



**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
Programa de Doctorado Ciencias del Deporte.

Efectos de un programa de acondicionamiento físico  
en el medio acuático y educación nutricional sobre la  
autonomía funcional, condición física, el equilibrio,  
aspectos psico-psociales e indicadores de la salud en  
mayores.

**Autor:**

D. Bernardo J. Cuestas Calero

**Directores:**

Dr. D. Alejandro Martínez Rodríguez

Dr. D. Pablo Jorge Marcos Pardo

Murcia, septiembre de 2022.





**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
Programa de Doctorado Ciencias del Deporte

Efectos de un programa de acondicionamiento físico en el medio acuático y educación nutricional sobre la autonomía funcional, condición física, el equilibrio, aspectos psico-psociales e indicadores de la salud en mayores.

**Autor:**

D. Bernardo J. Cuestas Calero

**Directores:**

Dr. D. Alejandro Martínez Rodríguez

Dr. D. Pablo Jorge Marcos Pardo

Murcia, septiembre de 2022.





## AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Alejandro Martínez Rodríguez y el Dr. D. Pablo Jorge Marcos Pardo, como Directores <sup>(1)</sup> de la Tesis Doctoral titulada “ Efectos de un programa de Acondicionamiento físico en el medio acuático y educación nutricional sobre la autonomía funcional, condición física, el equilibrio, aspectos psico-psociales e indicadores de la salud en mayores.” realizada por D. Bernardo J. Cuestas Calero en el Programa de Doctorado Ciencias del deporte, **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 de 28 de enero, en Murcia a 21 de septiembre de 2022

Firmado por MARTINEZ  
RODRIGUEZ ALEJANDRO -  
74244305Y el día 21/09/2022  
con un certificado emitido por  
AC FNMT Usuarios

MARCOS  
PARDO  
PABLO JORGE -  
- 48396929F

Firmado digitalmente  
por MARCOS PARDO  
PABLO JORGE -  
48396929F  
Fecha: 2022.09.23  
17:01:18 +02'00'

<sup>(1)</sup> Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar y firmar ambos.

## COMPENDIO DE PUBLICACIONES

La presente tesis doctoral está conformada y diseñada como un compendio de trabajos previamente publicados. Los artículos que la componen se detallan a continuación:

1) Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, Hernández-García M, Martínez-Olcina M, Vicente-Martínez M, Rubio-Arias JÁ. Effect of Supplements on Endurance Exercise in the Older Population: Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(14):5224. doi: 10.3390/ijerph17145224. PMID: 32698345; PMCID: PMC7400705.

2) Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, Martínez-Olcina M, Marcos-Pardo PJ. Benefits of Adding an Aquatic Resistance Interval Training to a Nutritional Education on Body Composition, Body Image Perception and Adherence to the Mediterranean Diet in Older Women. *Nutrients*. 2021;13(8):2712. doi: 10.3390/nu13082712. PMID: 34444872; PMCID: PMC8400619.

3) Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, García-De Frutos JM, Marcos-Pardo PJ. Psychological Effects of Motivational Aquatic Resistance Interval Training and Nutritional Education in Older Women. *Healthcare (Basel)*. 2021 Dec 1;9(12):1665. doi: 10.3390/healthcare9121665. PMID: 34946391; PMCID: PMC8701350.

4) Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, García-De Frutos JM, Yáñez-Sepúlveda R, Marcos-Pardo PJ. Effect of aquatic resistance interval training and dietary education program on physical and psychological health in older women: randomized controlled trial. *Frontiers*. 2022. En revisión



## RESUMEN

### **Título**

Efectos de un programa de Acondicionamiento físico en el medio acuático y educación nutricional sobre la autonomía funcional, condición física, el equilibrio, aspectos psico-psociales e indicadores de la salud en mayores.

### **Introducción:**

El incremento de la esperanza de vida y la baja tasa de natalidad está generando en todo el mundo un aumento de la población mayor de 65 años. En España esta población ya se sitúa en una quinta parte de la población total. En este sentido es un reto para la sociedad actual adaptarse y mejorar la capacidad funcional de las personas mayores ya que, el proceso de envejecimiento está acompañado de un deterioro de las capacidades funcionales. El ejercicio parece una herramienta útil para contrarrestar los problemas del envejecimiento y mejorar la salud física y mental de las personas mayores, más en concreto el entrenamiento de fuerza resistencia en medio acuático ha obtenido mejoras en la mejora de la capacidad funcional de las personas mayores. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue probar si un entrenamiento de interválico de fuerza en medio acuático mejoraba la autonomía funcional, condición física, el equilibrio, aspectos psico-psociales e indicadores de la salud en mayores.

### **Material y Método:**

Esta tesis doctoral consta de cuatro estudios relacionados con los beneficios del ejercicio en medio acuático en mujeres mayores de 65 años.

En un primer estudio se realizó una revisión sistemática sobre aspectos nutricionales y suplementación junto con el ejercicio en la población mayor.

En el resto de estudios participaron 34 mujeres mayores de 65 años divididas aleatoriamente a dos grupos: experimental (entrenamiento interválico de resistencia acuática) y grupo de control (sin intervención). La intervención consistió en un entrenamiento de resistencia en un medio acuático realizado durante 14 semanas (tres sesiones por semana: 60 min cada una). Todas las variables se analizaron dos veces; pre - post intervención.

### **Resultado:**



Las pacientes del grupo experimental obtuvieron una mejora en composición corporal, parámetros psicosociales, fuerza muscular, autonomía funcional, equilibrio, flexibilidad y capacidad aeróbica, cuando se comparó pre y post intervención y con grupo control. En cambio, no se encuentran diferencias significativas en percepción de la imagen corporal y adherencia a la dieta mediterránea.

**Conclusiones:**

El ejercicio interválico en medio acuático en combinación con estrategias nutricionales es beneficioso para la mejora de la composición corporal, aumento de la fuerza, mejora de la autonomía funcional y mejora de las capacidades psicosociales en mujeres mayores de 65 años.

**Palabras clave:** Calidad de vida, Sarcopenia, prevención de caídas, ejercicio acuático, ejercicio interválico, mayores.

## ABSTRACT

### **Title:**

Effects de un programa de Acondicionamiento físico en el medio acuático y educación nutricional sobre la autonomía funcional, condición física, el equilibrio, aspectos psico-psociales e indicadores de la salud en mayores.

### **Introduction:**

The increase in life expectancy and the low birth rate is showing an increase in the population over 65 years of age throughout the world. In Spain this population is already one fifth of the total population. In this sense, it is a challenge for today's society to adapt and improve the functional capacity of the elderly, since the aging process is accompanied by a deterioration of functions. Exercise seems to be a useful tool to counteract the problems of aging and improve the physical and mental health of the elderly, more specifically resistance strength training in the aquatic environment has obtained improvements in improving the functional capacity of the elderly. Therefore, the aim of the study was to test whether a strength interval training in an aquatic environment improves functional autonomy, physical condition, balance, psycho-social aspects and health indicators in the elderly.

### **Material and methods:**

This doctoral thesis consists of four studies related to the benefits of exercise in the aquatic environment in women over 65 years of age.

In a first study, a systematic review was carried out on nutritional aspects and supplementation together with exercise in the elderly population.

In the rest of the studies, 34 women over 65 years of age participated, randomly divided into two groups: experimental (interval aquatic resistance training) and control group (without intervention). The intervention consisted of resistance training in an aquatic environment carried out for 14 weeks (three sessions per week: 60 min each). All variables were analyzed twice; pre - post intervention.

### **Results:**

The patients in the experimental group obtained an improvement in body composition, psychosocial parameters, muscle strength, functional autonomy,

balance, flexibility and aerobic capacity, when compared before and after the intervention and with the control group. In contrast, no significant differences were found in body image perception and adherence to the Mediterranean diet.

**Conclusions:**

Interval exercise in an aquatic environment in combination with nutritional strategies is beneficial for improving body composition, increasing strength, improving functional autonomy and improving psychosocial abilities in women over 65 years of age.

**Key words:** Quality of life, Sarcopenia, fall prevention, aquatic exercise, interval exercise, elderly.

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, gracias a mis dos directores Dr. D Alejandro Martínez Rodríguez y Dr. D. Pablo Jorge Marcos Pardo por aportarme sus conocimientos y ayudarme en estos años en conseguir mis proyectos.*

*En segundo lugar, gracias a la Universidad Católica San Antonio de Murcia por aportarme la oportunidad y dejarme crecer cómo alumno y persona en general desde el grado.*

*En tercer lugar, dar las gracias a la dirección de la Marina Resort y a todos sus empleados en especial a Gustavo Giménez "the best" y a Efrén Pérez por aportarme esa chispa de autoestima para realizar este doctorado, ayudarme en cada momento y solucionarme todos los inconvenientes que surgieron durante la intervención para así poder llegar al día de hoy.*

*Dar las gracias a todas las participantes del estudio por dar forma a esta tesis doctoral ya que, sin su plena colaboración hoy no sería posible estar aquí.*

*Dar las gracias a mi familia, que desde siempre han estado en todos los momentos de mi vida para ayudarme, formarme y aconsejarme con el fin de poder conseguir hacer realidad todos mis sueños e ideas.*

*Por último, dar las gracias a todos mis amigos, con especial atención a "los Domingueros" y "Nutrición Selecta" que sin ellos no hubiera tenido apoyo moral ni emocional aportándome momentos de desconexión en esos momentos que surgen de duda y colapso mental para apoyarme en seguir hacia delante.*



"Conserva tus sueños, nunca sabes cuándo te harán falta".  
Carlos Ruíz Zafón (1964-2020).

"Elige un trabajo que te guste y no tendrás que trabajar ni  
un día de tu vida" Confucio (551 ac - 478 ac).



## ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
SIGLAS Y ABREVIATURAS	
ÍNDICE DE FIGURAS DE TABLAS Y DE ANEXOS	
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>27</b>
1.1. EFECTOS DEL ENVEJECIMIENTO EN LA MUJER.....	27
1.1.1. Postmenopausia.....	27
1.1.2. Obesidad en la mujer mayor .....	28
1.1.3. Osteoporosis .....	28
1.1.4. Rango de movimiento articular y flexibilidad .....	30
1.1.5. Sarcopenia.....	30
1.1.6. Síndrome de fragilidad .....	31
1.1.7. Envejecimiento activo .....	32
1.2. EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE VARIABLES DE SALUD EN LAS MUJERES MAYORES.....	33
1.2.1. Efectos del ejercicio físico y la educación alimentaria sobre la composición corporal y la percepción de la imagen corporal en las mujeres mayores .....	34
1.2.2. Efectos del ejercicio físico sobre el equilibrio en las mujeres mayores.....	36
1.2.3. Efectos del ejercicio físico sobre la fuerza muscular en las mujeres mayores .....	36
1.2.4. Efectos del ejercicio físico sobre la autonomía funcional en las mujeres mayores .....	37
1.2.5. Efecto del ejercicio físico sobre la flexibilidad en las mujeres mayores....	38
1.3. EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LA SATISFACCIÓN CON LA VIDA Y LOS ESTADOS PSICO-EMOCIONALES EN LAS MUJERES MAYORES.....	39
1.3.1. Deterioro cognitivo leve.....	41
<b>CAPÍTULO II: JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>45</b>



<b>CAPÍTULO III: OBJETIVOS .....</b>	<b>51</b>
3.1. ESTUDIO 1.....	51
3.2. ESTUDIO 2.....	52
3.3. ESTUDIO 3.....	52
3.4. ESTUDIO 4.....	53
<b>IV MATERIAL Y MÉTODO.....</b>	<b>57</b>
4.1. DISEÑO DE ESTUDIO.....	57
4.1.1. Estudio 1.....	57
4.1.2. Estudios 2,3 y 4.....	58
4.2. PARTICIPANTES.....	60
4.2.1. Estudio 1.....	60
4.2.2. Estudio 2,3 y 4.....	61
4.3. DECLARACIONES .....	63
4.4. INTERVENCIÓN .....	64
4.4.1. Entrenamiento a intervalos de fuerza resistencia acuática .....	64
4.4.2. Intervención nutricional.....	66
4.5. VARIABLES DE ESTUDIO.....	67
4.5.1. Composición corporal.....	67
4.5.2. Imagen corporal.....	69
4.5.3. Adherencia a la dieta mediterránea .....	69
4.5.4. Percepción de apoyo a la autonomía .....	70
4.5.5. Necesidades psicológicas.....	70
4.5.6. Motivación intrínseca.....	70
4.5.7. Actividad física autopercebida.....	71
4.5.8. Autonomía funcional .....	71
4.5.9. Fuerza isométrica de miembros superiores.....	73
4.5.10. Fuerza isométrica de miembros inferiores .....	74
4.5.11. Estabilidad .....	75
4.5.12. Resistencia aeróbica.....	76
4.5.13. Flexibilidad .....	76
4.5.14. Satisfacción con la vida .....	77
4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	77
<b>V RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
5.1. ESTUDIO 1.....	81

5.2. ESTUDIO 2,3 Y 4 .....	83
5.2.1. Estudio 2.....	83
5.2.1.1. Composición corporal .....	83
5.2.1.2. Imagen corporal.....	88
5.2.1.3. Adherencia a la dieta mediterránea .....	88
5.2.2. Estudio 3.....	89
5.2.2.1. Percepción de apoyo a la autonomía, motivación intrínseca, necesidades psicológicas y actividad física autopercebida.....	89
5.2.3. Estudio 4.....	92
5.2.3.1. Autonomía funcional .....	92
5.2.3.2. Fuerza isométrica.....	92
5.2.3.3. Estabilidad .....	96
5.2.3.4. Capacidad aeróbica .....	97
5.2.3.5. Flexibilidad .....	98
5.2.3.6. Satisfacción con la vida .....	99
<b>VI DISCUSIÓN.....</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....</b>	<b>113</b>
<b>CAPÍTULO VIII: LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>117</b>
<b>CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>123</b>
<b>CAPÍTULO X: ANEXOS.....</b>	<b>151</b>



## SIGLAS Y ABREVIATURAS

AF= Autonomía funcional.

DM= Dieta mediterránea.

HIT= Entrenamiento interválico de fuerza.

ROM= Rango óptimo de movimiento.

SDT= Teoría de la autodeterminación.

BPN= Necesidades psicológicas básicas.

DCL= Deterioro cognitivo leve.

cm= Centímetros

kg= Kilogramos.

m= metros.

s= Segundos.

IPAQ= Cuestionario internacional de actividad física.

ISAK= Sociedad internacional para el avance de la Cineantropometría.

IMC= Índice de masa corporal.

BSQ-34= Cuestionario de imagen corporal (Body Shape Questionarie).

ASCQ= Cuestionario de apoyo a la autonomía (Autonomy-Supportive Coaching Questionnaire).

BPNES= Escala de necesidades básicas en el ejercicio.

IMI= Inventario de motivación intrínseca.

GDLAM= Escala de autonomía funcional.

SWLS= Escala de satisfacción con la vida.

Nw= Newton.



## ÍNDICE DE FIGURAS, DE TABLAS Y DE ANEXOS

### ÍNDICE DE DE FIGURAS

Figura 1. Prevalencia de fragilidad en la población mayor en España, por sexo y tramos de edad.....	32
Figura 2. Diagrama de flujo de elementos de notificación preferidos para revisiones sistemáticas y metanálisis (PRISMA). .....	61
Figura 3. Diagrama CONSORT 2010. Distribución de la muestra. ....	63
Figura 4. Sample characteristics at baseline and post-intervention. ....	91
Figura 5. Pruebas de equilibrio postural en una plataforma de fuerza grupo control. ....	96
Figura 6. Pruebas de equilibrio postural en una plataforma de fuerza grupo experimental.....	97
Figura 7. Resultados test resistencia. ....	98
Figura 8. Resultados test flexibilidad. ....	99
Figura 9. Resultados cuestionario satisfacción con la vida. ....	100

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Causas osteoporosis. ....	29
Tabla 2. Tabla resumen de las características de cada estudio. ....	58
Tabla 3. Sesiones y temática de los talleres. ....	67
Tabla 4. Evaluación de la calidad metodológica (escala PEDro). ....	81
Tabla 5. Características basales de las participantes.....	83
Tabla 6. Valores descriptivos (media $\pm$ desviación estándar) y comparación (ANCOVA) de las variables de composición corporal. ....	85
Tabla 7. Resultados del cuestionario BSQ. ....	88
Tabla 8. Resultados del cuestionario Predimed. ....	88
Tabla 9. Comparación de características al inicio y después de la intervención (ANCOVA). ....	89

Table 10. Functional capacity and muscular strength variables on pre and post-training moments of the resistance training and control groups. .... 94

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 ..... 151  
Anexo 2 ..... 161  
Anexo 3 ..... 173

# **I - INTRODUCCIÓN**





## I - INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, la población mayor de 65 años está creciendo más rápido que cualquier otro grupo, debido a una mayor esperanza de vida y una menor tasa de natalidad (1). No obstante, el envejecimiento de la población puede considerarse un éxito de las políticas de salud pública y el desarrollo socioeconómico, aunque también es un reto para la sociedad actual, que debe adaptarse y mejorar la capacidad funcional de las personas mayores, su participación en la sociedad y su seguridad individual (2). En España, del total de la población, un 19,3% está formado por mayores de 65 años (1,3-5). Asimismo, las mujeres tienen una esperanza de vida mayor que los hombres en un 32% (5).

El proceso de envejecimiento está ligado a un deterioro de aspectos físicos y psicosociales. En este sentido, la sociedad española se enfrentará a la dependencia y a las enfermedades como uno de los retos fundamentales en el ámbito de salud. En base a esto, se entiende la importancia de conocer más acerca del envejecimiento sobre el organismo, por lo que una de las consideraciones metodológicas para tener en cuenta es el diseño y prescripción de programas de entrenamiento físico que mejoren la calidad de vida de estas personas. Por ello, para lograr un envejecimiento saludable es importante comprender los factores que contribuyen al bienestar de los adultos mayores. "Bienestar" es un término que se refiere a un nivel psicológico óptimo (6-8).

### 1.1. EFECTOS DEL ENVEJECIMIENTO EN LA MUJER.

#### 1.1.1. Postmenopausia.

Alrededor de los 50 años, las mujeres alcanzan la menopausia. La transición a la menopausia es un hito importante en la salud de las mujeres con influencias que se extienden mucho más allá de la reproducción. Además de los síntomas que acompañan a la menopausia, los cambios biológicos, psicológicos, conductuales y sociales concomitantes dan forma a la mediana edad y la salud futura de las mujeres. La menopausia se caracteriza por cambios hormonales que incluyen una

disminución en el nivel de estrógeno, que tiene un papel importante en la remodelación ósea (9). Se ha sugerido que la menopausia representa una ventana de oportunidad limitada en el tiempo para intervenir para prevenir la pérdida ósea rápida y el daño de la microarquitectura para evitar la osteoporosis en años posteriores (10).

En este sentido, la postmenopausia comienza cuando se han observado doce meses de amenorrea espontánea (11). El proceso de postmenopausia está ligado a una disminución de estrógenos lo cual aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardíacas y osteoporosis (12). El estrógeno, una hormona sexual femenina primaria, dicta las características sexuales secundarias y afecta el desarrollo y funcionamiento del sistema reproductivo femenino (13). Además de su papel indispensable en el desarrollo de los tejidos y órganos reproductivos femeninos, como los senos, la vagina y el útero, el estrógeno también participa en el mantenimiento de la función de estos tejidos y órganos (13).

### **1.1.2. Obesidad en la mujer mayor.**

La ausencia de estrógenos puede ser un factor desencadenante relevante de la obesidad. La deficiencia de estrógenos aumenta la disfunción metabólica, lo que predispone al cuerpo humano a la diabetes mellitus tipo 2, el síndrome metabólico y las enfermedades cardiovasculares (14). Tras el periodo de menopausia, el cuerpo de la mujer se centra en cambios en el sistema hormonal, que están asociados con un aumento de peso, un aumento de la masa grasa y una reasignación de grasa corporal desde la parte inferior del cuerpo especialmente en cintura, torso y caderas (15,16). Muchos estudios transversales que utilizan absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) han informado que las mujeres posmenopáusicas exhiben una masa libre de grasa más baja en todo el cuerpo, el tronco y las regiones de las extremidades inferiores que las mujeres premenopáusicas (17).

### **1.1.3. Osteoporosis.**

Según el panel de Consenso NIH (10) la osteoporosis es “una enfermedad esquelética, caracterizada por una disminución de la resistencia ósea que predispone al paciente a un mayor riesgo de fractura”. Es un problema clínico y de salud pública mundial porque se asocia con un mayor riesgo de fracturas por fragilidad que pueden provocar dolor, discapacidad, pérdida de la independencia funcional y aumento de la morbilidad y la mortalidad (18). Las causas de la enfermedad se muestran en la tabla 1.

Es más común en mujeres que en hombres (19), y la prevalencia aumenta notablemente después de la menopausia. Se informa que aproximadamente el 30% de todas las mujeres posmenopáusicas en Europa y los Estados Unidos tienen osteoporosis, y al menos el 40% de estas mujeres sufrirán una o más fracturas osteoporóticas en el resto de su vida (20). Las fracturas vertebrales clínicas y de cadera son las consecuencias más devastadoras de la osteoporosis y se asocian con una mayor morbilidad y mortalidad (10). Después de una fractura inicial, el riesgo de una fractura posterior se duplica con creces en los siguientes 6 a 12 meses y persiste hasta por 10 años (18). El entrenamiento físico es la única estrategia que puede mejorar todos los factores de riesgo de fractura modificables (resistencia ósea, riesgo de caída, impacto de caída), pero debe prescribirse adecuadamente y debe mantenerse la adherencia (21).

Tabla 1. Causas osteoporosis

Causas	<p>Factores NO modificables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad avanzada.</li> <li>• Etnia blanca o asiática.</li> <li>• Estructura ósea pequeña.</li> <li>• Antecedentes familiares de osteoporosis.</li> </ul> <p>Factores modificables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajos niveles de hormonas sexuales.</li> <li>• Trastornos como la anorexia y la bulimia.</li> <li>• Fumar.</li> <li>• Alcohol.</li> <li>• Bajo nivel de calcio y vitamina D.</li> </ul>
--------	--

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estilo de vida sedentario.</li><li>• Enfermedades que pueden afectar a los huesos.</li></ul>
--	--

#### **1.1.4. Rango de movimiento articular y flexibilidad.**

El envejecimiento, afecta de forma negativa a la regeneración de los tendones (22). Estas alteraciones se deben en parte a un deterioro de los aspectos físicos y biológicos tales como el descenso en la síntesis de colágeno, al incremento de la expresión de radicales libres, al desequilibrio del metabolismo y al aumento del catabolismo (23). En cuanto al envejecimiento, hay una pérdida entre 20-30% en el rango de movimiento en articulaciones de cadera y columna, y un 30-40% en el tobillo (24). agravándose a partir de los 70 años (25). 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 (26). Además, la flexibilidad en los miembros superiores es un factor importante para la autonomía funcional ya que son fundamentales para vestirse, peinarse, agarrar objetos etc, es decir, para desempeñar las actividades diarias (25). Aun así, unos aumentos del trabajo de ejercicios de flexibilidad ayudan a mantener los músculos más activos y flexibles y las articulaciones con mayor movilidad. Inclusive en personas de edades avanzadas es posible conseguir la mejoría de la flexibilidad por medio de la actividad física (27,28).

#### **1.1.5. Sarcopenia.**

Según el consenso europeo de sarcopenia 2019 (29), la sarcopenia es “una enfermedad muscular enraizada en cambios musculares adversos que se acumulan a lo largo de toda la vida; La sarcopenia es común entre los adultos de edad avanzada, pero también puede ocurrir en una etapa más temprana de la vida. La sarcopenia se define por niveles bajos de medidas para tres parámetros: (1) fuerza muscular, (2) cantidad / calidad muscular y (3) rendimiento físico como

indicador de severidad. En este sentido la disminución de la fuerza y la movilidad, reduce la independencia, lo que aumenta el riesgo de caídas que pueden producir hemorragias y fracturas pudiendo tener consecuencias fatales siendo una de las causas más comunes de muerte y pérdida de calidad de vida en mujeres mayores de 65 años (30,31). También la sarcopenia refleja una reducción del anabolismo y un aumento del catabolismo, junto con una capacidad reducida de regeneración muscular (29).

El inicio y progresión de esta enfermedad puede estar dado por diversos mecanismos como la síntesis de proteínas, la proteólisis, la integridad neuromuscular y el contenido de grasa muscular (32). La sarcopenia está muy relacionada con el síndrome de fragilidad el cual está asociado a la edad y se caracteriza por una pérdida de las capacidades funcionales biológicas y la resistencia a los factores de estrés (32). Además, está asociado con factores fundamentales que contribuye a la aparición de enfermedades cardiovasculares, y principios de demencias (33).

#### **1.1.6. Síndrome de fragilidad.**

Según el ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad (33) la fragilidad se define como “un estado de pre-discapacidad, de riesgo de desarrollar nueva discapacidad desde una situación de limitación funcional incipiente, y su importancia es que se centra en la funcionalidad y no focaliza en el diagnóstico de enfermedad”. La prevalencia de fragilidad en España se presenta en la figura 1. Por lo que la fragilidad está asociado a la morbilidad que se asocia con el envejecimiento y se caracteriza por una pérdida de las capacidades funcionales biológicas y la resistencia a los factores de estrés. Además, está asociado con factores de riesgo de caída, discapacidad, problemas en el sistema fisiológico y muerte (34,35).

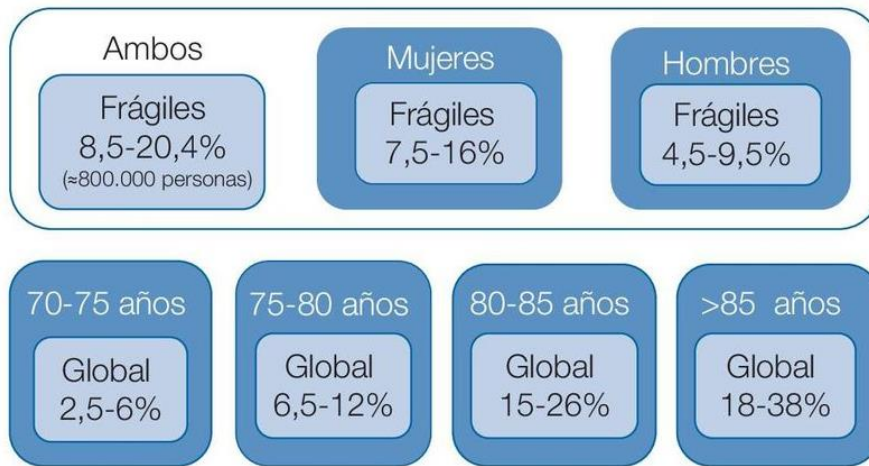


Figura 1. Prevalencia de fragilidad en la población mayor en España, por sexo y tramos de edad (33).

La población mayor tiene una alta prevalencia de caídas, ya que entre el 28% - 35% de la población mayor de 65 años ha sufrido alguna caída en el último año (36,37). Además, las caídas pueden producir hemorragias y fracturas, siendo una de las causas más comunes de morbilidad y mortalidad, especialmente entre las mujeres de más de 70 años (36,38-40) Existen una gran cantidad de factores intrínsecos y extrínsecos relacionados con las caídas en las mujeres mayores de 65 años, tales como, el equilibrio, la osteoporosis, dependencia funcional, atrofia muscular, fragilidad, las alteraciones en la visión y audición, ingesta de ciertos medicamentos y el uso de calzado inapropiado, entre otros (36,41,42). De entre todos ellos los problemas de control postural y patrones anormales de la marcha incrementan de manera importante la probabilidad de caídas en personas mayores (37,41,43). En este sentido, se estima que entre un 10% y un 25% de todas las caídas en esta población están asociadas a un pobre equilibrio y anomalías en la marcha (44).

### 1.1.7. Envejecimiento activo.

Según la OMS el término “envejecimiento activo” se refiere al proceso de optimizar las oportunidades de salud, participación y seguridad para mejorar la

calidad de vida a medida que las personas envejecen (45). En este sentido una de las estrategias utilizadas es la realización de la actividad física, la cual ayuda a prevenir enfermedades, el deterioro funcional, prolongar la longevidad y mejorar la calidad de vida (45).

## 1.2. EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE VARIABLES DE SALUD EN LAS MUJERES MAYORES

El proceso de envejecimiento está ligado a un deterioro de aspectos físicos y psicosociales que incrementan una dependencia hacia las tareas de la vida diaria en esta población (46). En base a esto, se entiende la importancia de conocer más acerca del envejecimiento activo para así mantener la autonomía y la independencia a medida que se envejece (47).

Un aspecto de extraordinaria importancia en adultos y personas mayores es la disminución de la capacidad funcional con el avance de la edad, fenómeno previsible que puede frenarse o ralentizarse prestando especial atención al nivel de condición física (composición corporal, fuerza, resistencia, flexibilidad, etc.) y la actividad física (48). Muchos adultos y personas mayores, debido a su estilo de vida sedentario, están peligrosamente cerca de su nivel de capacidad máxima, simplemente realizando actividades normales de la vida diaria (49). Una pequeña disminución en el nivel de actividad física en estos individuos podría resultar en la transición de un estado de independencia a un estado de discapacidad y dependencia, que se caracterizará por la necesidad de asistencia para realizar actividades concurrentes de la vida diaria. Por tanto, la prevención de la dependencia adquiere una dimensión especial para evitar el deterioro de la calidad de vida en las personas mayores (47).

