales de la actividad física y del deporte, explicarán las mediciones y test que se deberán realizar. Todos formados para dicho planteamiento.

Tras todas las tomas de datos correspondientes a los PRE-TEST, se les citará a los sujetos para empezar la intervención de ejercicio físico, indicándoles a qué grupo pertenecen. La determinación será de forma arbitraria.

Una vez terminada la intervención, se le volverá a citar en el mismo lugar para la realización del POST-TEST

3. QUÉ EFECTOS LE PRODUCIRÁ:

- Sensación de dolor muscular tardío.
- Subida de la tensión arterial
- Fatiga controlada

4. EN QUÉ LE BENEFICIARÁ:

- Mejorar la percepción del esfuerzo
- Conocer su estado de salud antes y posterior a la intervención
- Mejorar parámetros de aptitud física y salud
- Mejorar la sensación de bienestar psicológico y social
- Adquirir conocimientos sobre ejercicio físico, prevención y mujer en ausencia de la menstruación.

5. QUÉ RIESGOS TIENE:

5.1 LOS MÁS FRECUENTES:

- Sobrecarga muscular

5.2 LOS MÁS GRAVES:

- Intolerancia al esfuerzo

6. SITUACIONES ESPECIALES QUE DEBEN SER TENIDAS EN CUENTA:

El centro donde se realizarán las pruebas cuenta con un desfibrilador semiautomático (DESA) y el personal tanto de la instalación como los componentes que llevan el control de la fase experimental tienen titulación actualizada en primeros auxilios y maniobra de Reanimación Cardio Pulmonar y utilización de DESA. No obstante, ni las pruebas (test) ni el programa de intervención alcanzan intensidades de esfuerzo elevadas y máximas. El riesgo de lesión es reducido y tanto el programa como los test son adaptados a la población a tratar.

7. OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS (a considerar por el/la profesional)

El profesional del ejercicio físico deberá conocer en todo momento sus sensaciones durante la práctica de los ejercicios físico. Cualquier sensación de malestar deberá ser comentada para evitar daños mayores y abandonar la práctica en caso de ser necesario.

8. OTRAS CUESTIONES PARA LAS QUE LE PEDIMOS SU CONSENTIMIENTO

Consentimiento informado

ANEXO 10. Revocación del consentimiento informado.



ANEXO III

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,, con DNI:.....

REVOCO MI CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO

Proyecto titulado: Efectos de un Programa de Ejercicio Físico Multicomponente sobre la Condición Física y la Calidad de Vida de un Grupo de Mujeres Postmenopáusicas de la Región de Murcia

En Guadalupe (Murcia) a ____ de de 20

El participante,

El investigador,

Fdo:.....

Fdo:.....

ANEXO 11. Comité de ética de la UCAM.



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
SAN ANTONIO

COMITÉ DE ÉTICA DE LA UCAM

DATOS DEL PROYECTO

Título:	"Efectos de un Programa de Ejercicio Físico Multicomponente sobre la Condición Física y la Calidad de Vida de un Grupo de Mujeres Postmenopáusicas de la Región de Murcia"	
Investigador Principal	Nombre	Correo-e
Dr.	Andrés Martínez-Almagro Andreo	amalmagro@ucam.edu

INFORME DEL COMITÉ

Fecha	01/03/2019	Código	CE031904
--------------	------------	---------------	----------

Tipo de Experimentación

Investigación experimental clínica con seres humanos	X
Utilización de tejidos humanos procedentes de pacientes, tejidos embrionarios o fetales	
Utilización de tejidos humanos, tejidos embrionarios o fetales procedentes de bancos de muestras o tejidos	
Investigación observacional con seres humanos, psicológica o comportamental en humanos	X
Uso de datos personales, información genética, etc.	X
Experimentación animal	
Utilización de agentes biológicos de riesgo para la salud humana, animal o las plantas	
Uso de organismos modificados genéticamente (OMGs)	

Comentarios Respecto al Tipo de Experimentación

Nada Obsta

Comentarios Respecto a la Metodología de Experimentación

Nada Obsta



Universidad Católica San Antonio. Vicerrectorado de Investigación. Salida nº 7329 01/03/2019 18:26:12

ANEXO 12. Inventario de Depresión de Beck.

Inventario de Depresión de Beck.

En este cuestionario aparecen varios grupos de afirmaciones. Por favor, lea con atención cada una. A continuación, señale cuál de las afirmaciones de cada grupo describe mejor cómo se ha sentido durante esta última semana, incluido en el día de hoy. Si dentro de un mismo grupo, hay más de una afirmación que considere aplicable a su caso, márquela también. Asegúrese de leer todas las afirmaciones dentro de cada grupo antes de efectuar la elección, (se puntuará 0-1-2-3).