La actividad física parece ser un instrumento eficaz para mejorar la salud y la funcionalidad en la población mayor, y teniendo en cuenta estas aplicaciones clínicas, las intervenciones de ejercicio merecen atención y prioridad en la salud pública (35). Estudios previos consideran el ejercicio físico como uno de los factores más importantes en la mejora de la calidad de vida en el adulto mayor,



debido a la mejora de la capacidad funcional, la disminución del riesgo de caídas y la capacidad de la marcha, el equilibrio, la capacidad cardiorrespiratoria y el desarrollo de la fuerza muscular (6,50,51).

A pesar de los numerosos beneficios, el ejercicio regular es difícil de lograr para muchos adultos mayores, ya que los niveles de participación suelen disminuir con la edad (52). La disminución de los niveles de participación varía debido a una gran variedad de factores, como el tipo de actividad física, la edad, los problemas de salud, el dolor y la percepción de la discapacidad (52). En este sentido, a medida que avanza la edad la incidencia de caídas puede aumentar hasta un 60% (53,54).

Existe una gran variedad de factores intrínsecos y extrínsecos relacionados con las caídas en el adulto mayor (55), de todos ellos tres de los factores de riesgo de caídas intrínsecos más comunes son la debilidad muscular (razón de riesgo relativo/odds ratio 4,4), déficit de equilibrio (razón de riesgo relativo/odds ratio 2,9) e inestabilidad de la marcha (razón de riesgo relativo/odds ratio 2,9) (40–42,56,57).

### **1.2.1. Efectos del ejercicio físico y la educación alimentaria sobre la composición corporal y la percepción de la imagen corporal en las mujeres mayores.**

Las mediciones de la composición corporal han demostrado que la masa corporal libre de grasa se ha asociado positivamente con la actividad física y negativamente con la edad (58). Además, un patrón dietético mediterráneo tradicional puede ser una adecuada estrategia para la mejora y el control de la composición corporal en esta población (59). De hecho, una alta adherencia al patrón de dieta mediterránea y un índice de masa corporal (IMC) de 25 kg/m<sup>2</sup> o menos podrían mejorar la calidad de vida de las mujeres posmenopáusicas (60).

El entrenamiento de fuerza, aplicado de manera segura, mejora la fuerza muscular de la parte inferior y superior del cuerpo en la población de adultos

mayores, incluidos aquellos que padecen comorbilidades como accidente cerebrovascular, derivación coronaria, hipertensión y obesidad (61). En este sentido, un mayor nivel de actividad física se asocia con una mayor masa muscular. Una evaluación longitudinal de 3 años en hombres y mujeres mayores de 65 años mostró que la actividad física en el tiempo libre no previene la pérdida de masa muscular; sin embargo, un mayor nivel de actividad física se asoció con una mayor masa muscular (62). Otro estudio longitudinal también encontró que en mujeres mayores una mayor cantidad de proteína se asoció con una mayor masa libre de grasa cinco años después (63). Sin embargo, la masa muscular no necesariamente aumenta después del entrenamiento, pero se pueden observar mejoras en músculos individuales, como el vasto lateral, e intermedicamente después de un ejercicio sin cambios en la masa magra total (63).

Si bien las mujeres jóvenes a menudo han sido un grupo de particular interés en la investigación centrada en la imagen corporal y los comportamientos alimentarios debido a su riesgo desproporcionado de participar en trastornos alimentarios y experimentar problemas de imagen corporal (64), las mujeres mayores han sido cada vez más reconocidas como también experimentar estas preocupaciones (65). Las mujeres mayores, que pueden ser propensas al aumento de peso y a los cambios en la distribución del peso, y presenciar los signos de envejecimiento de sus cuerpos, pueden experimentar que se alejan más de estos ideales. Los resultados de un estudio entre 1.849 mujeres de 50 años o más mostraron que, incluso a una edad más avanzada, un alto porcentaje (71,2 %) de las participantes intentaba perder peso y reportaba conductas alimentarias poco saludables (66).

En cuanto a las estrategias nutricionales, la población adulta mayor es uno de los grupos que presenta mayores riesgos de problemas nutricionales debido al envejecimiento, así como cambios psicológicos, sociales y económicos, por lo que la mejor estrategia para abordar estos problemas es la prevención y detección temprana (67). Un adecuado soporte nutricional mejora la calidad de vida, reduciendo el grado de dependencia funcional de las personas mayores (68).

En este sentido, ante situaciones donde ocurren enfermedades o lesiones, es importante una buena disponibilidad de aminoácidos, ya que, en ausencia de nutrientes, el músculo es la principal fuente para la síntesis de proteínas, lo que provoca una reducción del volumen muscular (69,70). Se ha destacado la utilidad de los suplementos por la acción sobre el sistema musculoesquelético que, junto con la actividad física, puede reducir el impacto de la osteoporosis, la sarcopenia y el envejecimiento en general (58).

### **1.2.2. Efectos del ejercicio físico sobre el equilibrio en las mujeres mayores.**

El déficit de equilibrio es uno de los factores de riesgo más importantes, por lo que la realización de ejercicio físico puede ser eficaz para reducir la probabilidad de riesgo de caídas en las personas mayores (55,71). Se estima que entre un 10% y un 25% de todas las caídas en esta población están asociadas a un pobre equilibrio y anomalías en la marcha (72). En este sentido los bajos niveles de fuerza y estabilidad del tronco podrían ser relevantes en la prevención de caídas (73,74). Asimismo, se ha demostrado que los músculos del abdomen son los primeros en activarse durante el movimiento de las extremidades para controlar la postura corporal (75,76), por lo que una limitada capacidad para mantener o retomar la posición del tronco durante la marcha y las actividades de la vida diaria puede incrementar el riesgo de perder el equilibrio (77). Son varios los estudios que han encontrado mejoras en el equilibrio tras un entrenamiento del tronco en la población mayor. Por una parte, Granacher, Lacroix, Muehlbauer, Roettger & Gollhofer (2013) (78), encontraron una mejora del equilibrio dinámico en esta población tras 9 semanas realizando ejercicios de estabilidad de tronco. Asimismo, Kang (2015) (79), tras 8 semanas de entrenamiento de estabilidad del tronco con una frecuencia de 5 veces por semana, encontró una mejora en el equilibrio dinámico evaluado sobre una plataforma de fuerzas. Además, algunos estudios encuentran una relación positiva entre el control del tronco y la fuerza de los miembros inferiores (77).

### **1.2.3. Efectos del ejercicio físico sobre la fuerza muscular en las mujeres mayores.**

Por otro lado, el entrenamiento de fuerza en sí mismo tiene un valor particular para las personas mayores, porque mejora la fuerza y la masa muscular (80–82). Más específicamente, la fuerza de la musculatura de la cadera ha sido relacionada con una mejora en el equilibrio, ya que su correcta función juega un papel importante durante la marcha (83–85). Algunos estudios en la población mayor reportan mejoras en el equilibrio tras el entrenamiento de fuerza de los músculos de la cadera. Irez y colaboradores (86), encontraron una mejora del equilibrio evaluado en plataforma de fuerza tras 12 semanas de entrenamiento con ejercicios de Pilates donde se entrenaba la fuerza de la musculatura de la cadera. Por su parte, Morcelli y colaboradores (87) comprobaron en mujeres mayores de 65 años que aquellas que habían sufrido alguna caída durante el año anterior tenían menor fuerza en la musculatura abductora de la cadera respecto con las que no habían sufrido caídas. En esta línea Mayson y colaboradores (88) observaron que en personas mayores con movilidad reducida una mayor velocidad en el ejercicio de prensa de piernas se relacionaba con mejoras en el equilibrio. También Orr y colaboradores (89) hallaron que tras 10 semanas de entrenamiento de potencia en personas mayores de 65 años mejoraba el equilibrio medido con plataforma de fuerza. Por lo tanto, la investigación actual ha demostrado que contrarrestar el desuso de los músculos a través del entrenamiento de fuerza es una adecuada intervención para combatir la pérdida de fuerza y masa muscular, la vulnerabilidad fisiológica y sus consecuencias debilitantes sobre el funcionamiento físico, la movilidad, la independencia, el manejo de enfermedades crónicas, el bienestar psicológico, la calidad de vida y la esperanza de vida saludable. En este sentido, García-Pinillos y colaboradores (90) demostraron que el entrenamiento de fuerza basado en intervalos (HIT) conduce a mayores mejoras en la composición corporal, la fuerza muscular, la movilidad, el equilibrio y, por lo tanto, la calidad de vida, la percepción y la autonomía, en personas mayores sanas.

#### **1.2.4. Efectos del ejercicio físico sobre la autonomía funcional en las mujeres mayores.**

El deterioro de los sistemas responsables de la funcionalidad en el proceso de envejecimiento influye en la capacidad del anciano en las labores de la vida

cotidiana, así que por ende también afecta a su autonomía funcional (AF) aumentando el riesgo de padecer, caídas, movilidad y por consecuencia otras enfermedades (91). Esta disminución de la independencia funcional en las personas mayores puede deberse al deterioro de la fuerza y la masa muscular, el equilibrio y la resistencia cardiovascular (92). En consecuencia, se debe promover la actividad física regular para preservar la funcionalidad y el rendimiento en las actividades de la vida diaria de las personas mayores (93).

Por tanto, una estrategia adecuada para aumentar preservar la funcionalidad y el rendimiento en las actividades de la vida diaria del individuo es hacer ejercicio regularmente, incluso en edades avanzadas (94–96). En este sentido, el entrenamiento de fuerza ayuda a mejorar la fuerza muscular y contribuye a mantener la autonomía funcional en los ancianos (97) por lo cual mejora el gasto energético, reduce la dificultad para realizar las tareas de la vida diaria e induce cambios en la composición corporal (98–100).

Así pues, una de las mejores inversiones que las personas mayores pueden hacer para vivir más, retrasar el envejecimiento y disfrutar de una vida más saludable son las actividades físicas regulares aeróbicas y de fuerza muscular (101). Además, la mejora de la fuerza del tren inferior es de gran importancia para las personas mayores, ya que les proporciona equilibrio y seguridad a la hora de realizar las actividades de la vida diaria (102).

#### **1.2.5. Efecto del ejercicio físico sobre la flexibilidad en las mujeres mayores.**

Los cambios fisiológicos producidos por el envejecimiento en la mujer pueden afectar al rango óptimo de movimiento (ROM) y por ende a la flexibilidad en la mujer mayor (103). Ya que el ejercicio generalmente aumenta el ROM, este podría revertir la pérdida de flexibilidad debido a la falta de uso (104). 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 este sentido Feland y colaboradores (26) estudiaron 3 duraciones distintas de tiempos para determinar cuál producirá y mantendrá una mayor ganancia en el ROM. El

estiramiento analizado fue la extensión de rodilla con el fémur mantenido a 90° durante la flexión pasiva de cadera. Los autores dividieron a la muestra 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 realizaron durante 6 semanas con una frecuencia de 5 veces a la semana. 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 0,8° para los grupos 30 segundos y 15 segundos, respectivamente. De este modo en los adultos mayores, un mayor tiempo de duración en los estiramientos isquiosurales podría ocasionar un incremento mayor en el ROM. Por lo que el entrenamiento de la flexibilidad en el adulto mayor puede generar mejoras en el ROM (26,106). Sin embargo, no se ha establecido cuánto o qué tipo de ejercicios de rango de movimiento son los más efectivos (80).

### 1.3. EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LA SATISFACCIÓN CON LA VIDA Y LOS ESTADOS PSICO-EMOCIONALES EN LAS MUJERES MAYORES.

Para lograr un envejecimiento saludable, es importante comprender los factores que contribuyen al bienestar de los adultos mayores. “Bienestar” es un término que se refiere al funcionamiento y la experiencia psicológica óptimos. El enfoque hedónico (bienestar subjetivo) se centra en la felicidad y define el bienestar en términos de logro y evitación del dolor; y el enfoque eudaimónico (bienestar psicológico) se centra en el significado y la autorrealización, definiendo el bienestar en términos del grado en que una persona funciona plenamente (8).

La teoría de la autodeterminación (SDT) (107) es una teoría macro de la motivación y la personalidad humana que se refiere a las tendencias de crecimiento inherentes de las personas y las necesidades psicológicas innatas. Esta teoría se centra en el grado en que el comportamiento de un individuo es automotivado y autodeterminado. Estar motivado puede alentar a un individuo a hacer algo o persistir en un determinado comportamiento, en un contexto

específico (107). En este sentido, encontramos dos tipos de motivación: la motivación intrínseca sería la tendencia inherente a buscar la novedad y el desafío, ampliar y ejercitar la capacidad de explorar y aprender y que se refiere a la realización de una actividad por la satisfacción inherente a la actividad misma. Por otro lado, la motivación extrínseca se refiere a la realización de una actividad para lograr algún resultado o recompensa. Además, se establecen unas necesidades que se consideran psicológicas e innatas (competencia, autonomía y relacionamiento) y que también motivan al individuo a iniciar una determinada conducta. La autodeterminación en adultos mayores también se ha definido como un proceso en el que una persona tiene control y derechos éticos/legales (108) y como la capacidad de tomar decisiones personales, independientemente de la capacidad de la persona para realizar esas elecciones (109).

La teoría de las necesidades psicológicas básicas (BPN) (8) establece que las personas tienen tres necesidades psicológicas básicas: autonomía, competencia y relación, y analiza su relación con el bienestar (110,111). Autonomía definida como la capacidad de actuar y decidir de acuerdo con los propios deseos libres (112). En este sentido, la salud psicológica depende de la satisfacción de las tres necesidades (113). El apoyo a la autonomía es un componente del clima motivacional en la actividad física que puede promover la internalización de comportamientos y actitudes por parte de los practicantes (114). En varias investigaciones, el apoyo a la autonomía por parte del entrenador se ha relacionado con la motivación intrínseca, con motivaciones extrínsecas más autodeterminadas y con la intención de seguir practicando un programa de ejercicio físico (115).

En algunos estudios (116) después de analizar a mujeres deportistas, reforzaron la importancia de un apoyo creado por un entrenador basados en los principios de BPN (107). En esta misma línea, otro estudio (117) realizado en deportistas jóvenes de deportes colectivos sugirieron que tentativamente un entorno social (entrenador) que apoya la autonomía, enfatiza la mejora y el esfuerzo, y es socialmente solidario, puede ayudar a maximizar la satisfacción de las necesidades básicas de los atletas, lo que a su vez puede fomentar el bienestar eudaimónico entre los adolescentes participantes en el deporte. Por lo tanto, la

satisfacción de las necesidades psicológicas básicas como un mediador del bienestar de los profesionales (117).

### **1.3.1. Deterioro cognitivo leve.**

La tasa de deterioro de la memoria varía entre diferentes poblaciones, lo que puede explicarse por los posibles efectos de factores que incluyen la edad promedio de los encuestados, el tipo de preguntas formuladas, las diferencias de sexo, el nivel educativo y la depresión (118). Con el aumento sustancial de la incidencia de la demencia, la detección temprana de posibles precursores, el diagnóstico, el tratamiento y el control de los factores de riesgo modificables son importantes para reducir la tasa de la enfermedad(119).

El deterioro cognitivo leve (DCL) está asociado a múltiples factores relacionados con el envejecimiento, tanto factores extrínsecos (enfermedades vasculares, diabetes, estilo de vida, etc.), como intrínsecos (reserva cognitiva, dotación genética, edad, etc.) (120). El deterioro cognitivo leve es como una entidad sin límites fijos definidos, ya que se encuentra entre el envejecimiento normal y la demencia (120). La problemática de este tipo de enfermedad es que aún es difícil de diagnosticar y de detectar a tiempo. Más del 50% de los casos no son detectados en etapas iniciales (121). Además, hay una alta probabilidad que los enfermos de DCL puedan llegar a tener algún tipo de demencia (120).

El deterioro de la cognición y la reducción de las capacidades cognitivas pueden afectar las actividades sociales, funcionales y ocupacionales (122). La promoción de la independencia en la comunicación y las actividades de la vida diaria, el control de los factores de riesgo vascular (hipertensión arterial, hiperlipemia, diabetes mellitus), el mantenimiento de un estilo de vida saludable (actividad física, alimentación saludable, sueño suficiente, ingesta limitada de alcohol, abandono del hábito tabáquico), junto con Los ejercicios mentales (practicar rompecabezas, jugar al scrabble, leer, aprender idiomas, tocar instrumentos musicales) son factores efectivos en el tratamiento del deterioro cognitivo leve (123).





## **II - JUSTIFICACIÓN**



## II - JUSTIFICACIÓN

¿Por qué en aplicar un programa de ejercicio físico en el medio acuático con las mujeres mayores?

El ejercicio físico se considera uno de los factores más importantes para mejorar la calidad de vida de las personas mayores, debido a la mejora de la composición corporal, imagen corporal, beneficios psicológicos y sociales, capacidad funcional, la disminución del riesgo de caídas y la mejora de la capacidad de andar, el equilibrio, la capacidad cardiorrespiratoria y el desarrollo de la fuerza muscular (124–130), entre otros. A pesar de los numerosos beneficios, el ejercicio regular es difícil de conseguir para muchos adultos mayores, ya que los niveles de participación suelen disminuir con la edad (52). La disminución de los niveles de participación varía debido a una gran cantidad de factores, como el tipo de actividad física, la edad, los problemas de salud, el dolor y la percepción de discapacidad (52). Según la recomendación del Colegio Americano de Medicina Deportiva y la Asociación Americana del Corazón, el ejercicio en el agua es una alternativa segura y útil al ejercicio en tierra para los adultos mayores o las personas con tolerancia limitada a las actividades con peso (131).

El ejercicio en el medio acuático, a menudo denominado ejercicio en el agua o aquagym presenta un menor riesgo de fractura traumática; además, las articulaciones están expuestas a menos estrés e impacto (carga reducida debido a la flotabilidad) en comparación con el ejercicio en tierra, como correr, entrenamiento de fuerza, etc (132).

Además, el ejercicio en medio acuático ha sido muy recomendado para las personas mayores, especialmente aquellas con discapacidad, debido a la reducción del dolor y el aumento de la seguridad que puede proporcionar, así como los beneficios adicionales para la salud neuromuscular/funcional. Hay pruebas sólidas que respaldan el uso del ejercicio acuático para lograr beneficios físicos, como mejorar la capacidad aeróbica, la fuerza y los beneficios psicológicos y sociales en adultos mayores (124). Más en concreto el ejercicio de fuerza en

medio acuático ha sido relacionado con una mejora en el equilibrio (133–135), ya que la fuerza de flotación del agua y la presión / densidad hidrostática ayudan a los participantes a ralentizar el movimiento, y las señales sensoriales adicionales proporcionadas por la viscosidad del agua facilitan el momento del reclutamiento muscular (136). Así pues, el ejercicio acuático puede mejorar los efectos fisiológicos negativos del envejecimiento, que son factores de riesgo modificables y predisponentes de una caída (137).

Por otro lado, el entrenamiento interválico se ha relacionado como un método alternativo para la mejora de la salud (138), por lo que podría tener relación con un mayor rendimiento y mejora de la condición metabólica y ganancia de fuerza (139–141). Durante los últimos años se ha incrementado el interés en la comprensión de la aplicación de este tipo de entrenamiento en personas de edad avanzada. Sin embargo, la evidencia es limitada en este sentido (142).

Asimismo, cabe destacar que existe una relación indirecta entre los factores de fitness y algunos componentes de la composición corporal, como la masa grasa (143). En este sentido, también hay que destacar la importancia de una adecuada educación nutricional, ya que se ha demostrado que una ingesta suficiente de proteínas contrarresta los efectos de la sarcopenia en los adultos mayores, teniendo en cuenta que, aunque las necesidades energéticas son menores en la vejez, las necesidades de muchos otros nutrientes pueden no cambiar o incluso aumentar. Se ha demostrado que se producen cambios en el equilibrio de los alimentos ricos en nutrientes frente a los menos densos, lo que contribuye a una menor ingesta de proteínas y micronutrientes (144).

Hasta la fecha, no hay ninguna investigación que estudie el efecto del entrenamiento de resistencia a intervalos en un entorno acuático junto con la educación nutricional en variables tanto físicas como psicológicas en mujeres mayores. En este contexto, se eligió una intervención de entrenamiento de resistencia por intervalos en el agua como candidato potencial para proporcionar mejoras en la capacidad funcional, el equilibrio, la fuerza, la composición

---

corporal, la flexibilidad, la capacidad aeróbica y la satisfacción con la vida en mujeres mayores de 65 años.



## **III – OBJETIVOS E HIPOTESIS**





### III – OBJETIVOS E HIPOTESIS

La hipótesis general de este estudio vino dada por la necesidad de profundizar en la investigación de los efectos de una intervención de ejercicio acuático para personas mayores de 65 años independientes, con el fin de encontrar estrategias encaminadas a lograr beneficios para la salud (fisiológica, física y psicológica) y la calidad de vida.

En primer lugar, se realizó una revisión sistemática para conocer el efecto de la utilización de suplementos en entrenamiento de resistencia. En situaciones donde ocurren enfermedades o lesiones, es importante una buena disponibilidad de aminoácidos, ya que, en ausencia de nutrientes, el músculo es la principal fuente de nutrientes para la síntesis de proteínas, lo que provoca una reducción en el volumen muscular. Por lo tanto, el objetivo de la revisión sistemática fue estudiar los efectos de las estrategias nutricionales sobre la composición corporal y/o el rendimiento en la población mayor que practica ejercicio de resistencia.

En segundo lugar, comprobar los efectos del entrenamiento de fuerza acuático y una intervención nutricional sobre los indicadores de salud, el equilibrio, la autonomía funcional y su percepción de la calidad de vida en esta población.

#### 3.1. ESTUDIO 1

- Título: Efecto de los Suplementos en el Ejercicio de Resistencia en la Población Mayor: Revisión Sistemática
- Tipo de estudio: Revisión Sistemática
- Objetivo: Revisar y estudiar los efectos de las estrategias nutricionales sobre la composición corporal y/o el rendimiento en la población mayor que practica ejercicio de resistencia.
- Hipótesis: Existen suplementos nutricionales que mejoran la composición corporal y el rendimiento en mujeres mayores.

### 3.2. ESTUDIO 2

- Título: Beneficios de añadir un entrenamiento con intervalos de fuerza-resistencia acuática a una educación nutricional sobre composición corporal, percepción de la imagen corporal y adherencia a la dieta mediterránea en mujeres mayores.

- Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorizado

- Objetivo: Evaluar el efecto de la aplicación del programa de entrenamiento de fuerza-resistencia acuática a intervalos y una intervención nutricional sobre la composición corporal, la percepción de la imagen corporal y la adherencia a la dieta mediterránea en mujeres mayores.

- Hipótesis: El entrenamiento de fuerza-resistencia acuático a intervalos, junto con una intervención nutricional tendrá efectos positivos sobre la composición corporal, la percepción de la imagen corporal y la adherencia a la dieta mediterránea en mujeres mayores.

### 3.3. ESTUDIO 3

- Título: Efectos psicológicos del entrenamiento motivacional en intervalos de fuerza-resistencia acuática y la educación nutricional en mujeres mayores.

- Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorizado

- Objetivo 1: Evaluar la relación entre el bienestar y el uso de conductas de entrenamiento de apoyo a la autonomía a través de un programa motivacional de entrenamiento interválico de fuerza acuático.

- Objetivo 2: Investigar las diferencias en el apoyo a la autonomía percibida, la satisfacción de las necesidades básicas y la

motivación intrínseca entre las mujeres mayores practicantes de un programa de entrenamiento acuático.

- Hipótesis: Tras la exposición a las formaciones sobre el coaching de apoyo a la autonomía, los niveles de apoyo a la autonomía, el apoyo a la relación, la competencia y el bienestar de los participantes mejorarían, mientras que los comportamientos de control y la frustración de la relación disminuirían.

#### 3.4. ESTUDIO 4

- Título: Efecto del entrenamiento de intervalos de resistencia acuática y del programa de educación dietética sobre la salud física y psicológica en mujeres mayores: ensayo controlado aleatorio.

- Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorizado

- Objetivo: Analizar la eficacia de la realización de un programa de entrenamiento de intervalos de fuerza-resistencia acuática y de educación nutricional sobre la capacidad funcional, el equilibrio, la fuerza, la flexibilidad, la capacidad aeróbica y la calidad de vida en mujeres mayores.

- Hipótesis: Una intervención de entrenamiento de resistencia por intervalos en el agua proporcionará mejoras potenciales en la capacidad funcional, el equilibrio, la fuerza, la composición corporal, la flexibilidad, la capacidad aeróbica y la satisfacción con la vida en mujeres mayores de 65 años.



## **IV - MATERIAL Y MÉTODO**



## IV - MATERIAL Y MÉTODO

### 4.1. DISEÑO DE ESTUDIO

#### 4.1.1. Estudio 1

La revisión sistemática se llevó a cabo de acuerdo con las pautas de elementos de notificación preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA) (145,146).

La fuente de recolección de datos fue la consulta y acceso directo, utilizando Internet para la biblioteca de literatura científica de las bases de datos PubMed, Web of Science y SPORTDiscus. Dos autores (AM-R y BJC-C.) realizaron búsquedas en las bases de datos de forma independiente.

Para la recuperación documental se utilizaron las palabras clave "older person": "OLDER PEOPLE" or "OLDER ADULTS" or "ELDERLY" or "AGED". Se utilizó el operador booleano "AND" para combinar estos descriptores con "ENDURANCE" and "NUTRITION" or "DIET". Las ecuaciones de búsqueda se pueden reproducir en cualquier momento en las bases de datos correspondientes. Se realizó una búsqueda para cada combinación posible de las palabras clave anteriores en cada base de datos utilizada. La fecha de la última actualización de la búsqueda fue octubre de 2019.

La elección final de los documentos se hizo de acuerdo con el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión que se describen a continuación. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: a) ensayos clínicos aleatorizados; b) estudios en idioma inglés o español; c) población de mayor edad; y d) realizadas con deportes de resistencia o publicaciones cuyos sujetos sean entrenados en deportes de resistencia. También se incluyeron en la revisión artículos en los que se realizaba una intervención con suplementación y de nutrición específica en



personas mayores que practican deporte o actividad física de resistencia. Los estudios se excluyeron si se informaron en a) libros o capítulos de libros; b) artículos de difusión; y c) patentes. Además, se excluyeron las publicaciones cuya población de estudio no fuera de edad avanzada y aquellas que carecieran de inclusión del deporte de resistencia.

Dos revisores (AM-R. y BJC-C.) extrajeron de forma independiente los datos de los estudios incluidos. La recopilación de datos se realizó mediante la extracción de información de cada estudio incluido en esta revisión. Los datos extraídos fueron características de los sujetos, período de intervención, medidas tomadas para obtener los resultados, resultados, conclusiones, tipo de ejercicio y composición corporal de los sujetos.

#### 4.1.2. Estudios 2,3 y 4

Se realizó un ensayo clínico aleatorizado en el que las participantes fueron asignadas a un grupo experimental (entrenamiento interválico de fuerza-resistencia acuático) más intervención nutricional y un grupo control (intervención nutricional) con el fin de determinar la efectividad del entrenamiento interválico de fuerza-resistencia acuático sobre diferentes variables relacionadas con la salud. En la tabla 2 se muestra en cada uno de los estudios qué variables fueron analizadas.

Tabla 2. Tabla resumen de las características de cada estudio

Estudio	Estudio 2	Estudio 3	Estudio 4
Grupos	Grupo intervención (n=17) Grupo control (n=17)		
Características de los grupos	<u>Grupo intervención</u> (69,6±5 años; 162 ±7,9 cm de altura; 75,3 ±12,8 kg de peso corporal y 28,8 ±4,7 kg/m <sup>2</sup> ) <u>Grupo control</u> (67,7±3,6 años; 154 ±5,4 cm de altura; 66,9 ±10,2 kg de peso corporal y 28,2 ±4,2 kg/m <sup>2</sup> )		
Intervención	Entrenamien	Entrenamien	Entrenamien

	to a intervalos de fuerza-resistencia acuática Educación nutricional	to a intervalos de fuerza-resistencia acuática Educación nutricional Estrategias motivacionales	to a intervalos de fuerza-resistencia acuática Educación nutricional
Variables	Composición corporal Imagen corporal Adherencia a la dieta Mediterránea	Medidas antropométricas básicas Percepción de apoyo a la autonomía Necesidades Psicológicas Básicas en Ejercicio Motivación intrínseca para hacer ejercicio Percepción de la Actividad Física	Composición corporal Fuerza isométrica de los miembros superiores Autonomía funcional Estabilidad Flexibilidad Resistencia aeróbica Satisfacción con la vida

cm= centímetros; kg= kilogramos; m=metros

Estudio 2: Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, Martínez-Olcina M, Marcos-Pardo PJ. Benefits of Adding an Aquatic Resistance Interval Training to a Nutritional Education on Body Composition, Body Image Perception and Adherence to the Mediterranean Diet in Older Women. *Nutrients*. 2021 Aug 6;13(8):2712. doi: 10.3390/nu13082712. PMID: 34444872; PMCID: PMC8400619.

Estudio 3: Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, García-De Frutos JM, Marcos-Pardo PJ. Psychological Effects of Motivational Aquatic Resistance Interval Training and Nutritional Education in Older Women. *Healthcare (Basel)*. 2021 Dec 1;9(12):1665. doi: 10.3390/healthcare9121665. PMID: 34946391; PMCID: PMC8701350.

Estudio 4: Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, García-De Frutos JM, Yáñez-Sepúlveda R, Marcos-Pardo PJ. Effect of aquatic resistance interval training and dietary education program on physical and psychological health in older women: randomized controlled trial. *Frontiers*. 2022. En revisión.

## 4.2. PARTICIPANTES

### 4.2.1. Estudio 1

Se incluyeron un total de ocho estudios. La búsqueda en las bases de datos PubMed, Web of Science y SPORTDiscus dio como resultado un total de 2509 referencias (734 en PubMed, 1611 en Web of Science y 164 en SPORTDiscus), de las cuales 1836 no estaban duplicadas. Después de eliminar los artículos duplicados y analizar el título y el resumen, 1743 artículos no se ajustaban al tema en estudio. Finalmente, 93 artículos fueron evaluados como textos completos. De estos, 85 fueron excluidos. Por lo tanto, se incluyeron un total de ocho estudios en la revisión (Figura 2).

Siete de estos estudios se publicaron entre 2004 y 2014, aunque hubo uno de 1995. Todos se realizaron en países desarrollados (tres en EE. UU., uno en el Reino Unido, dos en Finlandia, uno en Dinamarca y uno en Bélgica) y tenían tamaños de muestra en el rango de 19 a 113 participantes.

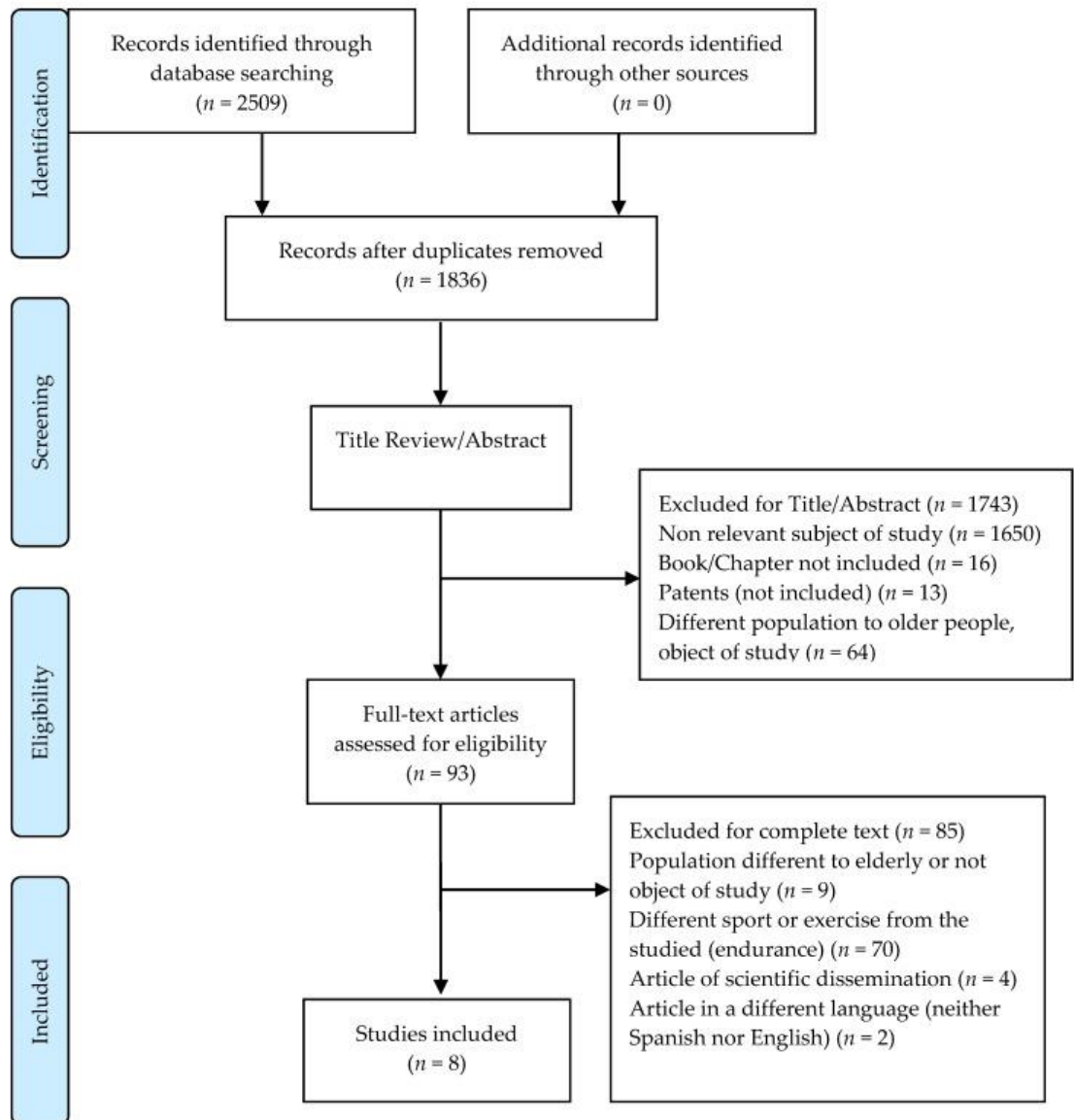


Figura 2. Diagrama de flujo de elementos de notificación preferidos para revisiones sistemáticas y metanálisis (PRISMA).

#### 4.2.2. Estudios 2,3 y 4

En la investigación solo se incluyeron mujeres adultas mayores. Participaron 45 mujeres mayores de 65 años de Alicante ( $67 \pm 4,31$  años), España. Los criterios de inclusión fueron: ser mayor de 65 años; no haber sido operado en el último año; no presentar enfermedades musculoesqueléticas, neurológicas u ortopédicas que pudiesen afectar la capacidad para realizar las pruebas; poder caminar de forma independiente sin asistencia ortopédica; y no haber realizado previamente ninguna de las pruebas incluidas en el estudio.

Cinco participantes no cumplieron con los criterios de inclusión: una se negó a participar y las otras cuatro no pudieron participar debido a problemas de movilidad musculoesquelética. Las 40 participantes fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de entrenamiento de fuerza acuático y un grupo de control. Durante el período de seguimiento, seis participantes se retiraron del ensayo, tres de cada grupo. En consecuencia, solo 34 mujeres participaron en el análisis. Ambos grupos no presentaron diferencias en las variables demográficas, y todos los retiros fueron por motivos personales (Figura 3).

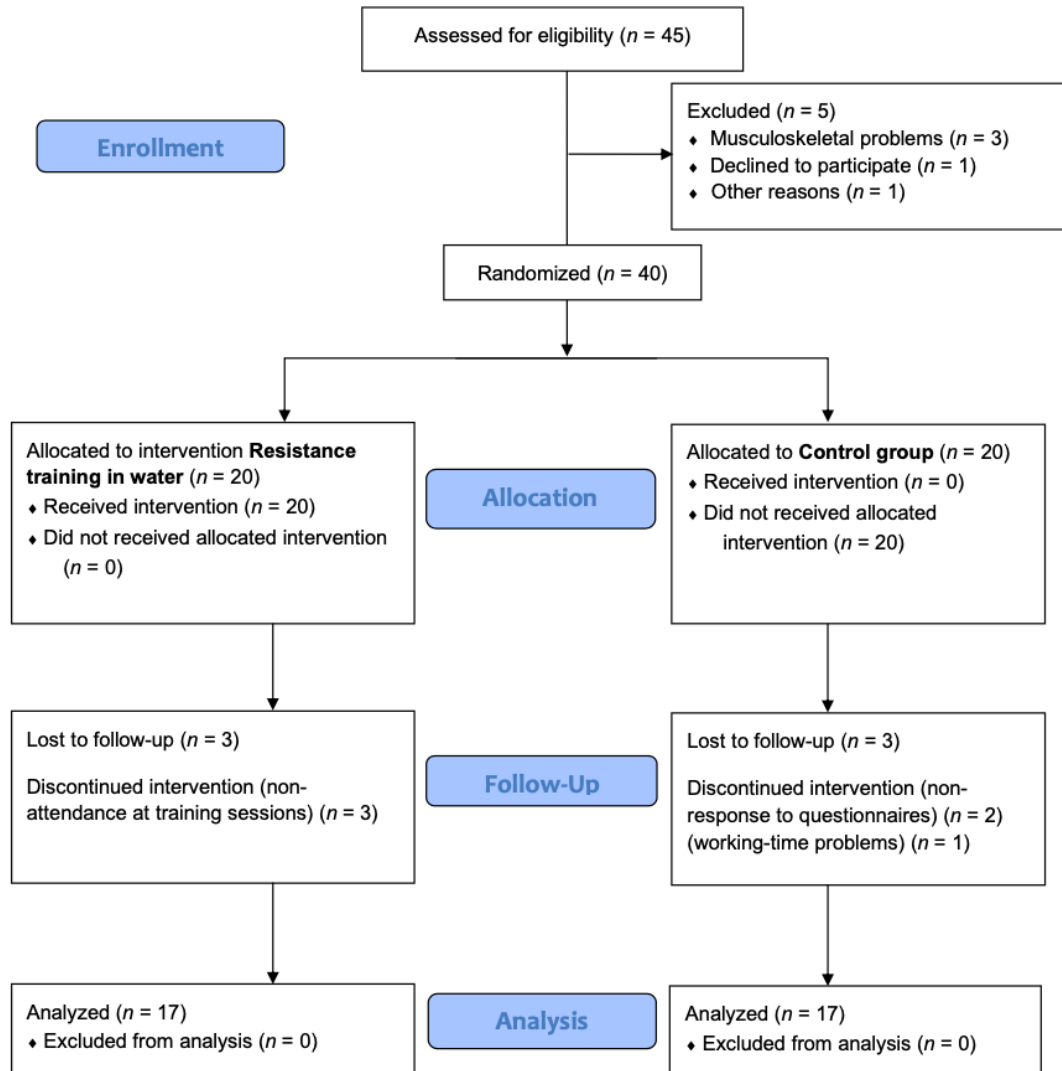


Figura 3. Diagrama CONSORT 2010. Distribución de la muestra.

Las participantes fueron asignadas electrónicamente de forma aleatoria mediante un diseño de bloques en dos brazos (control y experimental) utilizando un software informático en línea como se indica en las recomendaciones publicadas (147). Este procedimiento fue realizado por un investigador que no participó en las intervenciones o evaluaciones de este estudio.

#### 4.3. DECLARACIONES

El presente estudio se llevó a cabo de acuerdo con los estándares de la Declaración de Helsinki. El Comité Ético de Investigación en Seres Humanos de la Universidad Católica de Murcia (España) dio su aprobación para realizar un ensayo aleatorizado ( [CE061920](#) ) y antes del experimento todas las participantes del estudio dieron su consentimiento por escrito. El protocolo del estudio se registró (registro retrospectivo) en la base de datos del Registro de Ensayos Clínicos de Australia y Nueva Zelanda (<https://www.anzctr.org.au/> (consultado el 26 de noviembre de 2021)) con el número de solicitud: 383,201 (fecha de registro: 26 de noviembre de 2021). Además, los investigadores mantuvieron la confidencialidad de los datos personales de las participantes mediante la codificación de toda la información personal.

#### 4.4. INTERVENCIÓN

##### 4.4.1. Entrenamiento a intervalos de fuerza resistencia acuática

La intervención consistió en un programa de entrenamiento en un medio acuático. El entrenamiento de fuerza-resistencia supervisado se realizó durante 14 semanas. Las sesiones se realizaron en una piscina climatizada tres veces por semana durante 60 min por sesión. Las sesiones comenzaron con un calentamiento de 15 min que consistía en ejercicios aeróbicos y de fuerza (10 min) y estiramientos (5 min) de todos los grupos musculares involucrados, seguido de 30 min de entrenamiento de fuerza-resistencia interválico integral que incluía cuatro sesiones de 5 min con un 2 min de descanso mínimo entre cada sesión.

En cada sesión se realizaron los mismos ejercicios (pectoral/espalda, flexor/extensor de cadera, bíceps/tríceps, flexor/extensor de rodilla, hombro y core) durante 1 min de forma consecutiva, con intervalos de 30, 20 y 10 s (148) y a baja, moderada y alta intensidad percibida, respectivamente (149). De acuerdo con la escala de esfuerzo percibido, cuando los participantes necesitaban aumentar la intensidad de los ejercicios del hemisferio superior, usaban guantes de resistencia o mancuernas de resistencia, mientras que para los ejercicios del hemisferio inferior usaban tobilleras de resistencia.

Finalmente, en los últimos 10-15 min se realizaron ejercicios de estiramiento (5 min) y relajación (10 min). En todas las sesiones de intervención se controló la percepción de esfuerzo mediante la escala de Borg (150).



Durante las sesiones del programa de entrenamiento, el Educador Físico-Deportivo usó estrategias motivacionales como las publicadas anteriormente, diseñadas para aumentar la motivación de los adultos mayores hacia el programa de entrenamiento de fuerza-resistencia acuática (151–153). Para motivar y aumentar la adherencia al programa de entrenamiento de fuerza-resistencia acuático, se adaptaron e implementaron una serie de estrategias motivacionales.

Estrategias basadas en la autonomía:

- (1) Educar a los adultos mayores sobre el beneficio del programa de entrenamiento de fuerza-resistencia acuática.
- (2) Explicar el propósito del programa de entrenamiento de fuerza-resistencia acuático.

Estrategias basadas en la competencia:



- (3) Fomentar la percepción de competencia por parte del participante.
- (4) Establecer objetivos moderadamente difíciles adaptados a la individualidad biológica de cada participante.
- (5) Tener en cuenta la información proporcionada por el practicante durante el programa de entrenamiento de fuerza-resistencia acuática.
- (6) Transmitir un ambiente de trabajo adecuado.
- (7) Animar a los participantes enfatizando que la actividad se puede mejorar a través de la práctica.
- (8) Ofrecer comentarios claros.

Estrategias basadas en las relaciones sociales y el disfrute;

- (9) Fomentar la relación entre los participantes.
- (10) Hacer que los participantes disfruten de las actividades en el programa de entrenamiento de fuerza-resistencia acuática.

La actividad física se midió mediante el cuestionario internacional de actividad física (IPAQ) (154) al principio y al final del estudio, y se observó que no había cambios en los grupos de control y experimental, salvo el aumento producido por la propia intervención. No se observaron diferencias en el grupo de control. En el grupo experimental hubo un aumento debido a la intervención.

#### **4.4.2. Intervención nutricional**

Todos los participantes recibieron la misma educación nutricional, basada en la dieta mediterránea (DM), dividida en cuatro talleres teóricos y prácticos de 60 minutos durante 14 semanas. El fin era brindar información actualizada sobre

los beneficios de seguir un patrón alimentario adecuado. Dietistas capacitados llevaron a cabo las sesiones. Los temas tratados en las sesiones fueron (tabla 3):

Tabla 3. Sesiones y temática de los talleres

1	Sesión	Alimentación y nutrición, pirámide DM y estilo de vida moderno: pautas dietéticas diarias, semanales y ocasionales para lograr una dieta sana y equilibrada.
2	Sesión	Salud y gastronomía—elaboración de menús saludables que incluyan componentes de la DM con impacto en la prevención cardiovascular y el deterioro cognitivo.
3	Sesión	DM asociada con envejecimiento saludable, hidratación, macro y micronutrientes.
4	Sesión	Azúcares y edulcorantes: presentación de los efectos del consumo de azúcar en la salud y la evaluación de diferentes tipos de azúcares y edulcorantes y productos procesados y riesgo de enfermedades asociadas con el consumo de alimentos no incluidos en la DM.

DM= dieta mediterránea

Todos los participantes asistieron a todas las sesiones, con el objetivo de estandarizar la dieta de la muestra, para evitar que los hábitos alimentarios fueran un potencial factor de confusión de los resultados obtenidos como efecto.

#### 4.5. VARIABLES DE ESTUDIO

##### 4.5.1. Composición corporal

Las mujeres fueron perfiladas por antropometristas acreditados por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) de Nivel 2 y 3 de acuerdo con las pautas de ISAK (155). Los pesos y las alturas de todos los participantes se midieron utilizando básculas calibradas electrónicas de alta calidad y un estadiómetro montado en la pared, respectivamente. Ambas medidas se determinaron con los participantes vistiendo ropa ligera y sin zapatos. Con el peso en

kilogramos y la altura en centímetros, el índice de masa corporal (IMC) se calculó como  $\text{peso}/\text{talla}^2$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Usando la clasificación de la Organización Mundial de la Salud, el IMC se interpretó de la siguiente manera: <18,5, bajo peso; 18,5-24,99, peso normal; 25-29,9, sobrepeso; y >30, obeso).

Se utilizó un antropómetro móvil para determinar la altura al milímetro más cercano (Seca 213, SECA Deutschland, Hamburgo, Alemania), con la cabeza del participante en la posición del Plano Horizontal de Frankfort. Los perímetros corporales se midieron por triplicado (con un promedio posterior) con una cinta antropométrica. La circunferencia de la cintura se midió a medio camino entre la última costilla y la cresta ilíaca mediante una cinta antropométrica. La circunferencia de la cadera se tomó horizontalmente en la máxima extensión del glúteo (mayor protrusión posterior). Con el resultado de ambas mediciones se calculó la relación cintura-cadera. Se midieron todas las circunferencias incluidas en el perfil ISAK completo (155). Los pliegues cutáneos (subescapular, tricípital, bicípital, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna media) se obtuvieron con un calibrador de pliegues cutáneos Holtain. También se midieron tres diámetros óseos, utilizando un paquímetro de diámetro óseo pequeño (Smartmet, Jalisco, México; precisión, 1 mm). El error técnico medio para las circunferencias, longitudes y alturas fue inferior al 1% y para los pliegues cutáneos inferior al 5%. La suma de 6 pliegues se calculó a partir de los pliegues tricípital, subescapular, supraespinal, abdominal, del muslo y de la pierna. El resto de las medidas se utilizaron para calcular la masa muscular, basándose en el modelo de cinco componentes propuesto por Kerry Ross (156).

El objetivo de las mediciones era poder calcular la composición corporal en base al modelo de cinco componentes (masa grasa, masa residual, masa ósea, masa muscular y piel) propuesto por Kerry Ross (156). Este modelo es autoevaluativo porque la suma de todos los elementos (peso estructurado) debe ser igual al peso real de la persona. Es importante señalar que este modelo no calcula el porcentaje de grasa sino el porcentaje de adiposidad. En pocas palabras, se podría decir que la grasa es la fracción lipídica contenida en el adipocito, mientras que la adiposidad sería la fracción lipídica más las células adiposas (es

decir, la fracción lipídica más agua, minerales, proteínas, etc.). Por tanto, el porcentaje de grasa no es intercambiable con el porcentaje de adiposidad, siendo este último un 5-10% superior.

El índice músculo/hueso se calculó como tejido muscular dividido por tejido óseo en kilogramos (músculo/hueso). El análisis y distribución del somatotipo se realizó a través del método propuesto por Heath y Carter (157).

#### **4.5.2. Imagen corporal**

El Cuestionario de forma corporal, BSQ-34, es una medida de autoinforme de 34 ítems sobre la forma corporal y la preocupación por el peso desarrollada inicialmente para descubrir la alteración de la imagen corporal entre las mujeres (158). El cuestionario hace preguntas como "¿Se ha sentido avergonzado de su cuerpo?" y "¿Ha estado tan preocupado por su forma que ha sentido que debe hacer dieta?". Cada ítem se puntúa del 1 al 6 ('Nunca' = 1 y 'Siempre' = 6) y la puntuación total posible es 204. Los puntos de corte brutos han propuesto que <81 se correlaciona con ningún deterioro de la imagen corporal, 81-110 con deterioro leve de la imagen corporal, 111-140 con deterioro moderado y >140 con deterioro severo; sin embargo, no existe un nivel validado entre "normal" y "anormal" (158), y las puntuaciones se analizaron como datos categóricos y continuos.

#### **4.5.3. Adherencia a la dieta mediterránea**

Para determinar el grado de adherencia a la DM se utilizó un cuestionario breve de 14 ítems, validado para población española y utilizado por el grupo de Prevención de DM (Predimed) (159). Para la puntuación se asignó un valor de +1 a cada ítem con connotación positiva (respecto a la desviación media, DM) y -1 a los ítems con connotación negativa. A partir de la suma de los valores obtenidos para los 14 ítems, se estableció el grado de adherencia, estableciéndose dos niveles diferentes: si la puntuación total es  $\geq 9$ , la dieta tiene un nivel de adherencia satisfactorio; y si la puntuación total es  $< 9$ , la dieta tiene un bajo nivel de adherencia.

#### 4.5.4. Percepción del apoyo a la autonomía

El Autonomy-Supportive Coaching Questionnaire (ASCQ) (160) se utilizó para medir la percepción de apoyo a la autonomía. Este cuestionario consta de nueve ítems y evalúa dos formas de apoyo a la autonomía: interés en las contribuciones de los profesionales y elogios por el comportamiento autónomo. Las respuestas a estos ítems se realizan en una escala tipo Likert de 7 puntos, siendo 1 (nada cierto) y 7 (muy cierto). Las puntuaciones más altas indican una mayor autonomía. El análisis de consistencia interna se realizó utilizando el alfa de Cronbach, 0,908 para la escala de interés en la opinión del atleta y 0,902 para la evaluación del comportamiento autónomo.

#### 4.5.5. Necesidades psicológicas

Para evaluar las necesidades psicológicas se utilizó la Escala de Necesidades Psicológicas Básicas en Ejercicio (BPNES) (161) en su versión en español (162). Este cuestionario consta de 12 ítems con tres subescalas: autonomía, competencia y relación. La puntuación de este cuestionario se obtuvo a partir de la respuesta a los ítems a través de una escala tipo Likert que va desde 1 (muy en desacuerdo) hasta 5 (muy de acuerdo). Las puntuaciones más altas significan niveles más altos de autonomía, competencia y relaciones con los demás. La confiabilidad de las subescalas del cuestionario mostró  $\alpha$  de Cronbach = 0,953 para la autonomía,  $\alpha$  = 0,955 para la competencia y  $\alpha$  = 0,955 para la relación con los demás.

#### 4.5.6. Motivación intrínseca

El Inventario de Motivación Intrínseca (IMI) (163,164) es una escala multidimensional que evalúa estructuras motivacionales para actividades específicas (deportes, escuela, tareas de laboratorio, etc.). Está compuesto por 45 ítems divididos en 6 subescalas: "interés/disfrute", "competencia percibida", "esfuerzo/importancia", "presión/tensión", "elección percibida", "valor/utilidad" y "relación". El cuestionario se puntúa en una escala tipo Likert de 7 puntos, siendo 1 (totalmente en desacuerdo) y 7 (totalmente de acuerdo). Las puntuaciones de cada subescala se obtienen promediando los diferentes ítems.

Las puntuaciones más altas significan una mayor motivación. El cuestionario de consistencia interna del IMI presentó coeficientes alfa de Cronbach de 0,931 y 0,903 para las subescalas de disfrute y esfuerzo, respectivamente.

#### **4.5.7. Actividad física autopercebida**

El Cuestionario Internacional de actividad física (IPAQ) (165,166) versión larga es un cuestionario de 27 elementos que se utiliza para evaluar la actividad física de los sujetos e incluye una amplia gama de actividades físicas. Se incluyen todas las actividades realizadas durante los 7 días anteriores: actividad física ocupacional; transporte actividad física; tareas del hogar, limpieza y cuidado de la familia; actividad física recreativa, deportiva y de ocio; y el tiempo que pasa sentado o no está activo (165), de modo que las puntuaciones más altas indican un mayor nivel de actividad.

#### **4.5.8. Autonomía funcional**

Para evaluar la autonomía funcional se utilizó el protocolo del Grupo de Desarrollo Latinoamericano para la Madurez (GDLAM) (167). Define la autonomía funcional abarcando tres aspectos: autonomía de acción que se relaciona con la noción de independencia física; autonomía referida a la posibilidad de autodeterminación y autonomía que permite a la persona juzgar cualquier situación. El protocolo GDLAM está compuesto por las siguientes cinco pruebas:

- 1) Marcha de 10 m (10 mW); el objetivo de esta prueba es evaluar la velocidad del individuo para recorrer 10 m.
  
- 2) Levantarse desde una posición sentada (GSP); la prueba tiene por objeto evaluar la capacidad funcional de la extremidad inferior. El individuo, partiendo de una posición sentada en una silla, sin el apoyo de los brazos, con el asiento a 50 cm del suelo, se levanta y se sienta 5 veces consecutivas.

3) Levantarse de la posición de decúbito prono (GPP); El objetivo de esta prueba es evaluar la capacidad del individuo para levantarse del suelo. Partiendo de la posición inicial de decúbito ventral, con los brazos a lo largo del cuerpo, tras dar la orden, el sujeto debe levantarse y ponerse de pie lo más rápidamente posible.

4) Levantarse de una silla y desplazarse por la casa (GCMH); El objetivo es evaluar la capacidad del individuo, en relación con la agilidad y el equilibrio, en situaciones comunes del día a día. Con una silla fija en el suelo, deben colocarse 2 conos en diagonal y detrás de la silla, a 4 metros hacia atrás y a los lados derecho e izquierdo de la silla. El individuo comienza la prueba sentado en la silla, con los pies levantados del suelo y, a la orden del observador, se levanta, va hacia la derecha, rodea el cono, vuelve a la silla, se sienta y levanta ambos pies del suelo. Sin apenas descansar, realiza el mismo movimiento hacia la izquierda.

5) Ponerse y quitarse una camiseta (PTS): el individuo debe estar de pie con los brazos a lo largo del cuerpo y una camiseta en una de las manos. A la señal de voz de "Ya", el individuo debe ponerse la camiseta e inmediatamente quitársela, volviendo a la posición inicial. Esta prueba pretende medir la agilidad y la coordinación del miembro superior.

Todas las pruebas se realizaron individualmente y se repitieron dos veces diferentes con un intervalo mínimo de 5 minutos, registrándose el tiempo más bajo de las dos pruebas. Después de realizar esta batería de pruebas, se calcula el índice GDLAM (GI), donde cuanto menor sea el valor de la puntuación, mejor será el resultado, utilizando la siguiente fórmula  $GI = [(W10 m + GSP + GPP + PTS) \times 2] + GCMH / 4$ . Todas las pruebas se midieron utilizando el tiempo en segundos. Clasifica a los sujetos como: GDLAM débil, con cifras de  $> 28,54$ ; regular, entre 28,54 y 25,25; bueno, entre 25,24 y 22,18, y muy bueno, por debajo de 22,18 puntos.



#### 4.5.9. Fuerza isométrica miembros superiores

La fuerza de agarre manual de los miembros superiores se midió mediante un dinamómetro ajustado para cada tipo de mano y en una escala de 0 a 100 kg. El individuo se encontraba en posición ortostática (de pie y erguido) con el brazo a un lado del cuerpo y con el lado dominante realizaba el agarre (168). Los participantes realizaron una repetición en cada mano para familiarizarse con el dispositivo y la prueba. Se pidió a cada participante que apretara el agarre con la máxima fuerza durante 3 s con la mano dominante. Se consideró para el análisis la mayor fuerza máxima (kg) registrada entre los tres intentos. Para ello se utilizó un dinamómetro digital de fuerza de agarre (TKK 5401; Takei Scientific Instruments Co., Ltd., Tokio, Japón).





#### 4.5.10. Fuerza isométrica miembros inferiores

La fuerza isométrica del cuádriceps se realizó con la prueba de fuerza isométrica máxima con célula de carga (169,170). Para determinar la fuerza isométrica máxima de extensión de la rodilla, se evaluó a los participantes mientras estaban sentados con un ángulo de rodilla y cadera de 90°. A los participantes sentados en una máquina de extensión de rodilla se les indicó que empujaran lo más fuerte posible durante tres segundos mientras se les proporcionaba un estímulo verbal. La prueba de extensión se evaluó con un transductor de fuerza de célula de carga (Musclelab, Ergotest, Noruega) que tomaba muestras a 1000 Hz. Los sujetos realizaron tres pruebas de IKE con 2 minutos de descanso entre ellas. Se recogió la fuerza máxima en Newton (Nw).



#### 4.5.11. Estabilidad

La prueba de equilibrio estático en bipedestación tiene como objetivo mantener la verticalidad del cuerpo en situaciones estáticas. La forma de evaluar el equilibrio en personas mayores es la propuesta por Onambele, Narici y Maganaris (171). Se realizaron tres tipos de equilibrio 1) postura bípeda, 2) postura con una sola pierna y 3) postura en tándem, todas ellas con los ojos abiertos. Se utilizó una plataforma de fuerza (placa de fuerza MuscleLab, 200Hz/1kHz, Ergotest Technology a.s., Stathelle, Noruega), que actuaba como interruptor, ya que son muy útiles para registrar los tiempos de contacto entre apoyos. Las sujetos estuvieron descalzas durante todo el ejercicio y se les pidió que permanecieran en silencio con las manos colgando libremente a ambos lados, mirando de frente a un objetivo (círculo negro de 15 cm de diámetro sobre fondo blanco) colocado a la altura de los ojos, a ~3 m de distancia.



#### 4.5.12. Resistencia aeróbica

Se utilizó la prueba de caminata de 6 minutos (172). Las mujeres caminaron (sin correr) la mayor distancia posible durante 6 minutos, en un recorrido de 45,72 metros marcado en segmentos. Se realizó en una sala cerrada y bien iluminada sobre una superficie antideslizante. Las mujeres que lo necesitaban se detenían para descansar y reanudaban la prueba. El evaluador avisaba cuando quedaban 3, 2 y 1 minutos. El resultado se registraba como metros totales caminados.