1) .

- No me siento triste
- Me siento triste.
- Me siento triste continuamente y no puedo dejar de estarlo.
- Me siento tan triste o tan desgraciado que no puedo soportarlo.

2) .

- No me siento especialmente desanimado respecto al futuro.
- Me siento desanimado respecto al futuro.
- Siento que no tengo que esperar nada.
- Siento que el futuro es desesperanzador y las cosas no mejorarán.

3) .

- No me siento fracasado.
- Creo que he fracasado más que la mayoría de las personas.
- Cuando miro hacia atrás, sólo veo fracaso tras fracaso.
- Me siento una persona totalmente fracasada.

4) .

- Las cosas me satisfacen tanto como antes.
- No disfruto de las cosas tanto como antes.
- Ya no obtengo una satisfacción auténtica de las cosas.
- Estoy insatisfecho o aburrido de todo.

5) .

- No me siento especialmente culpable.
- Me siento culpable en bastantes ocasiones.
- Me siento culpable en la mayoría de las ocasiones.
- Me siento culpable constantemente.

6) .

- No creo que esté siendo castigado.
- Me siento como si fuese a ser castigado.
- Espero ser castigado.
- Siento que estoy siendo castigado.

7) .

- No estoy decepcionado de mí mismo.
- Estoy decepcionado de mí mismo.
- Me da vergüenza de mí mismo.
- Me detesto.

8) .

- No me considero peor que cualquier otro.
- Me autocrítico por mis debilidades o por mis errores.
- Continuamente me culpo por mis faltas.
- Me culpo por todo lo malo que sucede.

- 9) .
- No tengo ningún pensamiento de suicidio.
 - A veces pienso en suicidarme, pero no lo cometería.
 - Desearía suicidarme.
 - Me suicidaría si tuviese la oportunidad.
- 10).
- No lloro más de lo que solía llorar.
 - Ahora lloro más que antes.
 - Lloro continuamente.
 - Antes era capaz de llorar, pero ahora no puedo, incluso aunque quiera.
- 11).
- No estoy más irritado de lo normal en mí.
 - Me molesto o irrito más fácilmente que antes.
 - Me siento irritado continuamente.
 - No me irrito absolutamente nada por las cosas que antes solían irritarme.
- 12).
- No he perdido el interés por los demás.
 - Estoy menos interesado en los demás que antes.
 - He perdido la mayor parte de mi interés por los demás.
 - He perdido todo el interés por los demás.
- 13).
- Tomo decisiones más o menos como siempre he hecho.
 - Evito tomar decisiones más que antes.
 - Tomar decisiones me resulta mucho más difícil que antes.
 - Ya me es imposible tomar decisiones.

14).

- No creo tener peor aspecto que antes.
- Me temo que ahora parezco más viejo o poco atractivo.
- Creo que se han producido cambios permanentes en mi aspecto que me hacen parecer poco atractivo.
- Creo que tengo un aspecto horrible.

15).

- Trabajo igual que antes.
- Me cuesta un esfuerzo extra comenzar a hacer algo.
- Tengo que obligarme mucho para hacer algo.
- No puedo hacer nada en absoluto.

16).

- Duermo tan bien como siempre.
- No duermo tan bien como antes.
- Me despierto una o dos horas antes de lo habitual y me resulta difícil volver a dormir.
- Me despierto varias horas antes de lo habitual y no puedo volverme a dormir.

17).

- No me siento más cansado de lo normal.
- Me canso más fácilmente que antes.
- Me canso en cuanto hago cualquier cosa.
- Estoy demasiado cansado para hacer nada.

18).

- Mi apetito no ha disminuido.
- No tengo tan buen apetito como antes.
- Ahora tengo mucho menos apetito.
- He perdido completamente el apetito.

19).

- Últimamente he perdido poco peso o no he perdido nada.
- He perdido más de 2 kilos y medio.
- He perdido más de 4 kilos.
- He perdido más de 7 kilos.
- Estoy a dieta para adelgazar SI/NO.

20).

- No estoy preocupado por mi salud más de lo normal.
- Estoy preocupado por problemas físicos como dolores, molestias, malestar de estómago o estreñimiento.
- Estoy preocupado por mis problemas físicos y me resulta difícil pensar algo más.
- Estoy tan preocupado por mis problemas físicos que soy incapaz de pensar en cualquier cosa.

21).

- No he observado ningún cambio reciente en mi interés.
- Estoy menos interesado por el sexo que antes.
- Estoy mucho menos interesado por el sexo.
- He perdido totalmente mi interés por el sexo.

Guía para la interpretación del inventario de la depresión de Beck:

Puntuación	Nivel de depresión*
1-10	Estos altibajos son considerados normales.
11-16	Leve perturbación del estado de ánimo.
17-20	Estados de depresión intermitentes.
21-30	Depresión moderada.
31-40	Depresión grave.
+ 40	Depresión extrema.

* Una puntuación persistente de 17 o más indica que puede necesitar ayuda profesional.

ANEXO 13. International doctoral stay. Orthopaedic Research Institute.



Professor PhD Alison McConnell and Dr PhD James Gavin certify that the PhD Student - EDUARDO MARTÍNEZ-CARBONELL GUILLAMÓN, has followed a training research actively in collaboration with our Institute of Research belonging to Bournemouth University. We accepted his collaboration in September 2016, the period of internship for this the student was from 1st of September to 12th of December 2016.

Eduardo has been researching in the *Area of Preventive Medicine and Public Health*, and getting involved in *Elderly Research: Health and Longevity*, as follows:-

1. Intervention of student in Healthcare technology:

- **PrimusRS:** The BTE PrimusRS is the ultimate system for physiotherapy, occupational therapy, and athletic training. Eduardo has learnt to use and calibrate the system, from the initial evaluation and baseline measurement through to the patient's entire rehabilitation and training program. He was able to put into practice his knowledge about the relationship between dynamic, isokinetic and isometric strength and bone mineral density.
- **GRAIL (Gait Real – Time Analysis Interactive Lab).** The GRAIL, one of just three in the UK and 23 in the world, is being used by Bournemouth University to analyse the outcomes on patients of orthopaedic surgical procedures and devices. The GRAIL includes a self-paced treadmill with integrated force plate, a ten-camera motion capture system and a 180-degree floor-to-ceiling surround screen featuring augmented reality scenes. The blue-chip virtual reality training equipment was utilized by Eduardo in gait training strategies to optimize walking ability.

2. Projects of research:

- **Doctoral collaboration.** The student has been researching weekly with a fellow, PhD Student - Francesco Ferraro. They have been working together in Mr Ferraro's project titled: *The influence of 8 weeks of inspiratory muscle training upon physiological and balance outcomes in healthy elderly people*. They were looking to see if there was any relationship between inspiratory muscle function and baseline test performances, in older people, aged 65 years or over. The test is as follow:-



Respiratory

FEV₁, FVC, MIP, MEP, PIF, PI Power.

Balance

Mini-Best test, 5 Sit To Stand, Modified 5 Sit to Stand To Sit Test.

Mobility

Functional Reach, Modified Functional Reach.

Trunk Strength

PrimusRS Power Trunk Flexion and Extension, Endurance Trunk Extension and Flexion, PrimusRS Isometric Rotation, Extension and Flexion

Questionnaire and baseline measurements

Body mass index, Physical Activity Scale for the Elderly (PASE), Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC).

Eduardo was involved in the protocol and he went into detail from a perspective of bone quality and the prevention of osteoporosis. Evaluating each individual results', Eduardo was hoping to promote bone health, making a plan of activities to contribute to bone health as well as overall health and vitality of elderly.

- **Article collaboration.** The student has participated as collaborator in the review of the article titled: *Elderly people, are they physically active? A questionnaire in the Bournemouth area.* Article for the YSJ – Young Scientists Journal. Furthermore, Eduardo is author in a systematic review about fall in older adults: risk factors and prevention.
- **Participation in the Journal Club.** The journal club is a group of professionals who meet regularly at Health and Social Faculty of Bournemouth University to critically evaluate recent articles in the academic literature.

During his visit **Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón** has also taken the time to increment his knowledge in the area of Sport and Health Science, both research and in practice. Managing the knowledge around longevity, health and lifestyle doing emphasize in two specific subjects: fall prevention and bone health quality. His incorporation into our Research Center has had a positive impact, taking an excellent responsibility during this time of collaboration and he will be missed.

Dr. PhD James Gavin

Lecturer in Exercise Physiology
Executive Business Centre EB606
Bournemouth University.

Email: jgavin@bournemouth.ac.uk

Date: 12.12.2016

Signature:

Dr. PhD Alison McConnell

Professor in Sport/Health Science
Department of Health & Social Science
Royal London House R308

Christchurch Road, Bournemouth, BH1 3LT

Email: amcconnell@bournemouth.ac.uk

Date: 12-12-2016

Signature:

ANEXO 14. Acreditación de estancia internacional (traducción al español).