#### 4.5.13. Flexibilidad

Para medir la flexibilidad se utilizó la prueba de flexibilidad Chair Sit and Reach (173) en su versión adaptada y validada para adultos mayores (174). Se utilizó una silla de 45 cm de altura (17 pulgadas) con respaldo y fijada a la pared para evitar que se moviera, así como una cinta métrica. Los participantes se sentaron en el borde de la silla apoyando un pie en el suelo con la pierna flexionada a la anchura de la cadera y la otra pierna recta con el pie en flexión

dorsal de 90°. Estiraron los brazos por delante de la pierna recta con una mano encima de la otra y las palmas hacia abajo, intentando tocar o solapar la punta de los dedos del pie con el dedo corazón, manteniendo la posición de máxima flexión del tronco durante dos segundos, manteniendo la columna vertebral lo más recta posible y la cabeza en alineación normal con la columna (no acalambrada).

#### 4.5.14. Satisfacción con la vida

La escala de satisfacción con la vida (SWLS) es una escala de 5 ítems que evalúa la satisfacción con la vida (175). Las respuestas se clasifican en una escala Likert de 7 puntos. Se ha comprobado que esta escala tiene propiedades psicométricas favorables, incluyendo una alta consistencia interna y fiabilidad, y se ha utilizado sistemáticamente para medir la satisfacción con la vida en varios países (176,177).

#### 4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el software Jamovi 1.1.3.0 para realizar todos los análisis estadísticos. Se calcularon estadísticas descriptivas (media  $\pm$  desviación estándar) para todas las variables y se probó la distribución de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se realizaron pruebas t de muestras independientes para comparar los valores iniciales entre los grupos. Posteriormente, se realizó la prueba de Levene de igualdad de varianzas y análisis de covarianza (ANCOVA) (modelo lineal general; tiempo  $\times$  grupo) con el índice de masa corporal (IMC) como covariable para analizar los efectos de la intervención en las valoraciones. Para los efectos de interacción tiempo  $\times$  grupo, se calcularon los tamaños del efecto eta cuadrado parcial ( $\eta^2$ ) ( $\eta^2 \geq 0,01$ , indica un efecto pequeño,  $\geq 0,059$  un efecto medio y  $\geq 0,138$  un efecto alto). Si se encontraron efectos principales significativos, se realizaron pruebas post hoc (Bonferroni). El nivel de significación estadística se fijó en  $p \leq 0,05$ . Finalmente, el tamaño del efecto (ES) se calculó siguiendo las pautas de Cohen (178). El ES se interpretó como pequeño si obtenía valores entre 0,2-0,5, moderado si 0,5-0,8 y grande cuando  $>0,8$ .



## **V - RESULTADOS**



## V - RESULTADOS

### 5.1. ESTUDIO 1

La calidad metodológica de los estudios se evaluó con la escala PEDro. Dos autores (AM-R. y BJC-C.) evaluaron el riesgo de sesgo de forma independiente. El propósito de la escala PEDro es ayudar a identificar rápidamente cuál de los ensayos clínicos aleatorizados puede tener suficiente validez interna (criterios 2–9) e información estadística suficiente para que sus resultados sean interpretables (criterios 10–11). Un criterio adicional (criterio 1) se relaciona con la validez externa (179).

El primer ítem de la escala PEDro no fue considerado en esta revisión, ya que se relaciona con la evaluación de la validez externa de los estudios. Por lo tanto, solo se seleccionaron los ítems 2 a 11 para el análisis de la calidad metodológica. En consecuencia, la puntuación máxima de un artículo no podrá ser superior a 10 puntos y la puntuación mínima podrá ser de 0 puntos. La tabla 4 muestra los resultados de la calidad metodológica de los estudios medidos por la escala PEDro.

Tabla 4. Evaluación de la calidad metodológica (escala PEDro).

Lead Author, Year	1. Selection Criteria	2. Random Assignment	3. Hidden Assignment	4. Similar Groups	5. Blinded Subjects	6. Blinded Therapists	7. Blinded Evaluators	8. Adequate Follow-up	9. Intention to Treat	10. Comparison between Groups	11. Punctual Measures of Variability	Total Score
Ducan et al., 2014 [27]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	8
McCormark et al., 2013 [28]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Yes	7
Verschuuren et al., 2010 [29]	Yes	Yes	No	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	7
Sillanpää et al., 2010 [30]	Yes	Yes	No	Yes	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	6
Dawson-Hughes et al., 2010 [31]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	9
Norager et al. 2005 [32]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	no	No	Yes	Yes	Yes	8
Flakoll et al., 2004 [33]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
Laaksonen et al., 1995 [34]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	9

Las calificaciones de puntaje de la escala PEDro no han sido validadas, pero es muy deseable que seis de los estudios tengan un puntaje entre 8 y 9 sobre 10 y que cuatro estudios tengan un puntaje entre 6 y 7 sobre 10. Esto significa que



todos los estudios analizados en esta revisión fueron de calidad moderada a alta, con puntajes mayores o iguales a 6/10 en la escala PEDro, por lo que tienen una fuerte validez interna.

En cuanto a los estudios que examinaron tanto a mujeres como a hombres, algunos realizaron una intervención de entrenamiento, pero otros realizaron intervenciones específicas de pruebas de resistencia. En cuanto a las estrategias nutricionales y de suplementación, cada estudio realizó diferentes intervenciones.

Dos de los estudios (180,181) realizaron la intervención con cafeína, aunque con dosis diferentes, y ambos obtuvieron resultados beneficiosos para los participantes. McCormack y cols. (2013) (182), utilizando un suplemento nutricional alto en proteínas y dos cantidades diferentes de beta-alanina, obtuvieron buenos resultados a considerar. Dawson-Hughes y cols. (2010) (183), realizaron una intervención con bicarbonato de sodio, potasio o cloruro de sodio y obtuvieron resultados positivos en mujeres, pero no en hombres. No se encontraron resultados significativos en términos de composición corporal en ninguno de los estudios analizados.

En cuanto a los estudios realizados solo en mujeres, las estrategias nutricionales seguidas fueron dispares. No se obtuvieron resultados beneficiosos tras la suplementación con vitamina D, tampoco siguiendo las recomendaciones nutricionales finlandesas de  $47 \pm 6$  % de carbohidratos,  $19 \pm 3$  % de proteínas y  $32 \pm 4$  % de grasas. Flakoll y cols. (184) realizaron una intervención con una mezcla de nutrientes específicos —beta-hidroxietil metil butirato (HMB), lisina y arginina— y obtuvo resultados beneficiosos en mujeres mayores.

En ambos sexos, la suplementación con cafeína y la suplementación con un suplemento rico en proteínas y beta-alanina son beneficiosas para las personas mayores que realizan ejercicios de resistencia. El bicarbonato de sodio, el potasio o el cloruro de sodio tienen beneficios solo en mujeres, reduciendo la excreción de nitrógeno y reduciendo la pérdida de rendimiento y masa muscular, al igual que la suplementación con HMB, lisina y arginina, mejorando la función muscular, la fuerza y la síntesis de proteínas. La suplementación con vitamina D, siguiendo las

pautas nutricionales finlandesas, y la suplementación con ubiquinona no tuvieron un efecto de aumento de la resistencia en la población de mayor edad.

## 5.2. ESTUDIOS 2,3 Y 4

La tabla 5 muestra los estadísticos descriptivos de cada uno de los grupos, con la comparación entre grupos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimental y control en cuanto a altura y peso. En todos los casos, el grupo experimental presenta valores más altos.

Tabla 5. Características basales de las participantes

Variables	Intervention Group (n = 17)		Control Group (n = 17)		Baseline Differences		
	Baseline		Baseline		t	p	ES
	Mean	SD	Mean	SD			
Age (Years)	69.6	5.0	67.7	6	1.257	.218	.431
Height (cm)	162.0	7.9	154.0	5.4	3.347	.002	.148
Weight (kg)	75.3	12.8	66.9	10.2	2.122	.042	.728
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28.8	4.7	28.2	4.2	0.385	.703	.132

BMI= body mass index; cm= centimeters; kg= kilograms; m= meters; SD= Standard deviation; t = t value; p = p value; ES = Effect size

### 5.2.1. Estudio 2

#### 5.2.1.1. Composición corporal

En la tabla 6 se muestran los estadísticos descriptivos (media  $\pm$  desviación estándar) de todas las variables de composición corporal. Además, ofrece un resumen de los estadísticos del ANCOVA.

El análisis muestra que hubo una diferencia significativa tiempo  $\times$  grupo en el porcentaje de masa grasa ( $p = 0,001$ ) y masa muscular ( $p = 0,001$ ). El análisis post hoc mostró una disminución de porcentaje de masa grasa entre el momento pre y post intervención en el grupo experimental ( $p < 0,001$ ) y un aumento en el grupo de control ( $p < 0,001$ ).

En cuando al sumatorio de pliegues, se observó una disminución de la suma de pliegues en el grupo experimental ( $p < 0,001$ ) y un aumento en el grupo control ( $p < 0,001$ ). Además, hubo diferencias significativas entre ambos grupos después de la intervención ( $p = 0,014$ ).

También hubo un aumento en los kilogramos de masa grasa ( $p < 0,001$ ) y en el porcentaje de masa muscular ( $p < 0,001$ ) para el grupo experimental ( $p < 0,001$ ) y disminuciones para el grupo de control ( $p < 0,001$ ). En cuanto a los kilogramos de masa muscular, sólo hubo diferencias estadísticamente significativas en el grupo experimental; produciéndose un aumento ( $p = 0,001$ ) de la masa muscular en términos de peso. Sin embargo, también hubo diferencias entre los grupos de control y experimental en el momento post-intervención ( $p = 0,001$ ) para esta variable. El grupo experimental presentaba valores superiores.

En cuanto a las variables del somatotipo, se observó un aumento de la mesomorfia ( $p < 0,001$ ) y una disminución de la endomorfia ( $p = 0,040$ ) en el grupo experimental. En el grupo de control, se observó una disminución significativa de la mesomorfia ( $p = 0,031$ ). No se encontraron efectos significativos para ninguna otra variable.

Tabla 6. Valores descriptivos (media ± desviación estándar) y comparación (ANCOVA) de las variables de composición corporal.

Variables	Intervention Group (n = 17)				Control Group (n = 17)				Effect Time		Effect Time × Group				
	Baseline		Post		Baseline				F	η <sup>2</sup> <sub>p</sub>	F	p	η <sup>2</sup> <sub>p</sub>		
	M	D	M	D	M	D	M	D							
Body Composition															
Weight (kg)	7	2.8	7	3.2	6	6.9	6	7.4	0.3	.065	.310	.033	0.329	.570	.011
Σ 6 skinfolds	1	9.7	1	13	1	40	1	51	1.6	.86	.182	.053	5.36	.001	.435
% fat mass	3	2.5 *	2	9.5	3	4.2	3	6.5	1.9 *	.205	.654	.007	8.649	0.001	.654
% residual mass	1	1.8	1	2.1	1	0.6	1	0.3	.2	.319	.577	.010	0.434	.515	.014
% muscle mass	4	0.5	4	3.0	4	1.6	3	9.6	1.7 *	.160	.291	.036	0.09	0.001	.618
% bone mass	1	0.2	1	0.2	8	.5	8	.5	.9	.164	.151	.065	0.194	.662	.006
% skin kg fat	5	.1	5	.15	5	.0	5	.1	.5 #	.526	.041	.127	3.827	.060	.110
kg fat	2		2		2		2			1		0	5	<	

mass	4.5	.2 *	2.4	.3 *	2.9	.3 *	4.7	.7 *	.110	.300	.035	9.27	0.001	.657
kg	3		3		2		2		0	0	2		<	
muscle mass	0.5	.6 *	2.5	.1 *	7.8	.7	6.6	.5	.140	.710	.005	2.118	0.001	.416
kg	8		9		7		6		1	0	2		0	
residual mass	.9	.3	.1	.1	.2	.8	.9	.6	.330	.258	.041	56	.120	.076
kg	7		7		5		5		3	0	0		0	
bone mass	.6	.2	.7	.2	.7	.9	.7	.9	.218	.083	.094	441	.511	.014
kg skin	3		3		3		3		4	0	0		0	
	.8	.6	.8	.6	.3	.3	.4	.3	.120	.051	.117	202	.656	.006
Waist	8		8		8		8		1	0	0		0	
	8.5	1.5	8.3	1.5	9.6	.91	8.7	0.2	.256	.27	.037	646	.427	.019
Hip	1		1		1		1		0	0	2		0	
	04	1.4	04	1.7	03	.48	04	.59	.207	.652	.006	126	.154	.061
Thigh	4		5		4		4		2	0	2		0	
	9.3	.68	0.4	.64	9.2	.03	9.2	.48	.52	.122	.071	18	.149	.062
WHR	0		0		0		0		0	0	4		0	
	.9	.1	.9	.1	.9	.1	.9	.1	.297	.590	.009	377	.055	.124
Endomorph	5		5		6		6		0	0	1		<	
	.79	.72*	.45	.67*	.57	.22	.90	.50	.000	.977	.001	5.0	.001	.011
Mesomorph	4		5		5		5		5	0	4		<	
	.87	.26*	.41	.41*	.28	.56*	.03	.40*	.65	.023	.003	3.01	.001	.021
Ectomorph	0		0		0		0		0	0	0		0	
	.59	.69	.56	.60	.46	.47	.45	.47	.580	.451	.017	183	.672	.005

---

BMI = Body Mass Index; kg = kilograms; WHR: waist-hip ratio; SD = Standard deviation;  $t = t$  value;  $p = p$  value;  $\eta^2p$  = Partial eta-squared; Mean differences are considered significant when  $p < 0.05$ ; # differences in time; \* differences in time x group.

### 5.2.1.2. Imagen corporal

En la tabla 7 se muestran los estadísticos descriptivos (media± desviación estándar) de los resultados obtenidos del cuestionario de imagen corporal. No hay diferencias entre grupos, tampoco entre diferentes momentos de tiempo. Como se ha comentado previamente; los puntos de corte brutos han propuesto que <81 se correlaciona con ningún deterioro de la imagen corporal, 81–110 con deterioro leve de la imagen corporal, 111-140 con deterioro moderado y >140 con deterioro severo. En vista de los resultados obtenidos, ninguna de las participantes tenía un deterioro de la imagen corporal.

Tabla 7. Resultados del cuestionario BSQ.

Intervention Group (n = 17)				Control Group (n = 17)				Effect					
Baseline		Post		Baseline				Time	Time × Group				
Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	$\eta^2p$	$\eta^2p$				
Body Image													
2.4	7.1	5.9	2.7	7.4	0.4	3.6	0.9	.050	.162	.062	.482	.493	.015

SD = Standard deviation; t = t value; p = p value;  $\eta^2p$  = Partial eta-squared

### 5.2.1.3. Adherencia a la dieta mediterránea

Respecto a la dieta mediterránea, los resultados se muestran en la tabla 8. No se observan diferencias significativas ni entre grupos ni entre diferentes momentos de tiempo. Destacar que antes de la intervención el grupo control presentaba una mayor adherencia a la dieta mediterránea, sin embargo, los resultados del post muestran que la adherencia del grupo experimental aumentó. De forma general el total de la muestra presentaba una baja adherencia a la dieta mediterránea, ya que las puntuaciones fueron menores a 9 puntos.

Tabla 8. Resultados del cuestionario Predimed.

Intervention Group				Control Group (n =				Effect	
--------------------	--	--	--	--------------------	--	--	--	--------	--

(n = 17)		17)		Time	Time × Group
Baseline	Post	Baseline			
Mean	SD	Mean	SD	t	p
Mediterranean Diet					
.7	.0	.9	.36	.1	.1
				.5	.3
				.198	.659
				.006	.128
				.087	.092

SD = Standard deviation; t = t value; p = p value; η<sup>2</sup>p= Partial eta-squared

5.2.2. Estudio 3

5.2.2.1. *Percepción de apoyo a la autonomía, motivación intrínseca, necesidades psicológicas y actividad física autopercebida.*

La tabla 9 presenta las estadísticas resumidas del análisis ANCOVA, para las variables percepción de apoyo a la autonomía, motivación intrínseca, necesidades psicológicas y actividad física auto-percibida.

El análisis principal del presente estudio muestra que hubo una diferencia significativa de tiempo × grupo (p < 0,001) en todas las variables analizadas. En todos los casos, los resultados son mejores en el grupo intervención. En el caso del grupo de control, no hubo diferencias entre el pre y el post en ninguna de las variables estudiadas, como se muestra en la figura 4 y tabla 9.

Tabla 9. Comparación de características al inicio y después de la intervención (ANCOVA).

	Effect time				Effect time * Group				
	M	D	E		D	E		p	
ACSQ Interest in the athlete's opinion	1	.43	.75	.90	.066	.36	.38	.76	<.001
ACSQ Assessment of autonomous behavior	0	.629	.74	.85	.403	2.26	.22	0.4	<.001



BPNES Autonomy	-								< .001
	0.629	.34	1.87	.070	2.15	.62	9.55		
BPNES Competence	-								< .001
	0.743	.33	2.24	.032	3.22	.531	4.89		
BPNES Relationship with others	-								< .001
	1.29	.47	2.73	.010	3.31	.687	9.39		
IMI Enjoyment	-								< .001
	2.40	.69	3.47	.001	3.15	.859	6.96		
IMI Effort	-								< .001
	0.829	.46	1.80	.080	6.31	.804	0.29		
IPAQ	-								0.001
	0.314	.15	2.05	.049	.008	.254	0.70		

ACSQ = Autonomy-Supportive Coaching Questionnaire; BPNES = Basic Psychological Needs in Exercise Scale; IMI = Intrinsic Motivation Inventory; IPAQ = International physical activity questionnaire. Mean differences were significant at  $p < 0.05$ ; SE = effect size;  $t = t$  student.

En el grupo de intervención se observaron diferencias significativas en la mayoría de los cuestionarios utilizados, excepto en el ASCQ. En ninguna de las dos escalas, "Interés por la opinión del deportista" y "Valoración de la conducta autónoma" se observan diferencias significativas en el grupo experimental. En el grupo de control se obtuvieron las puntuaciones mínimas.

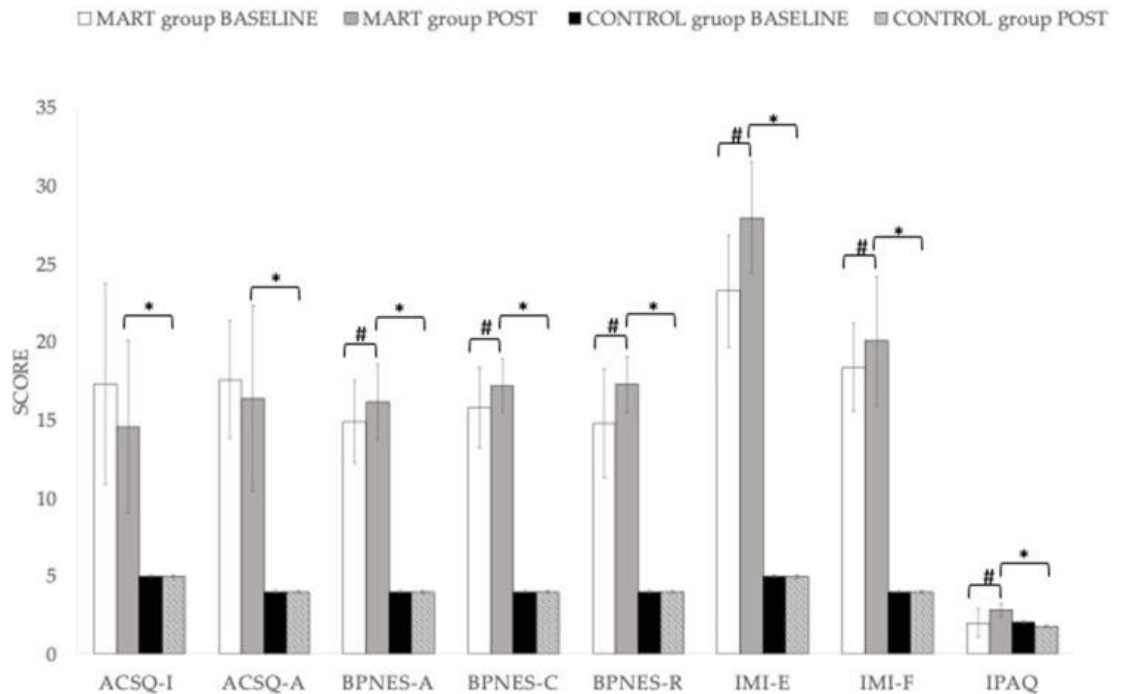


Figura 4. Sample characteristics at baseline and post-intervention. ACSQ-I = ACSQ Interest in the athlete's opinion; ACSQ-A = Assessment of autonomous behavior; BPNES-A = Basic Psychological Needs in Exercise Scale—Autonomy; BPNES-C = Basic Psychological Needs in Exercise Scale—Competence; BPNES-R = Basic Psychological Needs in Exercise Scale—Relationship with others; IMI-E = Intrinsic Motivation Inventory—Enjoyment; IMI-F = Intrinsic Motivation Inventory—Effort; IPAQ = International Physical Activity Questionnaire; \* = Significant difference between MART group vs. control group; # = Significant difference baseline vs. final. Differences were significant at  $p < 0.005$ .

En la Escala de Medición de Necesidades Psicológicas Básicas (BPNES) se analizaron tres subescalas: autonomía, competencia y relación con los demás. Las diferencias fueron significativas en los 3 casos ( $p < 0,05$  en autonomía y competencia y  $p = 0,001$  en relación con los demás), obteniéndose mejores puntuaciones tras la intervención que previamente.

En cuanto a la escala IMI, también se obtuvieron diferencias significativas en ambas subescalas. El nivel de actividad física también mejoró

significativamente, obteniéndose mayores puntuaciones en el IPAQ tras la intervención que antes ( $p < 0,001$ ).

### 5.2.3. Estudio 4

#### 5.2.3.1. *Autonomía funcional*

En cuanto al nivel de autonomía funcional, ambos grupos presentaron una autonomía funcional de regular a buena según los valores de referencia (tabla 10). Tras la intervención, se observó que el grupo experimental mejoró significativamente su capacidad funcional ( $p < 0,001$ ). Además, tras la intervención, se observaron valores significativamente menores en el grupo experimental ( $p = 0,001$ ) y, por tanto, un mayor grado de autonomía funcional.

Teniendo en cuenta que el índice del GDLAM fue diseñado para representar el grado de autonomía funcional en las personas mayores, y que el envejecimiento saludable depende del nivel de estado funcional, parece que el ejercicio físico aumenta esta capacidad.

#### 5.2.3.2. *Fuerza isométrica*

Para la prueba de agarre de la mano (tabla 10), se observaron diferencias significativas tanto en la mano dominante como en las no dominante, tanto a lo largo del tiempo como entre los grupos.

En el grupo experimental, se observó un aumento significativo tanto en la mano dominante ( $p < 0,001$ ) como en la no dominante ( $p < 0,001$ ) después de la intervención. Además, se observaron diferencias significativas después de la intervención entre los grupos, con valores significativamente más altos en el grupo experimental ( $p = 0,011$  y  $p = 0,022$ , mano dominante y no dominante, respectivamente).

Para el índice de calidad muscular (tabla 10), se observaron diferencias significativas en el grupo experimental antes y después de la intervención ( $p$

<0,001), con un valor más alto después de la intervención. Además, el grupo experimental presentó un valor significativamente mayor que el grupo de control en el momento posterior a la intervención ( $p = 0,026$ ).

En cuanto a la fuerza máxima en Newton (Nw) medida con un transductor de fuerza de célula de carga (Musclelab, Ergotest, Noruega), se observó que había diferencias significativas en el grupo de intervención después de la intervención ( $p < 0,001$ ) y entre ambos grupos en el tiempo post ( $p = 0,002$ ).

**Table 10.** Functional capacity and muscular strength variables on pre and post-training moments of the resistance training and control groups.

	Experimental group				Control group				Effect time			Effect time x Group			
	Baseline		Post		Baseline		Post		F	p	$\omega^2$	F	p	$\omega^2$	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD							
<b>GDLAM</b>															
<b>10mW (sec)</b>	6	.15	5	.06	7	.35	7	.17	6	.017	.116	0	3.88	<.001	.241
<b>GSP (sec)</b>	8	.69	8	.77	1	2.1	1	2.8	1	.287	.041	0	.45	.072	.057
<b>GPP (sec)</b>	3	.02	3	.62	0	.14	6	.08	6	.655	.020	-	.01	.912	0.024
<b>GCMH (sec)</b>	5	.67	4	1.3	5	6.3	5	3.3	5	.001	.586	0	7.8	<.001	.293
<b>PTS (sec)</b>	1	.38	1	1.2	3	4.5	1	5.6	1	.975	.175	0	.66	.038	.083

CAPÍTULO V: RESULTADOS

<b>GI GDLAM</b>	2	2	2	2	3	3	3	2	<	0	2	<	0	
	8.6	.97	4.7	.75	4.1	.40	4.2	.27	3.0	.001	.352	5.4	.001	.376
<b>HANDGRIP</b>														
<b>HG D</b>	2	2	2	7	2	2	2	1	<	0	4	<	0	
	5.5	.96	9.1	.25	3.4	.12	2.5	.75	6.6	.001	.278	0.3	.001	.492
<b>HG ND</b>	2	2	2	6	2	2	2	1	<	0	4	<	0	
	4.2	.44	6.8	.97	1.4	.91	0.8	.84	6.6	.001	.278	0.3	.001	.492
<b>MQI</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	<	0	
	.89	.26	.03	.29	.84	.15	.81	.16	.686	.414	.007	9.9	.001	.416
<b>LOAD CELL QUADRICEPS EXTENSION</b>														
<b>Max. force (N)</b>	2	3	1	2	1	1	1	<	0	5	<	0		
	21	6.7	01	13	02	0.9	78	1.9	6.3	.001	.274	5.2	.001	.572
<b>Time (sec)</b>	4	4	1	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	-
	.45	.73	.40	.75	.53	.00	.02	.14	.491	.488	0.012	.31	.578	0.011

SD= standard deviation; HG= handgrip; D= dominant; ND= no dominant; MQI= muscle quality index (handgrip strength (kg)/ BMI (kg/m<sup>2</sup>); 10M = 10 m walk; GSP= to get up from the sitting position; GPP= to get up from the ventral decubitus position; GCMH= getting up from a chair and movement around the house; PTS= put on and take off a T-shirt; sec= seconds; Max= maximum; N= newton; ω<sup>2</sup> = omega squared

### 5.2.3.3. Estabilidad

En ninguna de las tres pruebas de estabilidad postural (Figuras 5 y 6) se encontraron diferencias significativas en ninguno de los grupos.

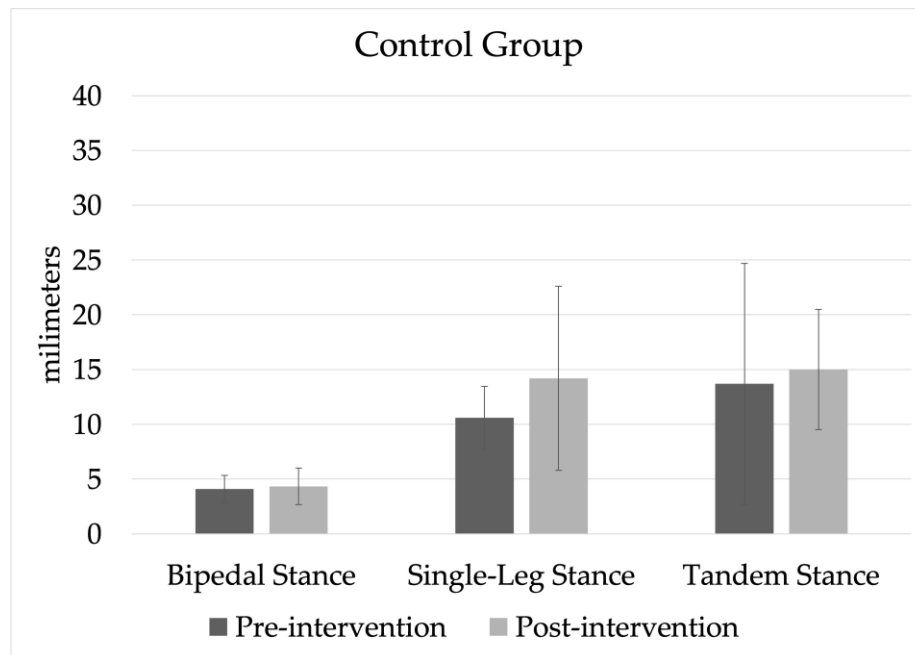


Figura 5. Pruebas de equilibrio postural en una plataforma de fuerza grupo control.