La Profesora Doctora PhD Alison McConnell y el Profesor Doctor PhD James Gavin certifican que el estudiante PhD de doctorando - EDUARDO MARTÍNEZ-CARBONELL GUILLAMÓN, ha seguido una formación activa de investigación en colaboración con nuestra Instituto de Investigación perteneciente a la Universidad de Bournemouth. Aceptamos su colaboración en septiembre de 2016, el período de estancia para este estudiante fue del 1 de septiembre al 12 de diciembre de 2016.

Eduardo ha estado investigando en el Área de la Medicina Preventiva y la Salud Pública, y participando en la Investigación dirigida al Envejecimiento: Salud y Longevidad, como se explica: -

1. Intervención del estudiante en tecnología Sanitaria.

- **PrimusRS:** El BTE PrimusRS es el mejor sistema para fisioterapia, terapia ocupacional y entrenamiento atlético. Eduardo ha aprendido a usar y a calibrar el sistema, desde la evaluación inicial y la medición de la línea de base hasta el programa completo de rehabilitación y capacitación del paciente. El doctorando fue capaz de poner en práctica sus conocimientos sobre la relación entre la fuerza dinámica, isocinética e isométrica y la densidad mineral ósea.
- **GRAIL (Gait Real - Time Analysis Interactive Lab).** El GRAIL, uno de solo tres en el Reino Unido y 23 en el mundo, está siendo utilizado por la Universidad de Bournemouth para analizar los resultados en pacientes con operaciones o dispositivos quirúrgicos ortopédicos. El GRAIL incluye una cinta de correr de ritmo personalizado con una placa de fuerza integrada, un sistema de captura de movimiento de diez cámaras y una pantalla envolvente de 180 grados del suelo al techo con escenas de realidad aumentada. Eduardo utilizó el equipo de entrenamiento de realidad virtual de primera mano cuando el doctorando investigó activamente a los clientes proponiendo estrategias de entrenamiento de la marcha para optimizar la habilidad de caminar.

2. Proyectos de investigación:

- **Colaboración doctoral.** El estudiante ha estado investigando semanalmente con un compañero, PhD Student - Francesco Ferraro. Ambos han estado trabajando juntos en el proyecto del Sr. Ferraro, titulado: La influencia de 8 semanas de entrenamiento muscular inspiratorio sobre resultados fisiológicos y de equilibrio en personas mayores sanas. Eduardo estuvo investigando si existía alguna relación entre la función muscular inspiratoria y los pruebas propuestas, en personas mayores de 65 años o más. Las pruebas fueron las siguientes: -



Respiratorio

FEV₁, FVC, MIP, MEP, PIF, PI Power.

Equilibrio

Mini-Best test, 5 Sit To Stand, Modified 5 Sit to Stand To Sit Test.

Mobilidad

Functional Reach, Modified Functional Reach.

Fuerza del tronco

PrimusRS Power Trunk Flexion and Extension, Endurance Trunk Extension and Flexion, PrimusRS Isometric Rotation, Extension and Flexion

Cuestionario y medidas de base

Body mass index, Physical Activity Scale for the Elderly (PASE), Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC).

Eduardo estuvo involucrado en el protocolo, entrando en detalles desde una perspectiva de mejora de la calidad ósea y prevención de la osteoporosis. Tras evaluar cada uno de los resultados individuales, Eduardo trató de promover la mejora de la salud ósea, haciendo un plan de actividades para contribuir a ello, así como a la mejora de la salud general y la vitalidad de las personas mayores.

- **Artículo colaborativo.** El estudiante ha participado como colaborador en la revisión del artículo titulado: *Ancianos, ¿son físicamente activos? Un cuestionario en la zona de Bournemouth*. Artículo para el YSJ - Young Scientists Journal. Además, Eduardo es autor de una revisión sistemática sobre las caídas en adultos mayores: factores de riesgo y prevención.
- **Participación en el Club de Publicaciones.** El club de publicaciones es un grupo de profesionales que se reúnen regularmente en la Facultad de Ciencias de la Salud y Ciencias Sociales de la Universidad de Bournemouth para evaluar críticamente los artículos recientes en la literatura científica.

Durante su visita, **Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón** también se tomó el tiempo de incrementar sus conocimientos en el área del Deporte y las Ciencias de la Salud, tanto en el ámbito de la investigación como en el de la práctica. La gestión del conocimiento sobre la longevidad, la salud y el estilo de vida haciendo énfasis en dos temas específicos: prevención de caídas y calidad de la salud ósea. Su incorporación a nuestro Centro de Investigación ha tenido un impacto positivo, asumiendo una excelente responsabilidad durante este tiempo de colaboración, se le echará de menos.

Dr. PhD James Gavin
Lecturer in Exercise Physiology
Executive Business Centre EB606
Bournemouth University.
Email: jgavin@bournemouth.ac.uk

Date: 12.12.2016

Firma:

12.12.2016

Dr. PhD Alison McConnell
Professor in Sport/Health Science
Department of Health & Social Science
Royal London House R308
Christchurch Road, Bournemouth, BH1 3LT
Email: amcconnell@bournemouth.ac.uk

Date: 12.12.2016

Firma:

12-12-2016

ANEXO 15. Méritos complementarios: Segunda Estancia Internacional (PhD Candidate - Second International Stay).

Mr. Thomas Wainwright
Deputy Head of Orthopaedic Research Institute

Re: Mr. Eduardo Martínez-Carbonell Guillamón

I confirm that Eduardo has proactively collaborated with our Orthopaedic Research Institute at Bournemouth University during the months of July and August 2017.

Eduardo has been researching in the Area of Preventive Medicine and Public Health.

1. Participation in the Festival of Learning:

The *Festival of Learning* builds on our popular UK-based Festival which has been in its fifth year running from 8–12 July 2017. The Festival of Learning is a celebration of learning and it has showcased BU's research and expertise to a wide and varied audience of more than 5,000 people over the years. The main objectives of the global Festival of Learning are to:

- Showcase and disseminate global Fusion within an overseas context;
- Enhance global access to and engagement with BU's research activities;
- Inspire learning and enrich our offer on global talent and employability;
- Encourage new thinking and nurture creativity and innovation; and,
- Bring back global learning and experience to our region to inform future developments.

In collaboration with PhD Student Francesco Ferraro, Eduardo supported Mr. Ferraro's project titled: *The influence of 8 weeks of inspiratory muscle training upon physiological and balance outcomes in healthy elderly people.*

2. Scientific paper:

Mr. Martínez-Carbonell has been furthering his research of his systematic review entitled: *'Does aquatic exercise reduce the risk of falls in the elderly?'* Our research group has been supporting and collaborating with him during this period and we hope to see his further research published in the *'Archive of Physical Medicine and Rehabilitation'*, journal index in the Journal Citation Reports (JCR). The Archives of Physical Medicine and Rehabilitation publishes original, peer-reviewed research and clinical reports on important trends and developments in physical medicine and rehabilitation.

Thomas Wainwright
Associate Professor of Orthopaedics
Deputy Head of Orthopaedic Research Institute

Executive Business Centre EB606
Bournemouth University.
Email: twainwright@bournemouth.ac.uk

 4/9/17

ANEXO 16. Méritos complementarios: Propuesta de Investigador Asociado a la Universidad de Bournemouth (Visiting Associate at Bournemouth University).

 <p>Bournemouth University</p>	<p>Faculty of Health & Social Sciences</p>
	<p>Prof Stephen Tee Executive Dean ste@bournemouth.ac.uk Direct line +44 (0) 1202 862114</p>
	<p>Ref:ST/FHSS/Vis Fac/Approvals/Martinez-Carbonell Guillamon 31st October 2017</p>
<p>PERSONAL Eduardo Martínez-Carbonell Guillamon 30562 Ceutí Región de Murcia</p>	
<p>Dear Eduardo</p>	
<p>Visiting Associate with Bournemouth University</p>	
<p>I am very pleased to advise you that the recommendation that you should be offered an appointment as a Visiting Associate with HSS has been approved by the Faculty Academic Board.</p>	
<p>Appointment as a Visiting Associate is intended to recognise people regarded by their peers as having a developing standing in their professional/academic area and to seek the help of such people to advance a particular area of the University's academic activities. I hope that you will be pleased at the University's offer of such an appointment which is for a three-year term starting on Wednesday 1st November 2017.</p>	
<p>May I take this opportunity to congratulate you and to welcome you to the Faculty of Health and Social Sciences. Tom Wainwright will be your link within HSS and will be in touch with you shortly.</p>	
<p>If you are happy to accept this offer, please let me know in writing.</p>	
<p>We look forward to working with you in the future.</p>	
<p>Yours sincerely,</p>	
	
<p>Prof Stephen Tee Executive Dean</p>	
<p>CC: Tom Wainwright</p>	
<p>Royal London House Christchurch Road Bournemouth, BH1 3LT United Kingdom</p>	<p>44 (0) 1202 524511 www.bournemouth.ac.uk</p>
<p>WF Reg No. GB 504 4921 66</p>	