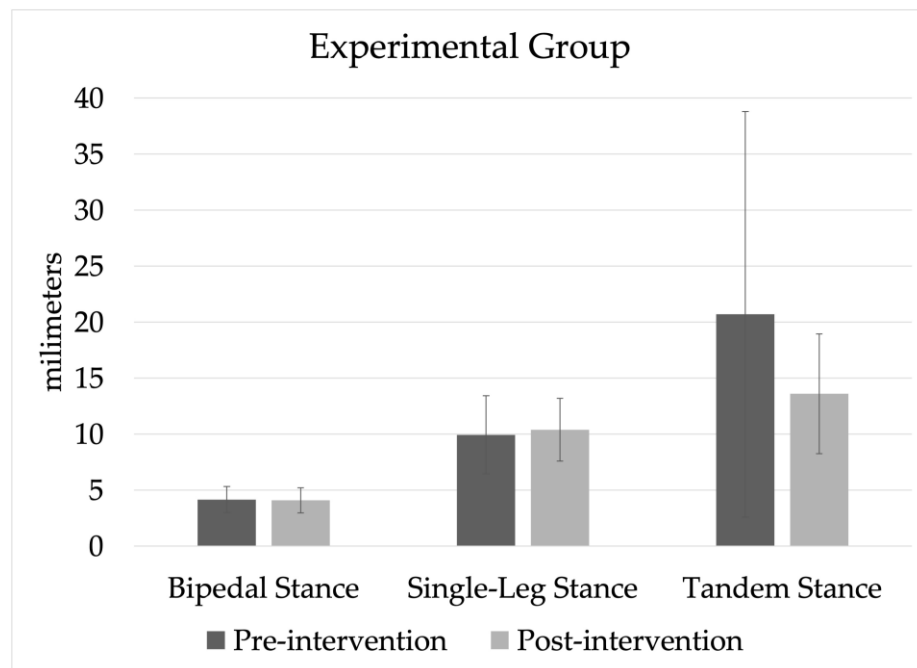


Figura 6. Pruebas de equilibrio postural en una plataforma de fuerza grupo experimental.

#### 5.2.3.4. Capacidad aeróbica

En cuanto a la resistencia (Figura 7), antes de la intervención los resultados fueron de  $530 \pm 63,9$  y  $515 \pm 89,9$  metros, para los grupos experimental y control, respectivamente. Tras la intervención, se observó un aumento significativo en el grupo experimental ( $580 \pm 56,7$ ;  $p < 0,001$ ) y una disminución en el grupo control ( $466 \pm 73,1$ ;  $p < 0,001$ ). También hubo diferencias entre los dos grupos en los momentos posteriores ( $p < 0,001$ ).



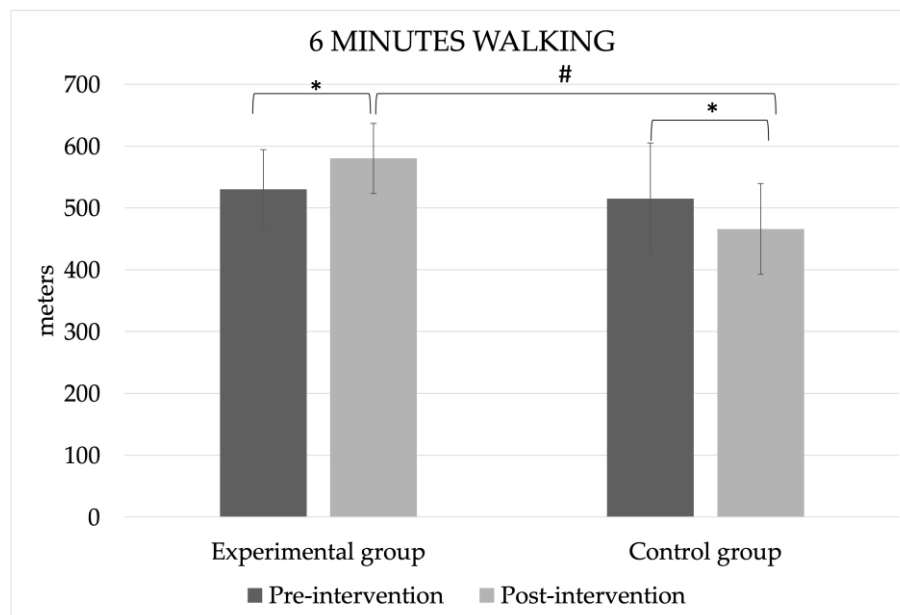


Figura 7. Resultados test resistencia. \*  $p < 0,05$  y \*\*  $p < 0,01$  por análisis intragrupo. #  $p < 0,05$ , ##  $p < 0,01$  por análisis intergrupo.

#### 5.2.3.5. Flexibilidad

Tras determinar la flexibilidad de los participantes y analizar los resultados, se observó que en el momento inicial no había diferencias significativas (Figura 8). Sólo en el grupo experimental hay un aumento significativo ( $p = 0,003$ ) después de la intervención.

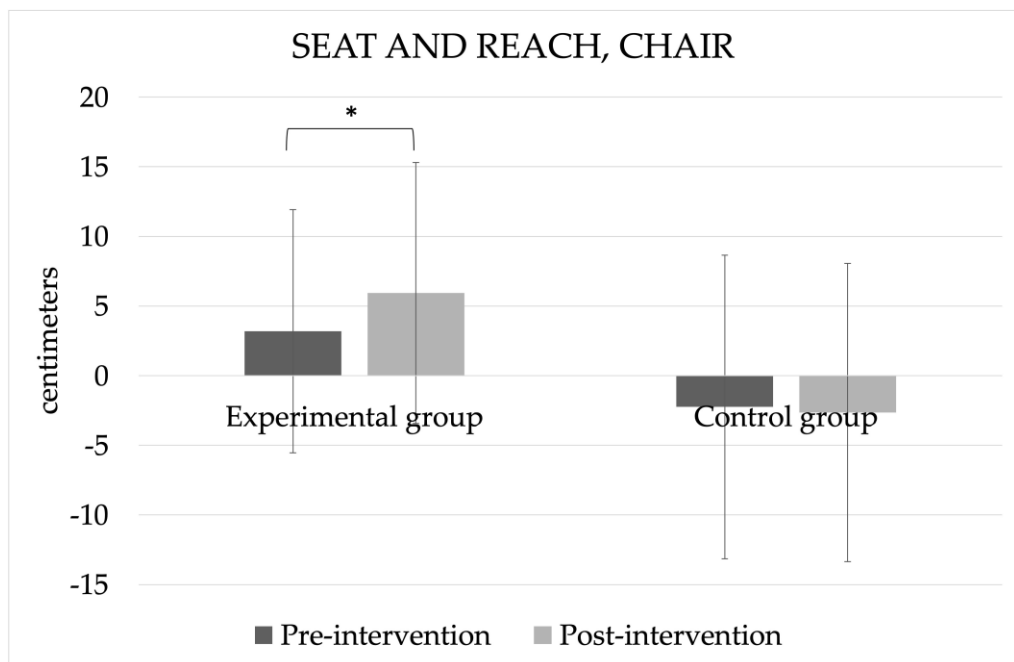


Figura 8. Resultados test flexibilidad. \*  $p < 0,05$  y \*\*  $p < 0,01$  por análisis intragrupo.

#### 5.2.3.6. Satisfacción con la vida

Las puntuaciones del SWLS pueden verse en la figura 9. No hay diferencias significativas en las puntuaciones entre los grupos ni en los distintos momentos; sin embargo, en el grupo experimental la puntuación sube ligeramente, mientras que en el grupo de control baja.

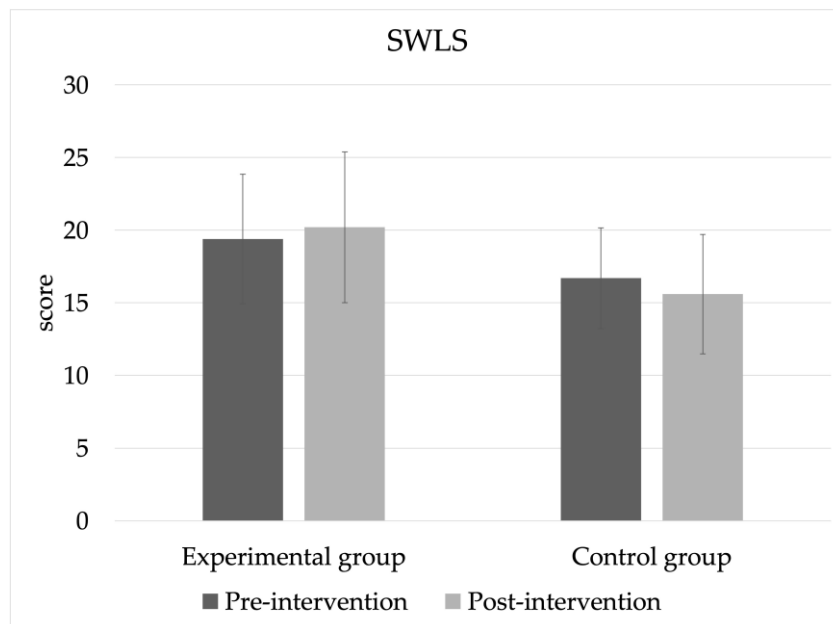


Figura 9. Resultados cuestionario satisfacción con la vida.

## **VI - DISCUSIÓN**



## VI - DISCUSIÓN

En primer lugar, tras realizar la revisión sistemática se observó que se han realizado más estudios en mujeres mayores que en hombres mayores, y los resultados demostraron que existen diferentes estrategias nutricionales que, junto con el entrenamiento de fuerza resistencia, son beneficiosas para esta población.

Los requerimientos nutricionales en los adultos mayores son difíciles de determinar debido a los cambios fisiológicos, que pueden afectar el estado nutricional. Las necesidades diarias de proteínas aumentan en los ancianos por muchas razones, como la resistencia al anabolismo, la menor disponibilidad posprandial de aminoácidos, la sarcopenia y el catabolismo de proteínas relacionado con la enfermedad (185). La evidencia sugiere recomendaciones para la ingesta óptima de proteínas para adultos mayores de 65 años, que se encuentran entre 1 y 1,2 g/kg de masa corporal/día (186–190).

El suministro de nutrientes después del ejercicio es importante para el mantenimiento del músculo esquelético (proteínas y carbohidratos). Las necesidades nutricionales de las personas mayores entrenadas y no entrenadas serán diferentes (191) y el uso de suplementos específicos también dependerá de las características individuales, como la edad, la condición física, el sexo de la persona, la práctica deportiva o la actividad realizada en un tiempo concreto y el objetivo que se busca con la ingesta del complemento (180,183,184,192) En la literatura se han encontrado varios tipos que potencialmente pueden mejorar el rendimiento o el estado de salud de las personas mayores que realizan actividades deportivas o de resistencia física. Cada suplemento tiene sus propias características y objetivos de uso y se clasificarán como estimulantes, tampones o antioxidantes.

En primer lugar, reconocida por sus propiedades estimulantes y antidepresivas se encuentra la cafeína. Esta produce una estimulación del estado

de ánimo y antisoporíferos, que reducen la fatiga y aumentan la capacidad de rendimiento físico (180,193,194). También aumenta la conversión de los lípidos de reserva en ácidos grasos libres y, por lo tanto, puede usarse como fuente de energía y ahorrar el uso de las reservas de glucógeno muscular (192).

La información sobre la dosis recomendada de cafeína para los ancianos varía entre una dosis de 200 mg y dosis relativas de 1,5 mg/kg de masa corporal a 9 mg/kg de masa corporal (195,196). Sin embargo, una dosis en el rango de 3–6 mg/kg de masa corporal se considera óptima para lograr efectos físicos y mentales (196).

El HMB, compuesto derivado de la leucina que influye en el catabolismo de las proteínas musculares, la integridad de la membrana celular y la estabilización del sarcolema (193), se le atribuye una acción anticatabólica, ya que reduce la degradación de las proteínas y el daño celular que se produce durante el ejercicio intenso (193). La suplementación con HMB (1,5 a 3 g/día) reduce los marcadores de catabolismo muscular y aumenta la masa magra y la fuerza en sujetos sedentarios al inicio del período de entrenamiento (192,193).

En cuanto a la beta-alanina, precursor de la carnosina, su función principal es la de actuar como tampón de hidrogenación intramuscular. La disminución de los niveles de carnosina muscular puede conducir a una disminución de la capacidad de amortiguación muscular, disminuyendo la capacidad de eliminar iones de hidrógeno durante las actividades anaeróbicas (182). La suplementación con beta-alanina y una ingesta rica en proteínas pueden mejorar la capacidad de trabajo físico, la calidad y función muscular en hombres y mujeres mayores (182), sin embargo, no hubo cambios significativos en la masa corporal, el tejido blando magro o la masa grasa.

También se ha visto que una administración sostenida de bicarbonato de sodio disminuye la excreción de nitrógeno y mejora el rendimiento en mujeres posmenopáusicas sanas, pero no en hombres, parece que debido a la relación de la dosis con el tamaño corporal. El uso crónico o repetido de antes de las sesiones

de entrenamiento interválico puede mejorar la adaptación al entrenamiento, así como mejorar el rendimiento durante (197).

En cuanto al papel de las vitaminas, vitamina D y coenzima Q10, no hay evidencias sólidas de que la suplementación con algún micronutriente específico (vitamina o mineral) pueda mejorar el rendimiento (siempre que no haya una deficiencia específica). Por tanto, parece que la cafeína mejora el rendimiento, la destreza manual y el rendimiento de las tareas diarias y aumenta la fuerza tanto en hombres como en mujeres mayores (180,181), y que la suplementación con beta-alanina, junto con un suplemento proteico, puede mejorar la capacidad de trabajo físico, la calidad muscular y la función en ambos sexos (182).

Aunque la revisión se centró en suplementación nutricional, también se pudieron extraer conclusiones en relación con cuáles eran los macronutrientes y micronutrientes necesarios en esta población. Es por ello, que en base a esto se tuvieron en cuenta las recomendaciones para la planificación de las sesiones dietético-nutricionales, basadas siempre en la dieta mediterránea, teniendo en cuenta los componentes clave (198); consumo de aceite de oliva virgen extra, verduras, incluidos los vegetales de hoja verde, frutas, cereales, frutos secos y legumbres/legumbres, consumo moderado de pescado, otras carnes y productos lácteos.

El envejecimiento se asocia con un aumento de la adiposidad en individuos sedentarios que aumenta la prevalencia de la obesidad y las comorbilidades asociadas a la obesidad (199). La masa grasa ha sido uno de los parámetros más estudiados en cuanto a la composición corporal, debido a su estrecha relación con el estado de salud; se relaciona con un aumento en la probabilidad de padecer enfermedades cardiovasculares, sobrepeso y obesidad, hipertensión arterial, diabetes y síndrome metabólico (200). En la presente investigación, coincidiendo con resultados ya publicados (201–203), en los que el entrenamiento programado provocó disminuciones de la grasa corporal, se observó una disminución de la masa grasa total y los pliegues cutáneos.



Comparando el entrenamiento de fuerza-resistencia con otro tipo de entrenamiento, como pilates (200) se observa que el nivel de mejora en el porcentaje de grasa parece ser mayor después del entrenamiento de fuerza-resistencia ( $2,1 \pm 5,75$  kg), que pilates ( $1,04 \pm 3,6$  kg). En anteriores investigaciones se observó (204,205) que el entrenamiento de fuerza mejora los índices óseos, tras los resultados obtenidos en esta investigación se confirma este hecho. En cuanto a la masa muscular, estrechamente relacionada con el estado de salud, especialmente en etapas de envejecimiento y menopausia, tras la intervención de 14 semanas de entrenamiento de fuerza-resistencia se observó un aumento de  $2 \pm 5,85$  kg de masa muscular. Aunque no hay estudios en mujeres mayores que utilicen el somatotipo para valorar la morfología corporal, previamente a la intervención todas las mujeres presentaban un componente endomorfo-mesomorfo, en el grupo control aumentó la mesomorfia y disminuyó la endomorfia de forma significativa.

Todos estos hallazgos confirman las evidencias actuales sobre el entrenamiento a intervalos, ya que se ha demostrado que induce adaptaciones metabólicas y mejora la composición corporal, en cuanto a pérdida de grasa y ganancia de masa muscular se refiere (206–208).

A lo largo del ciclo vital se producen cambios en el concepto de autoimagen, es decir, cómo nos vemos a nosotros mismos. Estos cambios requieren adaptación y acomodación psicológica (209). El proceso de envejecimiento produce cambios físicos que suponen una modificación de la propia autoimagen, en ocasiones existen grandes diferencias entre la imagen deseada y la real.

La autopercepción corporal tiene una relación estrecha con los comportamientos alimentarios. La insatisfacción con el peso se relaciona con una mayor intención de adelgazar o cambiar de estilo de vida (210), y específicamente en mujeres con una restricción dietética. En la presente investigación, dos participantes (una del grupo intervención y otra del control) estaban ligeramente preocupadas por su imagen corporal. Estos hallazgos confirman, como se ha indicado previamente (211), que la prevalencia de personas mayores que tienen problemas con la imagen corporal está entre el 2,5 % y el 6 %. Sin embargo, tras

realizar las 14 semanas de intervención no se han producido mejoras significativas, uno de los principales motivos podría ser la falta de motivación, ya que parece que el ejercicio aeróbico o en equipo es intrínsecamente más motivador (212).

Respecto a la adherencia a la dieta mediterránea, tanto en el grupo intervención ( $5,65 \pm 2,03$  y  $5,94 \pm 2,36$  antes y después de la intervención, respectivamente) como en el grupo control ( $6,06 \pm 2,14$  y  $5,53 \pm 2,35$  antes y después de la intervención, respectivamente) la adherencia fue moderada. No hubieron cambios significativos en ningún momento. Sin embargo, en comparación con otras investigaciones (213,214) estas mujeres presentaban puntuaciones más altas.

Esto sugiere que la educación nutricional que recibieron no fue suficiente para cambiar los hábitos alimentarios en cuando adherencia a la DM se refiere. Sería recomendable plantear un tratamiento dietético-nutricional individualizado con el objetivo de conseguir una mayor adherencia y mejora de los resultados, ya que una mayor adherencia a la DM se relaciona con menores porcentajes de grasa (215).

En cuanto a la percepción de bienestar y el uso de comportamientos de entrenamiento de apoyo a la autonomía a través de un entrenamiento de fuerza-resistencia acuático motivacional, se ha confirmado previamente que son necesarios enfoques cognitivo-conductuales y motivacionales para aumentar la probabilidad de un cambio de comportamiento duradero (152). Los beneficios de la actividad física sobre el bienestar físico, psicológico y la satisfacción con la vida en adultos mayores son evidentes (216–221), sin embargo, integrar estrategias motivacionales puede aumentar la motivación, autoeficacia y sensación de control.

Dado que las clases eran programadas, dirigidas y los participantes no eran quienes elegían qué y cómo hacer los ejercicios, en el cuestionario ASCQ las puntuaciones de las subescalas “Interés en la opinión del atleta” y “Evaluación

del comportamiento autónomo” disminuyeron de  $17,3 \pm 6,43$  a  $14,6 \pm 5,51$  y  $17,6 \pm 3,78$  a  $16,4 \pm 5,95$  respectivamente.

La teoría de la autodeterminación (107) sugiere que cuando las necesidades psicológicas de autonomía, competencia y relación de los participantes se satisfacen en un contexto de actividad física, experimentarán tipos de motivación más autodeterminados. Coincidiendo con (160) otras investigaciones, las participantes que realizaron entrenamiento de fuerza-resistencia mostraron significativamente mejores resultados en autonomía ( $14,9 \pm 2,67$  y  $16,2 \pm 2,41$  puntos, antes y después, respectivamente) competencia ( $15,8 \pm 2,58$  y  $17,2 \pm 1,73$  puntos) y relaciones sociales ( $14,8 \pm 3,49$  y  $17,3 \pm 1,81$  puntos), así como un aumento de la motivación intrínseca tras la intervención.

El ejercicio físico y regular se relaciona con el bienestar psicológico y la mejora de la salud subjetiva (222–224), esto se observa en el grupo experimental, ya que presentaron mejoras en la autonomía funcional, además de la competencia y la relación con los demás. Además, las participantes también informaron una motivación intrínseca asociada con un mayor bienestar, observándose una mejora significativa ( $p < 0,001$ ) tanto en la escala de “disfrute”, aumentando la puntuación de  $23,3 \pm 3,61$  a  $28,0 \pm 3,58$  como en la escala de “esfuerzo” de  $18,4 \pm 2,81$  a  $20,1 \pm 4,15$  puntos en el cuestionario IMI, que mide la motivación intrínseca.

Cabe destacar que la realización del entrenamiento en un medio acuático en la población de edad avanzada permite proporcionar un entorno ligero y de bajo impacto en el que las personas pueden hacer ejercicio de forma segura (225), donde la flotabilidad, la presión, la resistencia y la temperatura del agua maximizan la eficacia del ejercicio acuático, permitiendo movimientos corporales ligeros y seguros (226).

Se ha demostrado (227,228) y queda confirmado por la presente investigación que el ejercicio acuático provoca respuestas positivas sobre la AF en población entre 50 y 80 años, observándose diferencias significativas. Además, esta se relacionó de forma significativa con la estabilidad y la masa muscular, es

decir, parece que las mujeres con mayor estabilidad y masa muscular presentan mayor autonomía funcional (228).

De hecho, la estabilidad se considera una de las variables más importantes a la hora de diseñar un programa de entrenamiento para la prevención de caídas. El entrenamiento de fuerza-resistencia en población de personas mayores puede mejorar el equilibrio estático (229,230), sin embargo, estos resultados no se pueden confirmar con la presente investigación, ya que no se observaron diferencias significativas para estas variables.

Como se ha visto previamente los adultos mayores físicamente activos a lo largo de la vida tienen niveles más altos en términos de función física y cognitiva, movilidad, menos dolor musculoesquelético, menor riesgo de caídas y fracturas, depresión y mejor calidad de vida (231). Esto confirma los hallazgos obtenidos, ya que se observó un aumento significativo de la fuerza isométrica de los miembros superiores e inferiores. Hallazgos anteriores muestran que la limitación de la movilidad durante el envejecimiento se asocia con la pérdida de fuerza y/o función que caracteriza a la sarcopenia (232). En particular, cuando el entrenamiento se realiza en un entorno acuático, debe tenerse en cuenta que la densidad del agua es una característica importante, ya que puede generar un aumento de la fuerza muscular porque el movimiento en el agua ofrece una resistencia 900 veces mayor que en el aire (233). En las correlaciones, también se observa que las mujeres que tienen más fuerza en la parte superior e inferior del cuerpo y mayor masa muscular muestran valores más altos en el cuestionario de satisfacción con la vida.

Confirmando los resultados observados sobre la capacidad aeróbica y la flexibilidad (225,234); se observó que tanto los resultados de capacidad aeróbica como de flexibilidad mejoraron de forma significativa del pre al post test. Tras la intervención, la distancia caminada en seis minutos mejoró en el grupo experimental. Esto corrobora los hallazgos actuales, que muestran que el entrenamiento de resistencia mejora la capacidad aeróbica (234), ya que el entrenamiento de resistencia por intervalos también es eficaz para mejorar la función cardíaca, respiratoria y metabólica en una población de adultos mayores.

Por último, la mejora de la flexibilidad puede deberse a la disminución de la rigidez de los músculos pélvicos, lo que mejora la marcha y disminuye el riesgo de caídas (225). Se ha demostrado (225) que, para observar cambios significativos en la flexibilidad de los adultos mayores, el entrenamiento debe durar un mínimo de 12 semanas, con dos o tres sesiones por semana de unos 60 minutos de duración.

Como se ha indicado anteriormente, el entrenamiento de fuerza-resistencia influye en algunas áreas del funcionamiento psicológico, además de mejorar la función física, aumentar la capacidad de realizar actividades de la vida diaria y disminuir el dolor (235), esto debería traducirse en mejores resultados en el cuestionario de satisfacción con la vida, sin embargo, no hubo diferencias significativas.

## **VII - CONCLUSIONES**



## VII CONCLUSIONES

- Existen diferentes suplementos nutricionales que tienen efectos positivos tanto en hombres como en mujeres para realizar entrenamientos de resistencia; como la cafeína o el suplemento alto en proteínas con beta-alanina.

- En mujeres mayores, la suplementación con bicarbonato, HMB, lisina y arginina también ha mostrado efectos positivos en el rendimiento del ejercicio.

- Los profesionales de la salud deben conocer estas estrategias y considerar su uso para diferentes intervenciones o protocolos de suplementación.

- Las prácticas nutricionales de alta calidad brindan una base sólida para minimizar los efectos fisiológicos adversos del envejecimiento en las personas mayores y mantener la salud y el bienestar.

- La combinación de un entrenamiento de fuerza-resistencia en un ambiente acuático y una intervención nutricional no son suficientes para cambiar la percepción de la imagen corporal y la adherencia a la DM en mujeres mayores.

- La combinación de un entrenamiento de fuerza-resistencia en un ambiente acuático y una intervención nutricional produce una mejora en la composición corporal, a través del aumento de la masa muscular y la disminución de la masa grasa.

- Para mejorar los hábitos alimentarios y la percepción de la imagen corporal es necesaria una intervención específica y un tratamiento individualizado en esta población.



- Un programa de ejercicio físico motivacional tiene efectos positivos en adultos mayores, mejorando la percepción de bienestar, satisfaciendo sus necesidades psicológicas básicas y su regulación conductual que se traduce en un comportamiento de mayor calidad y mayor bienestar psicológico.

- Se necesita más investigación para comprender mejor los procesos motivacionales de los adultos mayores en los programas de ejercicio físico acuáticos y terrestres para ayudarlos a mantener un estilo de vida activo y lograr un envejecimiento saludable.

**VIII – LIMITACIONES Y  
FUTURAS LÍNEAS DE  
INVESTIGACIÓN**



## VIII –LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta al interpretar o aplicar nuestros resultados, además de intentar mejorarlas en intervenciones futuras.

Respecto a la revisión sistemática realizada, se deberían incluir estudios basados en intervenciones para ver qué tipos de entrenamiento de resistencia son los más efectivos para las personas mayores y para mejorar sus cualidades físicas. Además, los estudios deben considerar estrategias nutricionales a largo plazo para ver si su calidad de vida mejora. Hay una necesidad obvia de más investigación para evaluar la influencia del ejercicio de resistencia y la ingesta dietética de las personas mayores y utilizar los índices de rendimiento como resultados primarios.

Respecto al ensayo controlado aleatorizado, en primer lugar, hay que destacar el pequeño tamaño de la muestra y que sólo participaron mujeres. No está claro si los participantes masculinos recibirían beneficios similares del entrenamiento acuático, por tanto, los resultados no son generalizables a toda la población mayor.

En segundo lugar, las adaptaciones observadas se limitan a la duración de nuestra intervención; una intervención más larga podría haber dado lugar a mayores adaptaciones.

En referencia a los hábitos alimentarios, se realizó el grado de adherencia a la dieta mediterránea, pero no se cuantificó la cantidad de calorías, macronutrientes y micronutrientes.

En cuanto a la composición corporal, investigaciones futuras deberían medir la composición corporal con el modelo de referencia estándar; la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA).

También cabe señalar que el grupo de control no realizó ninguna actividad física estructurada durante las 14 semanas de intervención, lo que puede haber contribuido a su deterioro. La actividad física diaria no se midió con dispositivos de medición como acelerómetros o relojes inteligentes, sólo mediante cuestionarios subjetivos. Tampoco se controló la ingesta específica sobre la cantidad de alimentos y suplementos ingeridos por los participantes.

También habría que controlar la variable calidad del sueño de los participantes. Se ha observado previamente que más del 50% de las personas de 65 años o más tienen trastornos del sueño. Estos trastornos del sueño se asocian con una disminución de la función cognitiva, un aumento de las caídas, un empeoramiento del estado de salud y un aumento de la mortalidad. Por último, para medir la resistencia aeróbica, debería realizarse una prueba de esfuerzo con analizador de gases.

Teniendo en cuenta las limitaciones mencionadas, en futuras líneas de investigación sería necesario realizar más investigaciones en esta cohorte de participantes, para poder extrapolar los resultados, además deberían ser de una duración mayor. Se pide a los investigadores en el campo que evalúen información más específica sobre la cantidad de alimentos y suplementos ingeridos por los participantes, mediante registros dietéticos. También sería interesante poder contar con dispositivos wearables para monitorizar tanto la actividad física diaria como la calidad y cantidad de sueño, medir la composición con el método considerado como gold estándar DXA y medir la resistencia aeróbica mediante una prueba de esfuerzo con analizador de gases.





## **IX - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**





**IX – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Tasa Bruta de Natalidad por año [Internet]. [cited 2021 Jan 27]. Available from: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/p278/p02/2018-2033/idb/&file=01001.px#!tabs-tabla>
2. WHO | Ageing and Life Course. WHO [Internet]. 2017 [cited 2017 Sep 9]; Available from: <http://www.who.int/ageing/en/>
3. Defunciones según la Causa de Muerte Principales causas de muerte por grupos de enfermedades 1 [Internet]. 2017 [cited 2019 Jan 18]. Available from: [https://www.ine.es/prensa/edcm\\_2017.pdf](https://www.ine.es/prensa/edcm_2017.pdf)
4. Proporción de población mayor de cierta edad por año [Internet]. [cited 2021 Jan 27]. Available from: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/p278/p01/2018-2068/idb/&file=03003a.px#!tabs-tabla>
5. Pérez Díaz J, Abellán García A, Aceituno Nieto P, Ramiro Fariñas D. Un perfil de las mayores en España 2020. *Inf Envejec en red*. 2020;25(2340-566X):1–39.
6. Galloza J, Castillo B, Micheo W. Benefits of Exercise in the Older Population. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. 2017;28(4):659–69. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.001>
7. Puciato D, Borysiuk Z, Rozpara M. Quality of life and physical activity in an older working-age population. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2017 Oct 4 [cited 2022 Apr 25];12:1627. Available from: [/pmc/articles/PMC5634394/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35634394/)
8. Ryan RM, Deci EL. On Happiness and Human Potentials: A Review of Research on Hedonic and Eudaimonic Well-Being. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.141> [Internet]. 2003 Nov 28 [cited 2022 Apr 25];52:141–66. Available from: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.52.1.141>
9. Marín-Cascales E, Alcaraz PE, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA. Effects of multicomponent training on lean and bone mass in postmenopausal and older women: a systematic review. *Menopause* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2022 May 30];25(3):346–56. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28816931/>
10. Karlamangla AS, Burnett-Bowie SAM, Crandall CJ. Bone Health during the Menopause Transition and Beyond. *Obstet Gynecol Clin North Am* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2022 Sep 29];45(4):695. Available from: [/pmc/articles/PMC6226267/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30226267/)
11. Organización Mundial de la Salud (OMS). Investigaciones sobre la

- menopausia [Internet]. 1981. 1981. p. 136. Available from: [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_670\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_670_spa.pdf)
12. Gemmell LC, Webster KE, Kirtley S, Vincent K, Zondervan KT, Becker CM. The management of menopause in women with a history of endometriosis: A systematic review. *Hum Reprod Update*. 2017;23(4):481–500.
  13. Ko SH, Kim HS. Menopause-Associated Lipid Metabolic Disorders and Foods Beneficial for Postmenopausal Women. *Nutrients* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2022 Sep 29];12(1). Available from: </pmc/articles/PMC7019719/>
  14. Lizcano F, Guzmán G. Estrogen deficiency and the origin of obesity during menopause [Internet]. Vol. 2014, *BioMed Research International*. Hindawi Publishing Corporation; 2014 [cited 2021 Jun 11]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24734243/>
  15. Ho SC, Wu S, Chan SG, Sham A. Menopausal transition and changes of body composition: A prospective study in Chinese perimenopausal women. *Int J Obes* [Internet]. 2010 Aug [cited 2021 Jun 11];34(8):1265–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20195288/>
  16. Thompson KA, Bardone-Cone AM. Menopausal status and disordered eating and body image concerns among middle-aged women. *Int J Eat Disord*. 2019;52(3):314–8.
  17. Douchi T, Yamamoto S, Yoshimitsu N, Andoh T, Matsuo T, Nagata Y. Relative contribution of aging and menopause to changes in lean and fat mass in segmental regions. *Maturitas* [Internet]. 2002 Aug 30 [cited 2022 Sep 29];42(4):301–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12191853/>
  18. Daly RM, Dalla Via J, Duckham RL, Fraser SF, Helge EW. Exercise for the prevention of osteoporosis in postmenopausal women: an evidence-based guide to the optimal prescription. *Brazilian J Phys Ther* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2022 Sep 29];23(2):170. Available from: </pmc/articles/PMC6429007/>
  19. Coughlan T, Dockery F. CME GERIATRIC MEDICINE Osteoporosis and fracture risk in older people. *Clin Med (Northfield Il)*. 2014;14(2):187–91.
  20. Wright NC, Looker AC, Saag KG, Curtis JR, Delzell ES, Randall S, et al. The recent prevalence of osteoporosis and low bone mass in the United States based on bone mineral density at the femoral neck or lumbar spine. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2022 Sep 29];29(11):2520–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24771492/>
  21. Cawthon PM, Fullman RL, Marshall L, Mackey DC, Fink HA, Cauley JA, et al. Physical performance and risk of hip fractures in older men. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2008 Jul [cited 2022 Sep 29];23(7):1037–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18302496/>

22. Torricelli P, Veronesi F, Pagani S, Maffulli N, Masiero S, Frizziero A, et al. In vitro tenocyte metabolism in aging and oestrogen deficiency. *Age (Omaha)*. 2013;35(6):2125–36.
23. Frizziero A, Vittadini F, Gasparre G, Masiero S. Impact of oestrogen deficiency and aging on tendon: Concise review. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2014;4(3):324–8.
24. Chodzko-Zajko W, Schwingel A, Chae Hee Park. Successful Aging: The Role of Physical Activity. *Am J Lifestyle Med*. 2009;3(1):20–8.
25. Stathokostas L, McDonald MW, Little RMD, Paterson DH. Flexibility of older adults aged 55-86 years and the influence of physical activity. *J Aging Res [Internet]*. 2013 [cited 2022 Sep 29];2013. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23862064/>
26. 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.
27. Correa-Bautista JE, Sandoval-Cuellar C, Alfonso-Mora ML, Rodríguez-Daza KD. Changes in physical aptitude in a group of older adult women in line with the active aging model. *Rev Fac Med*. 2012;60(1):21–30.
28. Matos-Duarte M, Martínez-de-Haro V, Sanz-Arribas I, Andrade AGP, Chagas MH. Original Longitudinal Study of Functional Flexibility. *Int J Med Sci Phys Act Sport*. 2017;17:121–37.
29. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16–31.
30. Callis N. Falls prevention: Identification of predictive fall risk factors. *Appl Nurs Res [Internet]*. 2016 Feb 1 [cited 2021 Jan 27];29:53–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26856489/>
31. Vetta F, Ronzoni S, Taglieri G, Bollea MR. The impact of malnutrition on the quality of life in the elderly. *Clin Nutr*. 1999;18(5):259–67.
32. Cadore EL, Izquierdo M. Exercise interventions in polypathological aging patients that coexist with diabetes mellitus: improving functional status and quality of life. *Age (Omaha)*. 2015;37(3).
33. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. Documento de consenso sobre prevención de fragilidad y caídas en la persona mayor. Estrategia de Promoción de la Salud y Prevención en el SNS. *Inf Estud e Investig [Internet]*. 2014;1–82. Available from: [https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/docs/Fragilidad/FragilidadyCaidas\\_personamayor.pdf](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/docs/Fragilidad/FragilidadyCaidas_personamayor.pdf)

34. Casas Herrero Á, Cadore EL, Martínez Velilla N, Izquierdo Redin M. El ejercicio físico en el anciano frágil: una actualización. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [Internet]. 2015 Mar [cited 2017 Sep 22];50(2):74–81. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211139X14001590>
35. Izquierdo M, Casas-Herrero A, Martínez-Velilla N, Alonso-Bouzón C, Rodríguez-Mañas L. An example of cooperation for implementing programs associated with the promotion of exercise in the frail elderly. European Erasmus + «Vivifrail» program. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2017;52(2):110–1.
36. Guard J. Authenticity on the line: Women workers, native “scabs,” and the multi-ethnic politics of identity in a left-led strike in cold war Canada. *J Womens Hist*. 2004;15(4).
37. Rodríguez-Molinero A, Narvaiza L, Gálvez-Barrón C, de la Cruz JJ, Ruíz J, Gonzalo N, et al. Caídas en la población anciana española: incidencia, consecuencias y factores de riesgo. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [Internet]. 2015 Nov [cited 2017 Sep 22];50(6):274–80. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211139X15000931>
38. Almeida LM da S, Meucci RD, Dumith SC. Prevalence of falls in elderly people: a population based study. *Rev Assoc Med Bras*. 2019;65(11):1397–403.
39. Murabito LM, Visalli C, Pergolizzi FP, Famà F. original article Trauma in elderly patients: a study of prevalence, comorbidities. *G di Chir*. 2018;39(1):35–40.
40. Rodríguez-Molinero A, Narvaiza L, Gálvez-Barrón C, de la Cruz JJ, Ruíz J, Gonzalo N, et al. Caídas en la población anciana española: Incidencia, consecuencias y factores de riesgo. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [Internet]. 2015;50(6):274–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2015.05.005>
41. Cuevas-Trisan R. Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Clin Geriatr Med*. 2019;35(2):173–83.
42. Guadalupe-Grau A, Fernández-Elías VE, Ortega JF, Dela F, Helge JW, Mora-Rodríguez R. Effects of 6-month aerobic interval training on skeletal muscle metabolism in middle-aged metabolic syndrome patients. *Scand J Med Sci Sports*. 2018 Feb;28(2):585–95.
43. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol* [Internet]. 1991 May [cited 2017 Sep 9];46(3):M69-76. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2030269>
44. Shumway-Cook A, Gruber W, Baldwin M, Liao S. The effect of

- multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. *Phys Ther* [Internet]. 1997 Jan [cited 2017 Sep 9];77(1):46–57. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8996463>
45. Kalache A, Gatti A. Active ageing: a policy framework. *Adv Gerontol*. 2003;11:7–18.
  46. Christensen K, Doblhammer G, Rau R, Vaupel JW. Ageing populations: the challenges ahead. *Lancet* [Internet]. 2009 Oct 10 [cited 2022 Sep 1];374(9696):1196. Available from: [/pmc/articles/PMC2810516/](http://pmc/articles/PMC2810516/)
  47. Lachman ME, Lipsitz L, Lubben J, Castaneda-Sceppa C, Jette AM. When Adults Don't Exercise: Behavioral Strategies to Increase Physical Activity in Sedentary Middle-Aged and Older Adults. *Innov aging* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2022 Sep 8];2(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30003146/>
  48. Chittrakul J, Siviroj P, Sungkarat S, Sapbamrer R. Multi-system physical exercise intervention for fall prevention and quality of life in pre-frail older adults: A randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(9):1–13.
  49. Elward K, Larson EB. Benefits of exercise for older adults. A review of existing evidence and current recommendations for the general population. *Clin Geriatr Med* [Internet]. 1992 Feb [cited 2017 Sep 9];8(1):35–50. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1576579>
  50. Cadore E. Strength and Endurance Training Prescription in Healthy and Frail Elderly. *Aging Dis* [Internet]. 2014;5(3):183. Available from: <http://aginganddisease.org/AD-abstract-Cadore.htm>
  51. Liu CK. Exercise as an Intervention for Frailty. *Biophys Chem*. 2005;257(5):2432–7.
  52. Ruangthai R, Phoemsapthawee J, Makaje N, Phimpaphorn P. Comparative effects of water- and land-based combined exercise training in hypertensive older adults. *Arch Gerontol Geriatr* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2022 Aug 23];90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32650155/>
  53. 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* [Internet]. 2013 [cited 2022 Jul 26];13(1):105. Available from: [/pmc/articles/PMC3852637/](http://pmc/articles/PMC3852637/)
  54. Anne Shumway-Cook MHW. Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice No Title. RAVEN L, editor. 2016;680.

55. Callis N. Falls prevention: Identification of predictive fall risk factors. *Appl Nurs Res* [Internet]. 2016 Feb [cited 2017 Sep 9];29:53–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26856489>
56. Granacher U, Muehlbaue T, Zahner L, Gollhofer A, Kressig RW. Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports Med* [Internet]. 2011 [cited 2022 Jul 26];41(5):377–400. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21510715/>
57. Rubenstein LZ, Josephson KR. The epidemiology of falls and syncope. *Clin Geriatr Med* [Internet]. 2002 [cited 2022 Jul 26];18(2):141–58. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12180240/>
58. Drewnowski A, Warren-Mears VA. Does aging change nutrition requirements? *J Nutr Health Aging*. 2001;5(2):70–4.
59. Nikolov J, Spira D, Aleksandrova K, Otten L, Meyer A, Demuth I, et al. Adherence to a Mediterranean-Style Diet and Appendicular Lean Mass in Community-Dwelling Older People: Results from the Berlin Aging Study II. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2016;71(10):1315–21.
60. Sayón-Orea C, Santiago S, Cuervo M, Martínez-González MA, Garcia A, Martínez JA. Adherence to Mediterranean dietary pattern and menopausal symptoms in relation to overweight/obesity in Spanish perimenopausal and postmenopausal women. *Menopause* [Internet]. 2015 Jul 8 [cited 2022 Sep 9];22(7):750–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25513984/>
61. Buch A, Kis O, Carmeli E, Keinan-Boker L, Berner Y, Barer Y, et al. Circuit resistance training is an effective means to enhance muscle strength in older and middle aged adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2022 Sep 9];37:16–27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28457933/>
62. Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev* [Internet]. 1999 Mar 1 [cited 2022 Sep 9];107(2):123–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10220041/>
63. Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, Harris TB, Tylavsky FA, Newman AB, et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *Am J Clin Nutr*. 2008 Jan;87(1):150–5.
64. Smink FRE, van Hoeken D, Hoek HW. Epidemiology of eating disorders: incidence, prevalence and mortality rates. *Curr Psychiatry Rep*. 2012 Aug;14(4):406–14.

65. Carrard I, Rothen S, Rodgers RF. Body image concerns and intuitive eating in older women. *Appetite*. 2021 Sep 1;164:105275.
66. Gagne DA, Von Holle A, Brownley KA, Runfolo CD, Hofmeier S, Branch KE, et al. Eating disorder symptoms and weight and shape concerns in a large web-based convenience sample of women ages 50 and above: Results of the gender and body image (GABI) study. *Int J Eat Disord* [Internet]. 2012 Nov 1 [cited 2022 Sep 26];45(7):832–44. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/eat.22030>
67. SENPE (Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral). Valoración nutricional en el anciano (Nutritional assessment in the elderly) [Internet]. Vol. 9, Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral. Sociedad Española de Geriatria y Gerontologia. 2015. 4037–4047 p. Available from: [https://www.segg.es/media/descargas/Acreditacion de Calidad SEGG/CentrosDia/valoracion\\_nutricional\\_anciano.pdf%0Ahttp://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211344906743739](https://www.segg.es/media/descargas/Acreditacion de Calidad SEGG/CentrosDia/valoracion_nutricional_anciano.pdf%0Ahttp://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211344906743739)
68. Casimiro C, García De Lorenzo A, Usán L. Evaluación del riesgo nutricional en pacientes ancianos ambulatorios. *Nutr Hosp*. 2001;16(3):97–103.
69. Demling RH. Nutrition, Anabolism, and the Wound Healing Process: An Overview. *Eplasty* [Internet]. 2009 [cited 2022 Sep 9];9:e9. Available from: </pmc/articles/PMC2642618/>
70. Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2006 Dec 1 [cited 2022 Sep 9];84(3):475–82. Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/article/84/3/475/4648841>
71. Carrasco M, Ballesta I, Martínez I, Romero E. Factores determinantes del equilibrio en mujeres mayores: la salud mental y la edad. *Eur J Heal Res*. 2020;6(1):65.
72. Nelson RC, Amin MA. Falls in the elderly. *Emerg Med Clin North Am* [Internet]. 1990 May [cited 2017 Sep 9];8(2):309–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2187685>
73. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The Importance of Trunk Muscle Strength for Balance, Functional Performance, and Fall Prevention in Seniors: A Systematic Review. *Sport Med* [Internet]. 2013 Jul 9 [cited 2017 Sep 9];43(7):627–41. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23568373>
74. van Dieën JH, Koppes LLJ, Twisk JWR. Postural sway parameters in seated balancing; their reliability and relationship with balancing performance. *Gait Posture*. 2010 Jan;31(1):42–6.
75. Bouisset S, Zattara M. A sequence of postural movements precedes



- voluntary movement. *Neurosci Lett*. 1981 Mar 25;22(3):263–70.
76. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* [Internet]. 1997 [cited 2022 Sep 12];77(2):132–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9037214/>
  77. Goldberg A, Hernandez ME, Alexander NB. Trunk repositioning errors are increased in balance-impaired older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2005 [cited 2022 Sep 12];60(10):1310–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16282565/>
  78. 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* [Internet]. 2013 [cited 2022 Sep 12];13(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24106864/>
  79. Kang KY. Effects of core muscle stability training on the weight distribution and stability of the elderly. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(10):3163–5.
  80. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2009 Jul [cited 2017 Sep 9];41(7):1510–30. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19516148>
  81. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis [Internet]. Vol. 48, *Age and Ageing*. Oxford University Press; 2019 [cited 2021 Jan 27]. p. 16–31. Available from: <https://academic.oup.com/ageing/article/48/1/16/5126243>
  82. Narici M V., Maffulli N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *Br Med Bull* [Internet]. 2010 Sep 1 [cited 2017 Sep 9];95(1):139–59. Available from: <https://academic.oup.com/bmb/article-lookup/doi/10.1093/bmb/ldq008>
  83. Domínguez-Carrillo LG, Arellano-Aguilar G, Leos-Zierold H. Tiempo unipodal y caídas en el anciano. *Cir Cir*. 2007;75(2):107–12.
  84. Graham DF, Carty CP, Lloyd DG, Barrett RS. Biomechanical predictors of maximal balance recovery performance amongst community-dwelling older adults. *Exp Gerontol* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2022 Sep 12];66:39–46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25871728/>
  85. Lord SR, Lloyd DG, Nirui M, Raymond J, Williams P, Stewart RA. The effect of exercise on gait patterns in older women: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 1996 [cited 2022 Sep 12];51(2).

- Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8612105/>
86. Irez GB, Ozdemir RA, Evin R, Irez SG, Korkusuz F. Integrating pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *J Sport Sci Med*. 2011;10(1):105–11.
  87. Morcelli MH, LaRoche DP, Crozara LF, Marques NR, Hallal CZ, Rossi DM, et al. Neuromuscular performance in the hip joint of elderly fallers and non-fallers. *Aging Clin Exp Res* [Internet]. 2016 Jun 23 [cited 2017 Sep 22];28(3):443–50. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s40520-015-0448-7>
  88. Mayson DJ, Kiely DK, LaRose SI, Bean JF. Leg Strength or Velocity of Movement. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2008 Dec [cited 2017 Sep 9];87(12):969–76. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19033758>
  89. 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* [Internet]. 2006 Jan [cited 2017 Sep 9];61(1):78–85. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16456197>
  90. Garcia-Pinillos F, Laredo-Aguilera JA, Munoz-Jime Nez M, Latorre-Roman PA. Effects of 12-Week Concurrent High-Intensity Interval Strength and Endurance Training Program on Physical Performance in Healthy Older People. *J strength Cond Res* [Internet]. 2019 May 1 [cited 2022 Sep 12];33(5):1445–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28301438/>
  91. Dantas; EHM. Functional Autonomy GDLAM Protocol Classification Pattern in Elderly Women Functional Autonomy Gdlam ... Pattern in Elderly Women. 2015;(May):1–6.
  92. Tornero-Quiñones I, Sáez-Padilla J, Díaz AE, Robles MTA, Robles ÁS. Functional Ability, Frailty and Risk of Falls in the Elderly: Relations with Autonomy in Daily Living. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2022 Sep 29];17(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32745670/>
  93. Quintero-Burgos CG, Melgarejo-Pinto VM, Ospina-Díaz JM. Estudio comparativo de la autonomía funcional de adultos mayores: atletas y sedentarios, en altitud moderada. *MHSalud Rev en Ciencias del Mov Hum y Salud* [Internet]. 2017 Jan 31 [cited 2022 Sep 29];13(2). Available from: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/mhsalud/article/view/9072/10662>
  94. Barak Y, Wagenaar RC, Holt KG. Gait characteristics of elderly people with a history of falls: a dynamic approach. *Phys Ther*. 2006 Nov;86(11):1501–10.
  95. Briggs AM, Cross MJ, Hoy DG, Sánchez-Riera L, Blyth FM, Woolf AD, et

- al. Musculoskeletal Health Conditions Represent a Global Threat to Healthy Aging: A Report for the 2015 World Health Organization World Report on Ageing and Health. *Gerontologist*. 2016 Apr;56 Suppl 2:S243-55.
96. Prieto JA, Del Valle M, Nistal P, Méndez D, Abelairas-Gómez C, Barcala-Furelos R. [Impact of exercise on the body composition and aerobic capacity of elderly with obesity through three models of intervention]. *Nutr Hosp*. 2014 Dec;31(3):1217-24.
97. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. 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 Jul;43(7):1334-59.
98. Brandon LJ, Gaasch DA, Boyette LW, Lloyd AM. Effects of long-term resistive training on mobility and strength in older adults with diabetes. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003 Aug;58(8):740-5.
99. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004;34(5):329-48.
100. Paoli A, Pacelli F, Bargossi M, Marcolin G, Guzzinati S, Neri M, et al. Effects of three distinct protocols of fitness training on body composition, strength and blood lactate. *J Sports Med Phys Fitness*. 2010;50(1):43-51.
101. Gillespie et al., López Gutiérrez, Francisca; Sánchez Alonso, Patricia; Ruiz Calatrava, Lidia; Hernández López JM, Lorenzo Carrascosa L, Gil Gregorio P, Ramos Cordero P, Marín Carmona JM, et al. Efectos del ejercicio físico con banda elástica en mujeres mayores de 65 años durante 12 meses. Estudio comparativo sobre densidad ósea, componentes sanguíneos, estabilidad, antropometría y dolor. *Phys Ther [Internet]*. 2010;2(1):págs. 355-358. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2015.06.056><https://academic.oup.com/bioinformatics/article-abstract/34/13/2201/4852827><https://semisupervised-3254828305/semisupervised.ppt><http://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.005><http://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.005>
102. Latorre-Román P, Arévalo-Arévalo JM, García-Pinillos F. Association between leg strength and muscle cross-sectional area of the quadriceps femoris with the physical activity level in octogenarians. *Biomedica [Internet]*. 2016 [cited 2022 Sep 29];36(2):258-64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27622487/>
103. Rodacki ALF, Souza RM, Ugrinowitsch C, Cristopoliski F, Fowler NE.

- Transient effects of stretching exercises on gait parameters of elderly women. *Man Ther.* 2009 Apr;14(2):167–72.
104. Godoy-Izquierdo D, Guevara NML de, Toral MV, Galván C de T, 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 Aug;24(8):938–46.
  105. De Oliveira Medeiros HB, De Araújo DSMS, De Araújo CGS. Age-related mobility loss is joint-specific: An analysis from 6,000 Flexitest results. *Age (Omaha).* 2013;35(6):2399–407.
  106. Palmer TB, Agu-Udemba CC, Palmer BM. Acute effects of static stretching on passive stiffness and postural balance in healthy, elderly men. *Phys Sportsmed [Internet].* 2018;46(1):78–86. Available from: <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1421396>
  107. Ryan RM, Deci EL. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *Am Psychol.* 2000 Jan;55(1):68–78.
  108. Ekelund C, Dahlin-Ivanoff S, Eklund K. Self-determination and older people--a concept analysis. *Scand J Occup Ther.* 2014 Mar;21(2):116–24.
  109. Cardol M, De Jong BA, Ward CD. On autonomy and participation in rehabilitation. <https://doi.org/10.1080/09638280210151996> [Internet]. 2009 Dec 15 [cited 2022 Sep 13];24(18):970–4. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09638280210151996>
  110. Mackenzie CS, Karaoylas EC, Starzyk KB. Lifespan Differences in a Self Determination Theory Model of Eudaimonia: A Cross-Sectional Survey of Younger, Middle-Aged, and Older Adults. *J Happiness Stud* 2017 198 [Internet]. 2017 Nov 9 [cited 2022 Sep 13];19(8):2465–87. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10902-017-9932-4>
  111. Souesme G, Martinent G, Ferrand C. Perceived autonomy support, psychological needs satisfaction, depressive symptoms and apathy in French hospitalized older people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2016;65:70–8.
  112. Sandman L. On the autonomy turf. Assessing the value of autonomy to patients. *Med Heal Care Philos* 2004 73 [Internet]. 2005 Jan 1 [cited 2022 Sep 13];7(3):261–8. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11019-004-9064-6>
  113. Deci EL, Ryan RM. The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01) [Internet]. 2009 [cited 2022 Sep

- 13];11(4):227–68. Available from:  
[https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327965PLI1104_01)
114. Conroy DE, Coatsworth JD. Assessing Autonomy-Supportive Coaching Strategies in Youth Sport. *Psychol Sport Exerc* [Internet]. 2007 Sep [cited 2017 Sep 12];8(5):671–84. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18769531>
115. Lim BSC, Wang CKJ. Perceived autonomy support, behavioural regulations in physical education and physical activity intention. *Psychol Sport Exerc*. 2009 Jan 1;10(1):52–60.
116. Adie JW, Duda JL, Ntoumanis N. Autonomy support, basic need satisfaction and the optimal functioning of adult male and female sport participants: A test of basic needs theory. Vol. 32, *Motivation and Emotion*. 2008. 189–199 p.
117. Reinboth M, Duda JL, Ntoumanis N. Dimensions of Coaching Behavior, Need Satisfaction, and the Psychological and Physical Welfare of Young Athletes. *Motiv Emot* 2004 283 [Internet]. 2004 Sep [cited 2022 Sep 13];28(3):297–313. Available from:  
<https://link.springer.com/article/10.1023/B:MOEM.0000040156.81924.b8>
118. DeCarli C. Mild cognitive impairment: Prevalence, prognosis, aetiology, and treatment. *Lancet Neurol* [Internet]. 2003 Jan 1 [cited 2022 Sep 29];2(1):15–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12849297/>
119. Etgen T, Sander D, Bickel H, Förstl H. Mild cognitive impairment and dementia: the importance of modifiable risk factors. *Dtsch Arztebl Int* [Internet]. 2011 Nov 4 [cited 2022 Sep 29];108(44). Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22163250/>
120. Sánchez-Rodríguez JL, Torrellas-Morales C. A review of the construct of mild cognitive impairment: General aspects [Internet]. Vol. 52, *Revista de Neurologia*. 2011 [cited 2022 May 30]. p. 300–5. Available from:  
<https://neurologia.com/articulo/2010245>
121. Burns A, Iliffe S. Alzheimer’s disease. *BMJ*. 2009;338(7692):467–71.
122. Woodford HJ, George J. Cognitive assessment in the elderly: a review of clinical methods. *QJM* [Internet]. 2007 Aug [cited 2022 Sep 29];100(8):469–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17566006/>
123. Odawara T. Cautious notification and continual monitoring of patients with mild cognitive impairment. *Psychogeriatrics* [Internet]. 2012 Jun [cited 2022 Sep 29];12(2):131–2. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22712649/>
124. Bergamin M, Zanuso S, Alvar BA, Ermolao A, Zaccaria M. Is water-based exercise training sufficient to improve physical fitness in the elderly?: A

- systematic review of the evidence. Vol. 9, *European Review of Aging and Physical Activity*. Springer Verlag; 2012. p. 129–41.
125. Bento PCB, 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):469–83.
  126. Waller B, Ogonowska-Słodownik A, Vitor M, Rodionova K, Lambeck J, Heinonen A, et al. The effect of aquatic exercise on physical functioning in the older adult: A systematic review with meta-analysis. Vol. 45, *Age and Ageing*. Oxford University Press; 2016. p. 594–602.
  127. Seghatoleslami A, Afif AH, Irandoust K, Taheri M. Effect of pilates exercises on motor performance and low back pain in elderly women with abdominal obesity. *Iran J Ageing*. 2018;13(3):396–404.
  128. Phillips SM, Wójcicki TR, McAuley E. Physical activity and quality of life in older adults: An 18-month panel analysis. *Qual Life Res*. 2013;22(7):1647–54.
  129. Galloza J, Castillo B, Micheo W. Benefits of Exercise in the Older Population. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. 2017;28(4):659–69. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.001>
  130. Cadore EL, Rodríguez-Mañas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: A systematic review. *Rejuvenation Res*. 2013;16(2):105–14.
  131. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2007 Aug [cited 2022 Jul 26];39(8):1423–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17762377/>
  132. Simas V, Hing W, Pope R, Climstein M. Effects of water-based exercise on bone health of middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sport Med*. 2017;Volume 8:39–60.
  133. Cugusi L, Manca A, Bergamin M, Di Blasio A, Monticone M, Deriu F, et al. Aquatic exercise improves motor impairments in people with Parkinson's disease, with similar or greater benefits than land-based exercise: a systematic review. *J Physiother* [Internet]. 2019;65(2):65–74. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.02.003>
  134. de Oliveira MR, da Silva RA, Dascal JB, Teixeira DC. Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr* [Internet]. 2014;59(3):506–14.

- Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2014.08.009>
135. Viladrosa M, Lavedán A, Jürschik P, Mas-Alòs S, Planas-Anzano A, Masot O. Differences in fitness level between women aged 60 and over participating in three different supervised exercise programs and a sedentary group. *J Women Aging* [Internet]. 2018;30(4):326–43. Available from: <https://doi.org/10.1080/08952841.2017.1358976>
  136. Kanitz AC, Delevatti RS, Reichert T, Liedtke GV, Ferrari R, Almada BP, et al. Effects of two deep water training programs on cardiorespiratory and muscular strength responses in older adults. *Exp Gerontol* [Internet]. 2015;64:55–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2015.02.013>
  137. Martínez-Carbonell Guillamon E, Burgess L, Immins T, Martínez-Almagro Andreo 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).
  138. GOMEZ PIQUERAS P, SANCHEZ GONZALEZ M. Entrenamiento De Intervalos De Alta Intensidad (Hiit) En Adultos Mayores: Una Revisión Sistemática. *Pensar en Mov Rev Ciencias del Ejerc y la Salud*. 2019;17(1):e35494.
  139. Gliemann L, Gunnarsson TP, Hellsten Y, Bangsbo J. 10-20-30 training increases performance and lowers blood pressure and VEGF in runners. *Scand J Med Sci Sport*. 2015;25(5):e479–89.
  140. Jiménez-García JD, Martínez-Amat A, De La Torre-Cruz MJ, Fábrega-Cuadros R, Cruz-Díaz D, Aibar-Almazán A, et al. Suspension Training HIIT Improves Gait Speed, Strength and Quality of Life in Older Adults. *Int J Sports Med*. 2019;40(2):116–24.
  141. Way KL, Sultana RN, Sabag A, Baker MK, Johnson NA. The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24 h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2019;22(4):385–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.09.228>
  142. Bell KE, Séguin C, Parise G, Baker SK, Phillips SM. Day-to-day changes in muscle protein synthesis in recovery from resistance, aerobic, and high-intensity interval exercise in older men. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2015;70(8):1024–9.
  143. Moore BA, Bemben DA, Lein DH, Bemben MG, Singh H. Fat Mass Is Negatively Associated with Muscle Strength and Jump Test Performance. *J frailty aging* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2022 Sep 13];9(4):214–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32996557/>
  144. Robinson SM. Improving nutrition to support healthy ageing: what are the

- opportunities for intervention? *Proc Nutr Soc* [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2022 Sep 24];77(3):257. Available from: /pmc/articles/PMC6064642/
145. Hutton B, Catalá-López F, Moher D. [The PRISMA statement extension for systematic reviews incorporating network meta-analysis: PRISMA-NMA]. *Med Clin (Barc)*. 2016 Sep;147(6):262–6.
  146. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* [Internet]. 2009 Jul 21 [cited 2018 Jun 29];6(7):e1000097. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19621072>
  147. Fernandes SC da S, Santos RS dos, Giovanetti EA, Taniguchi C, Silva CS de M, Eid RAC, et al. Impact of respiratory therapy in vital capacity and functionality of patients undergoing abdominal surgery. *Einstein (São Paulo)* [Internet]. 2016 Jun [cited 2017 Sep 22];14(2):202–7. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-45082016000200014&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082016000200014&lng=en&tlng=en)
  148. Gunnarsson TP, Bangsbo J. The 10-20-30 training concept improves performance and health profile in moderately trained runners. *J Appl Physiol*. 2012;113(1):16–24.
  149. Andrade LS, Kanitz AC, Häfele MS, Schaun GZ, Pinto SS, Alberton CL. Relationship between Oxygen Uptake, Heart Rate, and Perceived Effort in an Aquatic Incremental Test in Older Women. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Nov 2 [cited 2021 Jul 16];17(22):1–12. Available from: /pmc/articles/PMC7697777/
  150. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. In: *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* [Internet]. *Scand J Work Environ Health*; 1990 [cited 2021 Jun 13]. p. 55–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2345867/>
  151. Marcos-Pardo PJ, Martínez-Rodríguez A, Gil-Arias A. Impact of a motivational resistance-training programme on adherence and body composition in the elderly. *Sci Rep*. 2018 Dec;8(1):1370.
  152. Lachman ME, Lipsitz L, Lubben J, Castaneda-Sceppa C, Jette AM. When Adults Don't Exercise: Behavioral Strategies to Increase Physical Activity in Sedentary Middle-Aged and Older Adults. *Innov Aging*. 2018 Jan;2(1).
  153. Moreno-Murcia JA, Marcos Pardo PJ. Estrategias motivacionales para programas de ejercicio físico acuático. Sevilla: Wanceulen; 2010.
  154. Lee PH, Macfarlane DJ, Lam TH, Stewart SM. Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF): a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2011 Oct 21 [cited 2022 Aug



- 19];8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22018588/>
155. Norton KI. Standards for Anthropometry Assessment. In: *Kinanthropometry and Exercise Physiology*. Routledge; 2019. p. 68–137.
156. Ross WD, Kerr DA. Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva - G-SE / Editorial Board / Dpto. Contenido. PubliCE [Internet]. 1993 [cited 2021 Jun 13];0. Available from: <https://g-se.com/fraccionamiento-de-la-masa-corporal-un-nuevo-metodo-para-utilizar-en-nutricion-clinica-y-medicina-deportiva-261-sa-Q57cfb27120415>
157. Carter JEL. THE HEATH-CARTER ANTHROPOMETRIC SOMATOTYPE-INSTRUCTION MANUAL-Somatotype Instruction Manual 2 Part 1: The Heath-Carter Anthropometric Somatotype-Instruction Manual [Internet]. 2002 [cited 2021 Jun 13]. Available from: [www.tep2000.com](http://www.tep2000.com)
158. Simmons BE, Castaner A, Santhanam V, Ghali J, Silverman NA, Goldfaden DM, et al. Outcome of coronary artery bypass grafting in black persons. *Am J Cardiol* [Internet]. 1987 Mar 1 [cited 2017 Sep 22];59(6):547–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3493676>
159. Martínez-González MA, García-Arellano A, Toledo E, Salas-Salvadó J, Buil-Cosiales P, Corella D, et al. A 14-item mediterranean diet assessment tool and obesity indexes among high-risk subjects: The PREDIMED trial. *PLoS One* [Internet]. 2012 Aug 14 [cited 2021 Jun 13];7(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22905215/>
160. Conroy DE, Douglas Coatsworth J. Assessing autonomy-supportive coaching strategies in youth sport. *Psychol Sport Exerc* [Internet]. 2007 Sep [cited 2021 Jun 15];8(5):671–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18769531/>
161. Moreno-Murcia JA, Martínez-Galindo C, Moreno-Pérez V, Marcos PJ, Borges F. Confirmation of the Basic Psychological Needs in Exercise Scale (BPNES) with a sample of people who do healthy exercise. *J Sport Sci Med* [Internet]. 2012 Mar [cited 2021 Jun 15];11(1):141–6. Available from: <http://www.jssm.org>
162. Vlachopoulos SP, Michailidou S. Development and initial validation of a measure of autonomy, competence, and relatedness in exercise: The Basic Psychological Needs in Exercise Scale. *Meas Phys Educ Exerc Sci* [Internet]. 2006 [cited 2021 Jun 15];10(3):179–201. Available from: [/record/2006-11613-002](http://www.tandfonline.com/record/2006-11613-002)
163. Deci EL, Ryan RM. Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Nueva York: Plenum; 1985. 3–10 p.

164. Markland D, Hardy L. On the Factorial and Construct Validity of the Intrinsic Motivation Inventory: Conceptual and Operational Concerns. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. 1997 [cited 2021 Jun 15];68(1):20–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9094760/>
165. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2003 Aug 1 [cited 2021 Jun 15];35(8):1381–95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12900694/>
166. Hallal PC, Victora CG. Reliability and validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) [2] [Internet]. Vol. 36, *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Med Sci Sports Exerc; 2004 [cited 2021 Jun 15]. p. 556. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15076800/>
167. Martin Dantas EH, Gomes de Souza Vale R. GDLAM'S protocol of functional autonomy evaluation. *Fit Perform J*. 2004 May 1;3(3):175–83.
168. Sevene TG, Berning J, Harris C, Climstein M, Adams KJ, DeBeliso M. Hand Grip Strength and Gender: Allometric Normalization in Older Adults and Implications for the NIOSH Lifting Equation. *J lifestyle Med* [Internet]. 2017/07/31. 2017 Jul;7(2):63–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29026726>
169. Fransen M, Crosbie J, Edmonds J. Isometric muscle force measurement for clinicians treating patients with osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* [Internet]. 2003 Feb 15 [cited 2022 Apr 29];49(1):29–35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12579591/>
170. Toonstra J, Mattacola CG. Test-retest reliability and validity of isometric knee-flexion and -extension measurement using 3 methods of assessing muscle strength. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2013 [cited 2022 Apr 29];22(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22951307/>
171. Onambele GL, Narici M V., Maganaris CN. Calf muscle-tendon properties and postural balance in old age. *J Appl Physiol* [Internet]. 2006 Jun [cited 2022 Apr 6];100(6):2048–56. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16455811/>
172. Rikli RE, Jones CJ. The reliability and validity of a 6-minute walk test as a measure of physical endurance in older adults. *J Aging Phys Act*. 1998;6(4):363–75.
173. Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. 1998 Dec [cited 2017 Nov 16];69(4):338–43. Available from:

- <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02701367.1998.10607708>
174. Wells KF, Dillon EK. The Sit and Reach— A Test of Back and Leg Flexibility. <http://dx.doi.org/101080/10671188195210761965> [Internet]. 2013 [cited 2022 Apr 6];23(1):115–8. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10671188.1952.10761965>
  175. Zanon C, Bardagi MP, Layous K, Hutz CS. Validation of the Satisfaction with Life Scale to Brazilians: Evidences of Measurement Noninvariance Across Brazil and US. *Soc Indic Res.* 2014 Oct 1;119(1):443–53.
  176. Diener E, Oishi S, Lucas RE. Subjective Well-Being: The Science of Happiness and Life Satisfaction. *Oxford Handb Posit Psychol* (2 Ed) [Internet]. 2009 Jul 30 [cited 2022 Apr 6]; Available from: <https://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195187243.001.0001/oxfordhb-9780195187243-e-017>
  177. Dirzyte A, Perminas A, Biliuniene E. Psychometric Properties of Satisfaction with Life Scale (SWLS) and Psychological Capital Questionnaire (PCQ-24) in the Lithuanian Population. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2022 Apr 6];18(5):1–27. Available from: [/pmc/articles/PMC7967519/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37967519/)
  178. Gignac GE, Szodorai ET. Effect size guidelines for individual differences researchers. *Artic Personal Individ Differ.* 2016; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2016.06.069>
  179. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother.* 2020 Jan;66(1):59.
  180. Duncan MJ, Thake CD, Downs PJ. Effect of caffeine ingestion on torque and muscle activity during resistance exercise in men. *Muscle Nerve.* 2014 Oct;50(4):523–7.
  181. Norager CB, Jensen MB, Madsen MR, Laurberg S. Caffeine improves endurance in 75-yr-old citizens: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *J Appl Physiol.* 2005 Dec;99(6):2302–6.
  182. McCormack WP, Stout JR, Emerson NS, Scanlon TC, Warren AM, Wells AJ, et al. Oral nutritional supplement fortified with beta-alanine improves physical working capacity in older adults: a randomized, placebo-controlled study. *Exp Gerontol.* 2013 Sep;48(9):933–9.
  183. Dawson-Hughes B, Castaneda-Sceppa C, Harris SS, Palermo NJ, Cloutier G, Ceglia L, et al. Impact of supplementation with bicarbonate on lower-extremity muscle performance in older men and women. *Osteoporos Int a J Establ as result Coop between Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA.* 2010 Jul;21(7):1171–9.
  184. Flakoll P, Sharp R, Baier S, Levenhagen D, Carr C, Nissen S. Effect of  $\beta$ -

- hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate, arginine, and lysine supplementation on strength, functionality, body composition, and protein metabolism in elderly women. *Nutrition*. 2004 May 1;20(5):445–51.
185. Deutz NEP, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosy-Westphal A, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr [Internet]*. 2014 Dec 1 [cited 2022 Sep 29];33(6):929–36. Available from: <http://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261561414001113/fulltext>
186. Volpi E, Campbell WW, Dwyer JT, Johnson MA, Jensen GL, Morley JE, et al. Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013 Jun;68(6):677–81.
187. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc*. 2013 Aug;14(8):542–59.
188. Koopman R. Dietary protein and exercise training in ageing. *Proc Nutr Soc*. 2011 Feb;70(1):104–13.
189. Gaffney-Stomberg E, Insogna KL, Rodriguez NR, Kerstetter JE. Increasing Dietary Protein Requirements in Elderly People for Optimal Muscle and Bone Health. *J Am Geriatr Soc [Internet]*. 2009 Jun 1 [cited 2022 Sep 29];57(6):1073–9. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1532-5415.2009.02285.x>
190. Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S, Cella D, Deutz NEP, et al. Nutritional Recommendations for the Management of Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc [Internet]*. 2010 Jul 1 [cited 2022 Sep 29];11(6):391–6. Available from: <http://www.jamda.com/article/S1525861010001489/fulltext>
191. Churchward-Venne TA, Holwerda AM, Phillips SM, van Loon LJC. What is the Optimal Amount of Protein to Support Post-Exercise Skeletal Muscle Reconditioning in the Older Adult? *Sports Med*. 2016 Sep;46(9):1205–12.
192. Cherniack EP. Ergogenic dietary aids for the elderly. *Nutrition*. 2012 Mar;28(3):225–9.
193. Palacios N, Antuñano G De, Manonelles P, Redondo RB, Fernández CC, Bonafonte LF, et al. Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. *Med del Deport*. 2019;36(1):7–83.
194. Tarnopolsky MA. Nutritional consideration in the aging athlete. *Clin J Sport Med [Internet]*. 2008 Nov [cited 2022 Sep 29];18(6):531–8. Available from: [https://journals.lww.com/cjsportsmed/Fulltext/2008/11000/Nutritional\\_Con](https://journals.lww.com/cjsportsmed/Fulltext/2008/11000/Nutritional_Con)

- sideration\_in\_the\_Aging\_Athlete.7.aspx
195. Davis JK, Green JM. Caffeine and Anaerobic Performance. *Sport Med* 2009 39(10):813–32. Available from: <https://link.springer.com/article/10.2165/11317770-000000000-00000>
  196. Astorino TA, Roberson DW. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: A systematic review. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010 Jan [cited 2022 Sep 29];24(1):257–65. Available from: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/01000/Efficacy\\_of\\_Acute\\_Caffeine\\_Ingestion\\_for.38.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/01000/Efficacy_of_Acute_Caffeine_Ingestion_for.38.aspx)
  197. Burke (COMPLETO) - Nutrición en El Deporte PDF | PDF [Internet]. [cited 2022 Sep 29]. Available from: <https://es.scribd.com/document/465331185/Burke-COMPLETO-Nutricion-en-el-deporte-pdf#b526a0f8-8e71-4997-b008-a729b3f914ce>
  198. Davis C, Bryan J, Hodgson J, Murphy K. Definition of the Mediterranean Diet: A Literature Review. *Nutrients* [Internet]. 2015 Nov 5 [cited 2022 Sep 29];7(11):9139. Available from: [/pmc/articles/PMC4663587/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26044444/)
  199. Wilborn C, Beckham J, Campbell B, Harvey T, Galbreath M, Bounty P La, et al. Obesity: Prevalence, Theories, Medical Consequences, Management, and Research Directions. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-2-2-4> [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2022 Sep 29];2(2):4–31. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1186/1550-2783-2-2-4>
  200. Vaquero-Cristóbal R, Alacid F, Esparza-Ros F, López-Plaza D, Muyor JM, López-Miñarro PA. The effects of a reformer Pilates program on body composition and morphological characteristics in active women after a detraining period. *Women Heal*. 2016;56(7):784–806.
  201. Park W, Jung WS, Hong K, Kim YY, Kim SW, Park HY. Effects of Moderate Combined Resistance- and Aerobic-Exercise for 12 Weeks on Body Composition, Cardiometabolic Risk Factors, Blood Pressure, Arterial Stiffness, and Physical Functions, among Obese Older Men: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2022 Apr 28];17(19):1–12. Available from: [/pmc/articles/PMC7579509/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30414822/)
  202. Vikberg S, Sörlén N, Brandén L, Johansson J, Nordström A, Hult A, et al. Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2022 Apr 28];20(1):28–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30414822/>
  203. Nabuco HCG, Tomeleri CM, Sugihara Junior P, Fernandes RR, Cavalcante EF, Antunes M, et al. Effects of Whey Protein Supplementation Pre- or Post-Resistance Training on Muscle Mass, Muscular Strength, and

- Functional Capacity in Pre-Conditioned Older Women: A Randomized Clinical Trial. *Nutrients* [Internet]. 2018 May 1 [cited 2022 Apr 28];10(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29751507/>
204. SL W, BK W, LJ W, AT H, SA H, BR B. 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* [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2021 Jul 29];33(2):211–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28975661/>
205. DT V, L A, AB G, DL W, DR S, E C, et al. Aerobic or Resistance Exercise, or Both, in Dieting Obese Older Adults. *N Engl J Med* [Internet]. 2017 May 18 [cited 2021 Jul 29];376(20):1943–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28514618/>
206. Zhang H, Tong TK, Qiu W, Zhang X, Zhou S, Liu Y, et al. Comparable Effects of High-Intensity Interval Training and Prolonged Continuous Exercise Training on Abdominal Visceral Fat Reduction in Obese Young Women. *J Diabetes Res* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jun 14];2017. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28116314/>
207. Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity [Internet]. Vol. 18, *Obesity Reviews*. Blackwell Publishing Ltd; 2017 [cited 2021 Jun 14]. p. 943–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28513103/>
208. Lee JS, Kim CG, Seo TB, Kim HG, Yoon SJ. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clin Exp Res*. 2015 Apr 1;27(2):179–86.
209. Cobo CMS. Body image in older. *Descriptive studie. Gerokomos*. 2012;23(1):15–8.
210. Bouzas C, Bibiloni M del M, Tur JA. Relationship between body image and body weight control in overweight  $\geq 55$ -year-old adults: A systematic review. Vol. 16, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI AG; 2019.
211. Dean E, Haywood C, Hunter P, Austin N, Prendergast L. Body image in older, inpatient women and the relationship to BMI, anxiety, depression, and other sociodemographic factors. *Int J Geriatr Psychiatry* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2021 Apr 25];35(2):182–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31742780/>
212. Pedersen MT, Vorup J, Nistrup A, Wikman JM, Alstrøm JM, Melcher PS, et

- al. Effect of team sports and resistance training on physical function, quality of life, and motivation in older adults. *Scand J Med Sci Sport* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2021 Jun 14];27(8):852–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28144978/>
213. Barrea L, Muscogiuri G, Di Somma C, Tramontano G, De Luca V, Illario M, et al. Association between Mediterranean diet and hand grip strength in older adult women. *Clin Nutr* [Internet]. 2019;38(2):721–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.03.012>
214. Cano-Ibáñez N, Gea A, Martínez-González MA, Salas-Salvadó J, Corella D, Zomeño MD, et al. Dietary diversity and nutritional adequacy among an older Spanish population with metabolic syndrome in the PREDIMED-plus study: A cross-sectional analysis. *Nutrients*. 2019;11(5).
215. Martí AZ, Martínez MJC, Sánchez JAH, Pérez AL. Adherencia a la dieta mediterránea y su relación con el estado nutricional en personas mayores. *Nutr Hosp*. 2015;31(4).
216. Tang M, Wang D, Guerrien A. A systematic review and meta-analysis on basic psychological need satisfaction, motivation, and well-being in later life: Contributions of self-determination theory. *PsyCh J*. 2020;9(1):5–33.
217. Barriopedro MI, Lledó Mallol IE. Relación entre la actividad física con la depresión y la satisfacción con la vida en la tercera edad. *Rev Psicol del Deport*. 2001;10(2):239–46.
218. Faulkner G, Biddle S. Mental health nursing and the promotion of physical activity. *J Psychiatr Ment Health Nurs*. 2002;9(6):659–65.
219. Moral-García JE, García DO, García SL, Jiménez MA, Dios RM. Influencia de la actividad física en la autoestima y riesgo de dependencia en personas mayores activas y sedentarias. *An Psicol*. 2018;34(1):162–6.
220. Battaglia G, Bellafiore M, Alesi M, Paoli A, Bianco A, Palma A. Effects of an adapted physical activity program on psychophysical health in elderly women. *Clin Interv Aging*. 2016 Jul;11:1009–15.
221. Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, Tenenbaum G. Physical activity and psychological well-being in advanced age: A meta-analysis of intervention studies. *Psychol Aging*. 2005 Jun;20(2):272–84.
222. Ruuskanen JM, Ruoppila I. Physical activity and psychological well-being among people aged 65 to 84 years. *Age Ageing*. 1995 Jul;24(4):292–6.
223. Katayama O, Lee S, Bae S, Makino K, Chiba I, Harada K, et al. Participation in Social Activities and Relationship between Walking Habits and Disability Incidence. *J Clin Med*. 2021 Apr;10(9):1895.
224. Pernambuco CS, Borba-Pinheiro CJ, Vale RG de S, 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 May;56(3):466–71.
225. Martínez-Carbonell Guillaumon E, Burgess L, Immins T, Martínez-Almagro Andreo A, Wainwright TW. Does aquatic exercise improve commonly reported predisposing risk factors to falls within the elderly? A systematic review. *BMC Geriatr* [Internet]. 2019 Feb 22 [cited 2022 Jul 26];19(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30795740/>
226. Carroll LM, Volpe D, Morris ME, Saunders J, Clifford AM. Aquatic Exercise Therapy for People With Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2022 Jul 26];98(4):631–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28088380/>
227. Mijnarends DM, Luiking YC, Halfens RJG, Evers SMAA, Lenaerts ELA, Verlaan S, et al. Muscle, Health and Costs: A Glance at their Relationship. *J Nutr Health Aging*. 2018;22(7):766–73.
228. Martínez PYO, López JAH, Hernández AP, Dantas EHM. Effect of periodized water exercise training program on functional autonomy in elderly women. *Nutr Hosp* [Internet]. 2014 [cited 2022 Jul 26];31(1):351–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25561129/>
229. Sanders ME, Takeshima N, Rogers ME, Colado JC, Borreani S. Impact of the s.w.e.a.T.™ water-exercise method on activities of daily living for older women. *J Sports Sci Med*. 2013;12(4):707–15.
230. Alikhajeh Y, Afroundeh R, Mohammad Rahimi GR, Mohammad Rahimi N, Niyazi A, Ghollasimood M. The effects of a 12-week aquatic training intervention on the quality of life of healthy elderly men: a randomized controlled trial. *Sport Sci Health* [Internet]. 2022 Apr 23 [cited 2022 Apr 29]; Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s11332-022-00938-9>
231. Lopez JF, Espinoza RV, Alvear-Vasquez F, Macedo LS, Velasquez DM, Pacco WR, et al. Systematic review of aquatic physical exercise programs on functional fitness in older adults. *Eur J Transl Myol* [Internet]. 2021 Dec 12 [cited 2022 Jul 26];31(4):2021. Available from: </pmc/articles/PMC8758957/>
232. Billot M, Calvani R, Urtamo A, Sánchez-Sánchez JL, Ciccolari-Micaldi C, Chang M, et al. Preserving mobility in older adults with physical frailty and sarcopenia: Opportunities, challenges, and recommendations for physical activity interventions. *Clin Interv Aging*. 2020;15:1675–90.
233. McGinnis PM. *Biomechanics of Sport and Exercise*. 2013 [cited 2022 Apr 29];456. Available from: [http://books.google.co.uk/books/about/Biomechanics\\_of\\_Sport\\_and\\_Exerci](http://books.google.co.uk/books/about/Biomechanics_of_Sport_and_Exerci)



- se.html?id=awmprqGqFo4C&pgis=1
234. Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly. *Med (United States)*. 2019;98(27):1-9.
  235. Kekäläinen T, Kokko K, Sipilä S, Walker S. Effects of a 9-month resistance training intervention on quality of life, sense of coherence, and depressive symptoms in older adults: randomized controlled trial. *Qual life Res an Int J Qual life Asp Treat care Rehabil*. 2018 Feb;27(2):455-65.





**X - ANEXOS**



**ANEXO 1: Estudio 1.**

Título: Effect of Supplements on Endurance Exercise in the Older Population: Systematic Review

Autores:

Alejandro Martínez-Rodríguez, Bernardo J. Cuestas-Calero, María Hernández-García, María Martínez-Olcina, Manuel Vicente-Martínez and Jacobo Á. Rubio-Arias

*Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, Hernández-García M, Martínez-Olcina M, Vicente-Martínez M, Rubio-Arias JA. Effect of Supplements on Endurance Exercise in the Older Population: Systematic Review. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(14):5224. doi: 10.3390/ijerph17145224. PMID: 32698345; PMCID: PMC7400705.*

## **ANEXO 2: Estudio 2**

Título: Benefits of Adding an Aquatic Resistance Interval Training to a Nutritional Education on Body Composition, Body Image Perception and Adherence to the Mediterranean Diet in Older Women.

Autores:

Alejandro Martínez-Rodríguez, Bernardo J. Cuestas-Calero, María Martínez-Olcina and Pablo Jorge Marcos-Pardo.

*Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, Martínez-Olcina M, Marcos-Pardo PJ. Benefits of Adding an Aquatic Resistance Interval Training to a Nutritional Education on Body Composition, Body Image Perception and Adherence to the Mediterranean Diet in Older Women. Nutrients. 2021;13(8):2712. doi: 10.3390/nu13082712. PMID: 34444872; PMCID: PMC8400619.*

**ANEXO 3: Estudio 3**

**Título:** Psychological Effects of Motivational Aquatic Resistance Interval Training and Nutritional Education in Older Women.

**Autores:**

Alejandro Martínez-Rodríguez, Bernardo José Cuestas-Calero, José Manuel García-De Frutos and Pablo Jorge Marcos-Pardo

*Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, García-De Frutos JM, Marcos-Pardo PJ. Psychological Effects of Motivational Aquatic Resistance Interval Training and Nutritional Education in Older Women. Healthcare (Basel). 2021 Dec 1;9(12):1665. doi: 10.3390/healthcare9121665. PMID: 34946391; PMCID: PMC8701350.*





Review

# Effect of Supplements on Endurance Exercise in the Older Population: Systematic Review

Alejandro Martínez-Rodríguez <sup>1,2</sup> , Bernardo J. Cuestas-Calero <sup>3</sup>, María Hernández-García <sup>4</sup>,  
María Martínez-Olcina <sup>4</sup>, Manuel Vicente-Martínez <sup>5</sup> and Jacobo Á. Rubio-Arias <sup>6,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Analytical Chemistry, Nutrition and Food Science, Faculty of Sciences, University of Alicante, 03690 Alicante, Spain; amartinezrodriguez@ua.es

<sup>2</sup> Alicante Institute for Health and Biomedical Research (ISABIAL Foundation), 03010 Alicante, Spain

<sup>3</sup> Faculty of Sport, San Antonio Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain; bjcuestas@alu.ucam.edu

<sup>4</sup> Faculty of Health Sciences, University of Alicante; 03690 Alicante, Spain; mhg30@alu.ua.es (M.H.-G.); mmo36@alu.ua.es (M.M.-O.)

<sup>5</sup> Faculty of Health Sciences, Miguel de Cervantes European University, 47012 Valladolid, Spain; mvmartinez11006@alumnos.uemc.es

<sup>6</sup> LFE Research Group, Department of Health and Human Performance, Faculty of Physical Activity and Sport Science-INEF, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, Spain

\* Correspondence: ja.rubio@upm.es

Received: 19 June 2020; Accepted: 14 July 2020; Published: 20 July 2020



**Abstract:** Background: Ageing is associated with changes of physical and physiological parameters, but there is evidence that regular physical activity could minimize these effects. Additionally, the older population presents a great risk of suboptimal nutrition. Therefore, the purpose of this study was to review the evidence of nutritional strategies and endurance exercises in the older population. Methods: A systematic review was performed based on the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis (PRISMA) statement. The search was carried out in three different databases: PubMed, Web of Science, and SPORTDiscus. Results: Eight studies were included in the present review. The use of caffeine and beta-alanine supplementation with proteins have been found to be beneficial in both sexes. In older women, a balanced diet, an increase in protein, supplementation with beta hydroxy methyl butyrate, and supplementation with sodium bicarbonate have been favorable. However, no benefit has been seen in older men with sodium bicarbonate or ubiquinone supplementation. Nevertheless, the use of supplements should be prescribed according to individual characteristics and physical activity. Conclusions: Caffeine and high protein supplement with beta-alanine may provide positive effects in the older population. In addition, in older women, bicarbonate supplementation and beta-hydroxyethyl butyrate (HMB), lysine, and arginine supplementation have shown positive effects on exercise performance.

**Keywords:** diet; nutritional supplements; physical activity; older adults

## 1. Introduction

Worldwide, the older population (over 60) is growing faster than any other group, due to a longer life expectancy and a lower birth rate [1]. However, the ageing of the population can be considered a success of public health policies and socio-economic development. Ageing is also a challenge for today's society, which must adapt and improve the functional capacity of the older population, their participation in the society, and their individual security [2].

Ageing has been represented as a sequence of physical and physiological changes, specifically on muscle mass, known as sarcopenia. This involves a progressive loss of skeletal muscle mass, associated mainly with an age increment that determines a loss of strength, with the risk of generating a disability,

decreasing quality of life, and even ending in death. This reflects a reduction in anabolism and an increase in catabolism, together with a reduced capacity for muscle regeneration [3–6]. Because of the decrease in strength and mobility, independence is reduced, which increases the risk of falls, with the consequent increase in the incidence of fractures and impairment of recovery, thereby increasing the morbidity and demand for health and social care [7,8].

It is often difficult to distinguish between biological ageing and physical inactivity, because physical inactivity can cause further biological deterioration, leading to accelerated ageing. With ageing, there is a natural decay in physiological function, and this is complicated because, in turn, society becomes more sedentary over the years [9]. As a result of physical inactivity and age, muscle strength decreases, and this muscle weakness can compromise sports performance and daily living activities [3]. It is true that the biological process of ageing cannot be stopped with physical activity, but there is evidence that regular physical activity can minimize the physiological effects that occur with a sedentary lifestyle. In addition, there are also indications that regular physical activity reduces the risk of developing chronic diseases and has improvements on both physiological and cognitive levels in older people, such as slowing or delaying cognitive decline and increasing aerobic capacity, muscle strength, muscle mass, and bone density, so all healthy older people should perform regular physical activity and avoid an inactive lifestyle [10]. Additionally, a meta-analysis performed by Chou et al. (2012) [11], which investigated the effect that exercise had on physical function, activities of daily living, and quality of life in the elderly, gave evidence that exercise is beneficial for increasing speed of walking, improving balance, and improving performance in the activities of everyday life of older people. However, the findings suggest that there are no significant differences in the quality of life between frail elderly who are trained and untrained.

Exercise practices have been studied to determine if they reduce the risk of falls in the older population. Results showed how balance training may be effective. Furthermore, stretching and flexibility training have also been studied, and there is some evidence that flexibility can be increased in the main joints. However, it is not established how much or what type of range of motion exercises are the most effective [10]. Strength training by itself is of particular value to older people, because it improves muscle strength and muscle mass [5,6,10]. Nevertheless, the most common type of physical activity among older people is endurance exercises. Dallosso et al. (2003) [12] evaluated the daily activities carried out by 507 people between 65 and 74 years old and 537 people of 75 years or more. Most of the exercises that they performed involved maintenance of the house and the garden, as well as leisure activities, such as swimming and cycling, but by far the most practiced activity was walking. Comparing by sex, women are less physically active than men, in terms of aerobic exercise, and have less strength in the lower body [13,14].

Body composition measurements have shown that fat-free body mass has been positively associated with physical activity and negatively with age [15]. A higher level of physical activity is associated with greater muscle mass. A longitudinal evaluation of 3 years in men and women over 65 years showed that physical leisure time activity did not prevent the loss of muscle mass; however, a higher level of physical activity was associated with greater muscle mass [16]. Another longitudinal study also found that in older women a greater amount of protein was associated with a greater fat-free mass five years later [17]. However, muscle mass does not necessarily increase after training, but improvements can be observed in individual muscles, such as the vastus lateral, and intermediately after an exercise without changes in total lean mass [18]. But the question remains whether an active lifestyle can delay unwanted changes in body composition, such as decreased lean mass.

Regarding nutritional strategies, the older population is one of the groups that presents the greatest risks of nutritional problems due to ageing, as well as psychological, social, and economic changes, so the best strategy to address those issues is prevention and early detection [19]. Adequate nutritional support improves the quality of life, thereby reducing the degree of functional dependence of the elderly [20].

In situations where diseases or injuries occur, good availability of amino acids is important, since, in the absence of nutrients, the muscle is the main source of nutrients for protein synthesis, which causes a reduction in muscle volume [21,22]. The usefulness of supplements has been highlighted due to the action on the skeletal muscular system, which, together with physical activity (mainly endurance), can reduce the impact of osteoporosis, sarcopenia, and ageing in general [15]. In addition, it has been observed that a nutritional intervention in combination with vitamin and/or protein supplements improves quality of life and muscle strength, decreases depressive symptoms, and facilitates activities of daily living [23,24]. At present, to the best knowledge of the authors, there are no bibliographic reviews regarding nutritional strategies and supplements in older people who perform endurance exercises. However, such reviews do exist on strength exercises, since these types of exercises most benefit muscle mass. Therefore, the aim of this study was to review and study the effects of nutritional strategies on body composition and/or performance in the older population engaged in endurance exercise.

## 2. Materials and Methods.

### 2.1. Data Sources and Searches

This systematic review was carried out in accordance with the guidelines of preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis (PRISMA) [25,26].

The source of data collection was direct consultation and access, using the Internet for the scientific literature library of the PubMed, Web of Science, and SPORTDiscus databases. Searches in the databases were performed independently by two authors (A.M.-R and B.J.C.-C.).

For documentary recovery, the keywords “older person” were used: “OLDER PEOPLE” or “OLDER ADULTS” or “ELDERLY” or “AGED”. The Boolean operator “AND” was used to combine these descriptors with “ENDURANCE” and “NUTRITION” or “DIET”. The search equations can be reproduced at any time in the corresponding databases. A search was conducted for each possible combination of the above keywords in each database used. The date of the last update of the search was October 2019.

### 2.2. Inclusion and Exclusion Criteria

The final choice of documents was made according to the fulfilment of the inclusion and exclusion criteria described below. The inclusion criteria were the following: a) randomized clinical trials; b) studies in the English or Spanish language; c) older population; and d) carried out with endurance sports or publications whose subjects are trained in endurance sports. The review also included articles in which an intervention was carried out with supplementation and for those dealing with specific nutrition in older people who perform sports or physical endurance activity. Studies were excluded if they were reported in a) books or book chapters; b) dissemination articles; and c) patents. In addition, publications whose study population was not elderly and those that lacked inclusion of endurance sport were excluded.

### 2.3. Study Selection and Data Extraction

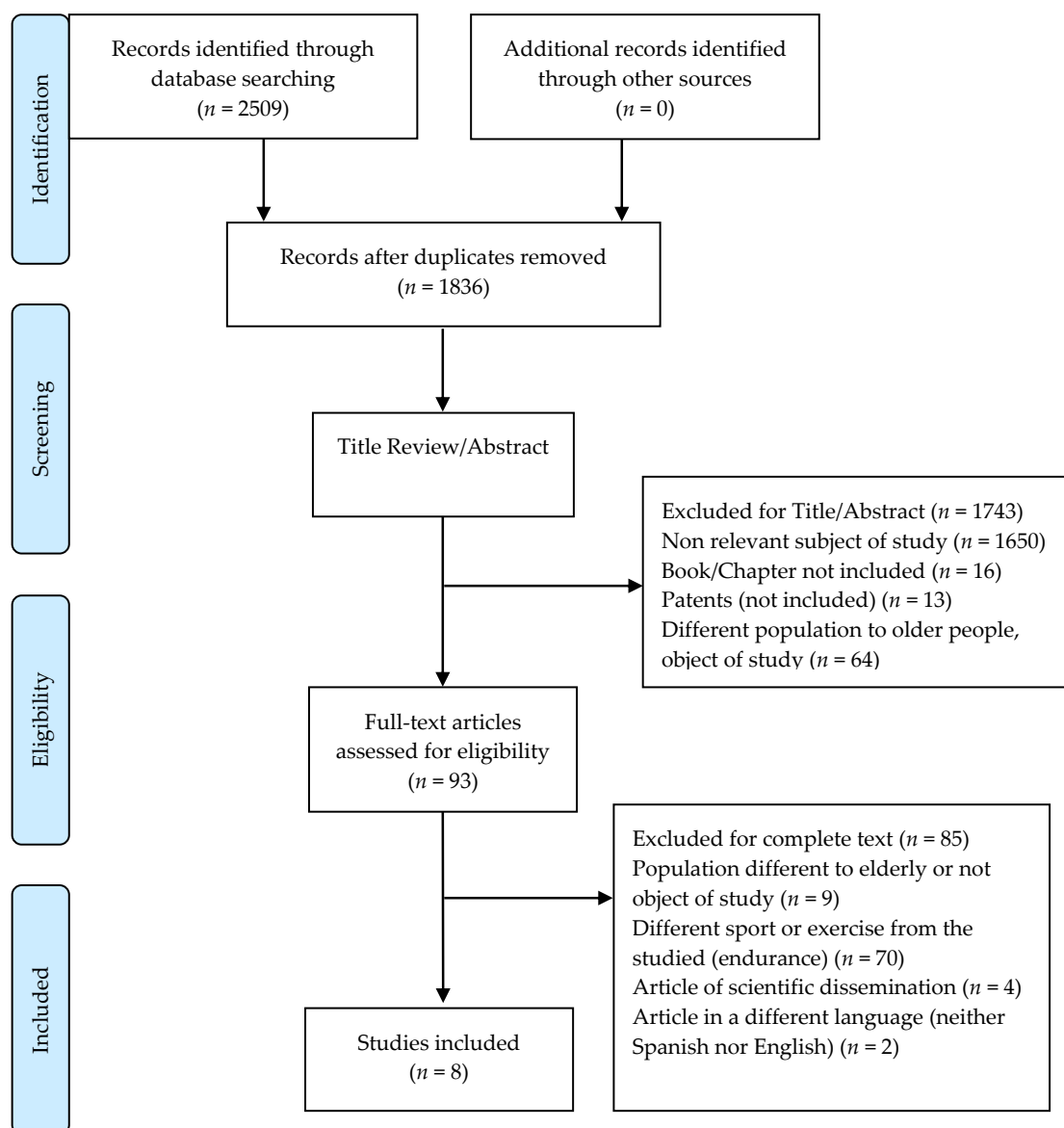
Two reviewers (A.M.-R. and B.J.C.-C.) independently extracted data from the included studies. Data collection took place by extracting information from each study included in this review. The data extracted were characteristics of the subjects, intervention period, measures taken to obtain the results, results, conclusions, type of exercise, and body composition of the subjects.

## 3. Results

### 3.1. General Characteristics of Studies

A total of eight studies were included in this review. The search in the PubMed, Web of Science, and SPORTDiscus databases resulted in a total of 2509 references (734 in PubMed, 1611 in Web of

Science, and 164 in SPORTDiscus), of which 1836 were not duplicated. After removing the duplicate articles and analyzing the title and abstract, 1743 articles did not fit the subject under study (Figure 1). Finally, 93 articles were evaluated as full texts. Of these, 85 were excluded. Therefore, a total of eight studies were included in this review [27–34]. Seven of these studies were published between 2004 and 2014, although there was one from 1995. All were conducted in developed countries (three in the USA, one in the UK, two in Finland, one in Denmark, and one in Belgium) and had sample sizes in the range of 19–113 participants [27–34].



**Figure 1.** Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis (PRISMA) flow diagram.

### 3.2. Risk-of-Bias Assessment

The methodological quality of the studies was assessed with the PEDro scale. Risk of bias was assessed independently by two authors (A.M.-R. and B.J.C.-C.). The purpose of the PEDro scale is to help quickly identify which of the randomized clinical trials may have sufficient internal validity (criteria 2–9) and sufficient statistical information to make their results interpretable (criteria 10–11). An additional criterion (criterion 1) relates to external validity [35]. Table 1 shows the results of the methodological quality of the studies measured by the PEDro scale.

The first item of the PEDro scale was not considered in this review, as it relates to the assessment of the external validity of the studies. Therefore, only items 2–11 were selected for the analysis of methodological quality. Consequently, the maximum score of an article will not be higher than 10 points and the minimum score may be 0 points.

The PEDro scale score ratings have not been validated, but it is highly desirable that six of the studies have a score between 8 and 9 out of 10 and that four studies have a score between 6 and 7 out of 10. This means that all the studies analyzed in this review were of moderate to high quality, with scores greater than or equal to 6/10 on the PEDro scale, therefore having strong internal validity.

### 3.3. Intervention

Table 2 shows the characteristics of the participants and the intervention of each study. Of the studies examined, four were conducted on both men and women [27,28,31,32], three conducted their intervention only on women [29,30,33], and one study was conducted only on men [34].

Regarding studies that examined both women and men, some carried out a training intervention, but others carried out specific endurance testing interventions. In terms of nutritional and supplementation strategies, each study carried out different interventions. Two of the studies [27,32] carried out the intervention with caffeine, although with different doses, and both obtained beneficial results for the participants. McCormack et al. (2013) [28], using a high protein nutritional supplement and two different amounts of beta-alanine, obtained good results to be taken into account. Dawson-Hughes et al. (2010) [31], studied muscle endurance as a “isokinetic muscle endurance of knee extensors and flexors, which were assessed on a Cybex II isokinetic dynamometer; where, after a period of warm-up and familiarization, subjects performed 25 maximal contractions at 240°/s”. In addition, they performed an intervention with sodium bicarbonate, potassium, or sodium chloride and they obtained positive results in women, but not in men. No significant results in terms of body composition were found in any of the studies.

As for the studies carried out only on women, all except the study by Flakoll et al. (2004) [33] carried out specific training and all were different from each other. The nutritional strategies followed in these studies were also disparate: Verschueren et al. (2011) [29] performed a vitamin D intervention, but no beneficial results were obtained. In the study by Sillanpaa et al. (2010) [30], the subjects followed the Finnish nutritional recommendations with  $47 \pm 6\%$  of carbohydrates,  $19 \pm 3\%$  of protein, and  $32 \pm 4\%$  of fat, with no benefit. Finally, Flakoll et al. [33] performed an intervention with a mixture of specific nutrients—beta-hydroxyethyl methyl butyrate (HMB), lysine, and arginine—and obtained beneficial results in older women. Some studies found significant changes in body composition [30,33], with increases in muscle mass in one study and increases in fat-free mass in another.

In the study by Laaksonen et al. (1995) [34], the only study carried out only on men, no specific training was performed; all were trained subjects, but an ergometer endurance test was performed, which compares the intervention with ubiquinone in older and younger men, but no advantageous results were obtained in the older men. There were also no significant changes in the body composition of the participants in this study.

In both sexes, caffeine supplementation and supplementation with a high protein supplement and beta-alanine are beneficial for older people who engage in endurance exercise. Sodium bicarbonate, potassium, or sodium chloride have benefits only in women, reducing nitrogen excretion and reducing the loss of performance and muscle mass, as does HMB, lysine, and arginine supplementation, improving muscle function, strength, and protein synthesis. Supplementation with Vitamin D, following Finnish nutritional guidelines, and supplementation with ubiquinone did not have an endurance-increasing effect on the older population.

**Table 1.** Evaluation of methodological quality (PEDro scale).

Lead Author, Year	1. Selection Criteria	2. Random Assignment	3. Hidden Assignment	4. Similar Groups	5. Blinded Subjects	6. Blinded Therapists	7. Blinded Evaluators	8. Adequate Follow-up	9. Intention to Treat	10. Comparison between Groups	11. Punctual Measures of Variability	Total Score
Ducan et al., 2014 [27]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	8
McCormack et al., 2013 [28]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Yes	7
Verschueren et al., 2010 [29]	Yes	Yes	No	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	7
Sillanpää et al., 2010 [30]	Yes	Yes	No	Yes	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	6
Dawson-Hughes et al., 2010 [31]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	9
Norager et al. 2005 [32]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	no	No	Yes	Yes	Yes	8
Flakoll et al., 2004 [33]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
Laaksonen et al., 1995 [34]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	9

**Table 2.** Article reviews about physical exercise of endurance, nutritional supplementation, and diet; in chronological order following the published year.

Author and Year	Characteristics	Period	Intervention	Measures	Results	Conclusion	Type of Exercise	Corporal Composition
Duncan et al., 2014 [27]	N = 19 Sex: M = 9; F = 10 Age: 66 ± 2 years Non usual caffeine consumers	The sup. is given 60 min before the measurements	G 1: Caffeine (3 mg of caffeine x kg <sup>-1</sup> body mass) G 2: Placebo (3 mg dextrose x kg <sup>-1</sup> body mass)	Test fitness The Rikli and Jones Senior fitness Manual Dexterity Turning Test	G1 significantly improved performance compared to G2. In all analyses, gender was not significant	Acute caffeine intake improves functional performance and manual dexterity in older people.	Non training. The participants were physically active.	There were no pre- or post-intervention data regarding BC.
McCormack et al., 2013 [28]	N = 44 Age: 70.7 ± 6.2 years G1: N = 16 / Sex: M = 11; F = 5 G2: N = 15 / Sex: M = 5; F = 10 G3: N = 13 / Sex: M = 6; F = 7	12 weeks	G1: twice a day, Ensure high protein (ONS) G2: twice a day, ONS plus 800 mg beta-alanine G3: twice a day, ONS plus 1200 mg beta-alanine	Submaximal discontinuous test in cyclo-ergometer Manual grip dynamometer 30-sec sit-to stand (STS)DEXA	G2 and G3 show significant improvements in their PWCF and were not significantly different. No improvements in GRIP G3: improvement in 30s STS test There were no significant changes in BC for any G.	ONS strengthened with beta-alanine can improve physical work capacity, muscle quality, and its function in older men and women.	No training	There were no differences in body mass, fat free mass, or fat mass.

Table 2. Cont.

Author and Year	Characteristics	Period	Intervention	Measures	Results	Conclusion	Type of Exercise	Corporal Composition
Verschuerenet al., 2011 [29]	N: 113 Sex: F Age range: 70–80 years G1: N = 28/Age: 79.8 ± 5.3 G2: N = 26/Age: 80.3 ± 5.3 G3: N = 28/Age: 79.6 ± 5.2 G4: N = 29/Age: 78.7 ± 5.6	6 months	G1: VPT 3 times / week + 880 IU Vit D G2: VPT 3 times / week + 1600 IU Vit D G3 (control): 880 IU Vit D G4 (control): 1600 IU vitamin D	Muscle strength: knee extension with dynamometer CT scan of the thigh	The VPT program did not increase muscle strength, the FM, hip BMD, or serum Vit. D levels compared to a program without exercises. Ingestion of 1600 IU of Vit. D produced a greater increase in serum Vit D levels compared to a dose of 880 IU, but there were no differences in muscle strength between both G.	The strength and MM. do not change significantly The VPT does not offer additional improvements than that provided by vitamin D. A higher dose of vitamin D does not demonstrate muscle benefits in dynamic muscle strength, hip BMD, or serum vitamin D levels compared to conventional doses.	Static and dynamic exercises on a vibrating platform 3 times per week.	No significant differences in FM. G1: BMI: 27.5 (SD 2.7), FM, (cm3): 69.6 (SD 11.3) G2: BMI: 26.4 (SD 4.4), FM, (cm3): 67.3 (SD 8.0) G3: BMI: 27.4 (SD 3.7), FM, (cm3): 72.1 ± 10.2
Sillanpää et al., 2010 [30]	G1: N = 21/Age: 53 ± 8/Sex: F G2: (control) N = 9/Age: 53 ± 8/Sex: F	21 weeks	G1: endurance training (cycle ergometer) 2x week + FNR: 47 ± 6% CH, 19 ± 3% protein, 32 ± 4% fat. G2 (control): No training + FNR	Maximum pedaling force Knee Extender Force DEXA	No improvements in knee extender strength. There is an increase in blood cortisol (32.7 ± 51.3%)	Endurance training with a bicycle twice a week increases the maximum pedaling power, but not muscle strength.	Cycle ergometer: Periodic training in two cycles: Increasing intensity and volume (from 30 min aerobic to 90 min)	G1: significant decrease in BMI and increase in MM in legs. Initial data: G1: Body Mass: 66 ± 9 kg/BMI: 25.1 ± 2.6/% fat 37.4 ± 5.1 G2: Body Mass: 66 ± 8 kg/BMI: 23.4 ± 2.0/% fat: 32.1 ± 6.1

Table 2. Cont.

Author and Year	Characteristics	Period	Intervention	Measures	Results	Conclusion	Type of Exercise	Corporal Composition
Dawson-Hughes et al., 2010 [31]	<p>Sex: F G3 (control): N = 49/ Age: 62.7 ± 7.4 G4: N = 42/ Age: 61.7 ± 7.8</p> <hr/> <p>Sex: M G1 (control): N = 35/ Age: 64.2 ± 8.2 G2: N = 36/ Age: 63.8 ± 8.3</p>	3 months	<p>G1: (control) microcrystalline cellulose capsules G 2: (treatment) 67.5 mmol/day of sodium bicarbonate (sodium, potassium or sodium chloride) in gelatin capsules. Everyone took a calcium triphosphate sup. and a multivitamin with Vit. D3 daily with breakfast</p>	<p>1-RM/Leg press and knee extension Manual dynamometry Cybex II isokinetic dynamometer Blood and urine tests</p>	<p>Sodium bicarbonate sup. was well tolerated and the NAE decreased. NAE was inversely correlated with the change in performance measures. Sodium bicarbonate increased leg press power to 70% of an 1-RM and improved other performance measures.  Sodium bicarbonate sup. was well tolerated and decreased excretion of NAE. The NAE was not correlated with any of the performance measures. The sodium bicarbonate treatment did not have a significant effect on muscle performance in men.</p>	<p>Sodium bicarbonate ingestion decreased nitrogen excretion and sodium bicarbonate-induced decrease in NAE was associated with a reduction in nitrogen excretion. Sodium bicarbonate can reduce age-related loss of muscle performance and mass in older women.  Sodium bicarbonate sup. was well tolerated but had no favorable effects on selected measures of muscle performance in men. The reason may be due to the dose in relation to body size.</p>	No Training	There were no data regarding BC
Norager et al., 2005 [32]	<p>N = 30 Age: 74.7 ± 5.5 N = 15/ Sex: F N = 15/ Sex: M</p>		<p>G1: caffeine 1h before exercise (6 mg/kg) G2 (control): placebo G1 and G2: No caffeine 48 h before. High carb diet 1 day before.</p>	<p>Maximum voluntary isometric force of arm flexion Cycloergometer test Walking speed: 15 m. Perceived effort</p>	<p>G1: improves submaximal isometric strength by 54% and reduces the perceived effort in 5 min by pedaling by 11%. G1 had no significant effect on reaction times or movements</p>	<p>Caffeine sup. increases cycling endurance, isometric flexural strength of the arm, and perceived exertion during cycling in older people.</p>	There was no training	<p>There were no differences. Initial data: Height: 164.3 ± 9.2 m Body Mass: 72.1 ± 13.4 kg</p>



Table 2. Cont.

Author and Year	Characteristics	Period	Intervention	Measures	Results	Conclusion	Type of Exercise	Corporal Composition
Flakoll et al., 2004 [33]	Study 1: G1: N = 13/Age: 84.2 ± 1.6/Sex: F G2: (control) N = 10/Age: 81.1 ± 1.8/Sex: F Study 2: G1: N = 14/Age: 71.5 ± 1/Sex: F G2: (control) N = 13/Age: 71.5 ± 1.5/Sex: F	12 weeks	Study 1 and 2: G1: Orange flavor drink sup. (calcium HMB; arginine; lysine hydrochloride, and ascorbic Ac) Study 1: G2 (control): Drink (maltodextrin and ascorbic acid) Study 2: G2 (control): Drink (nitrogen + non-essential amino acids and ascorbic Ac)	“Get-up-and-go” functionality test Knee extender and knee flexor force Grip Force: Handgrip	G1 obtained a 17% improvement in the “get-up-and-go” test. G1 increased the circumference, leg strength, and grip strength	Sup.with HMB, arginine, and lysine improve functionality, strength, FFM, and protein synthesis, suggesting that this nutritional strategy affects muscle health in older women.	No training	G1: increases FFM (0.7 ± 0.3 kg) compared to subjects with a placebo sup. (0.0–0.3 kg)
Laaksonen et al., 1995 [34]	N = 19 Elderly men: N = 8/Age: 60–74 y/Sex: M Young men: N = 11/Age: 22–38/Sex: M	6 weeks separated by a 4 week rest period	G1: Ubiquinone + Placebo G2: Placebo + Ubiquinone Treatment phase: 120 mg ubiquinone + fish oil. Placebo phase: 120 mg of placebo + fish oil.	Ergometer endurance exercise tests Muscle biopsy to determine ubiquinone.	The concentration of ubiquinone in blood increased after sup. in older and younger people. The time to fatigue was longer after placebo intake than after the treatment phase.	Ubiquinone was ineffective in reducing fatigue and improving aerobic and anaerobic function and was also ineffective as an ergogenic aid in trained young and older men.	There was no training of the study, but they were trained subjects.	There were no data regarding BC.

Anthropometric (ANTP); body composition (BC); bone mineral density (BMD); body mass index (BMI); carbohydrates (CH); computerized tomography (CT); dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA); everyday activity (EDA); energy expenditure (EE); feminine (F); Finnish nutritional recommendations (FNR); fat mass (FM); fat free mass (FFM); group (G); hand grip dynamometer (GRIP); beta-hydroxy methyl butyrate (HMB); international units (IU); masculine (M); muscular mass (MM); repetition maximum (RM); net acid excretion (NAE); oral nutritional supplement (ONS); physical work capacity at the fatigue threshold (PWCFT); repetition maximum (RM); supplement (Sup); sit-to-stand (STS); Vitamin D (Vit. D); Vitamin D3 (Vit. D3); vibrating platform training (VPT).

#### 4. Discussion

The aim of this review was to present, while making comparisons between the sexes, the physical and physiological changes experienced by older people as a result of endurance interventions and nutritional supplements. It has been observed that more studies have been conducted in older women than in older men, and the results have shown that there are different nutritional strategies that, along with endurance training, are beneficial for this population. Ageing is associated with an increase in adiposity in sedentary individuals that increases the prevalence of obesity and the comorbidities associated with obesity [36,37]. A sedentary lifestyle is also associated with the loss of muscle mass and strength, which increases the risk of falls and bone fractures with age [38–40]. Therefore, identifying sports and nutritional strategies can help older adults promote body mass and fat loss while maintaining muscle mass and strength to help reduce the risk of age-related comorbidities and/or injuries and to improve health markers and functional capacity.

Nutritional requirements in the elderly are difficult to determine due to physiological changes, which can affect the nutritional status. Daily protein needs are increased in the elderly for many reasons, such as resistance to anabolism, lower postprandial availability of amino acids, sarcopenia, and disease-related protein catabolism [41]. Despite the differences that older people have in terms of general health and physiological status, the recommended daily amounts of protein are the same for adults of all ages (0.8 g protein/kg body mass/day) [41]. However, evidence suggests recommendations for optimal protein intake for adults over 65, which are between 1 and 1.2 g/kg of body mass/day [42–46].

In addition, suboptimal nutrition and resistance to anabolic stimuli have been related to skeletal muscle loss in old people. Nevertheless, adequate ingestion of basic nutrients, like amino acids, could contribute to muscle protein metabolism during an endurance training period [47].

Therefore, the supply of nutrients after exercise is important for the maintenance of skeletal muscle (proteins and carbohydrates). Sillanpaa et al. (2010) observed that a balanced diet, together with endurance training, increases muscle power in older women [30]. However, the nutritional needs of trained and untrained older people will be different [48] and the use of specific supplements will also depend on individual characteristics, including age, physical condition, the sex of the person, sports practice, or activity carried out at a specific time and the objective the person seeks with the intake of the supplement [27,31,33,49]. When it comes to hydration, although water requirements are no different in younger and older adults, older people are more likely to have inadequate water intake. Dehydration and electrolyte imbalance are common, since the sensation of thirst decreases with age, as well as the efficiency of renal and pulmonary mechanisms. Therefore, fluid intake should be increased, and it is recommended that older people consume 1.2–2 L of water per day to maintain the fluid balance and consume water before, during, and after exercise to prevent dehydration [50].

In reference to supplements, various types have been found in the literature that can potentially improve the performance or health status of older people who perform sports or physical endurance activity. Each supplement has its own characteristics and objectives of use and will be classified as stimulants, HMB, buffers, or antioxidants.

Caffeine has been well recognized for its exciting and anti-depressive properties, which produce a stimulation of the mood and antisoporifers, which reduce fatigue and increase physical performance capacity [3,27,51]. Caffeine also increases the conversion of reserve lipids into free fatty acids and can thus be used as a source of energy and save the use of muscle glycogen stores [49].

Duncan et al. (2014) [27] demonstrated that an acute intake of caffeine (3 mg·kg<sup>-1</sup> of body mass) improves functional performance and manual dexterity in older men and women, so it can improve the ability to perform daily tasks. Norager et al. (2005) [32] also found that a caffeine intake of 6 mg/kg body mass increases cycling endurance, resistance to isometric flexion of the arm, and perceived exertion in older people. Both studies measured the effect 60 min after caffeine intake, as the maximum concentration of caffeine in blood plasma is 1 h after intake. These findings provide evidence of the beneficial effect of caffeine in older people. Information on the recommended dose of caffeine for the elderly varies between a dose of 200 mg and relative doses from 1.5 mg·kg<sup>-1</sup> of body mass to 9 mg·kg<sup>-1</sup>

of body mass [52,53]. However, a dose in the range of 3–6 mg·kg<sup>-1</sup> of body mass is considered optimal to achieve physical and mental effects and to minimize the adverse effects of caffeine [54].

It is important to take into account the possible adverse effects of caffeine; therefore, it should be known that it can interact with other supplements and nutrients, such as sodium bicarbonate, creatine, and carbohydrates. Although there is no clear evidence on the safe maximum amounts of caffeine, specialists recommend not to exceed 500 mg/day of caffeine [36].

HMB is a compound derived from leucine that influences muscle protein catabolism, cell membrane integrity, and sarcolemma stabilization [51]. It is attributed to an anticatabolic action, since it reduces the degradation of proteins and cell damage that occur during intense exercise. It has been proposed that the anti-catabolic effects often observed with leucine supplementation during periods of stress are mediated by HMB [36].

It has also been seen that supplementation with HMB (1.5 to 3 g/day) reduces markers of muscle catabolism and increases lean mass and strength in sedentary subjects at the start of the training period [49,51]. In the study by Flakoll et al. (2004) [33], with an intake of 2 g of HMB, 5 g of arginine, and 1.5 g of lysine HCl for 12 weeks, the functionality, strength, fat-free mass, and protein synthesis in older women improved. Therefore, supplementation with HMB positively affects muscle health in older women.

Beta-alanine is a precursor of carnosine, the main function of which is to act as an intramuscular hydrogenation buffer. The decrease in muscle carnosine levels can lead to a decrease in muscle buffering capacity, decreasing the ability to eliminate hydrogen ions during anaerobic activities [28].

McCormack et al. (2013) [28] showed how beta-alanine supplementation and a high protein ingestion can improve physical work capacity, muscle quality, and function in older men and women, but no difference was shown between a supplementation of 800 mg and 1200 mg of beta-alanine. In addition, there were no significant changes in body mass, lean soft tissue, or fat mass. In this study, the controversy remains that the effect found could not be attributed to beta-alanine supplementation, if not to the high protein ingestion through protein supplements.

Sodium bicarbonate is an alkalizing substance that acts as a buffer in an acid medium [51]. Metabolic acidosis promotes protein degradation and nitrogen excretion, and Dawson-Hughes et al. (2010) [31] found that a maintained sodium bicarbonate administration decreases nitrogen excretion and improves performance in healthy postmenopausal women, but not in men.

Positive effects of sodium bicarbonate in older men may not have been found due to the relationship of the dose with the body size. In relation to sodium bicarbonate supplementation, it has also been seen that chronic or repeated use of sodium bicarbonate supplements before interval training sessions can improve adaptation to the training, as well as improve performance during [36].

Regarding the role of vitamins, Verschueren et al. (2011) [29] studied the changes that occurred in older women after use of a vitamin D supplement once a day, comparing the effects of a high dosage (1600 IU) and a conventional dosage (880 IU). The two studied groups, also undergoing vibration platform training (EPV), had no significant differences. Strength and muscle mass did not change significantly, and a higher dose of vitamin D did not show muscle benefits in dynamic muscle strength, hip bone mineral density (BMD), or serum vitamin D levels compared to conventional doses in older women. Campbell and Geik (2004) [55] conducted a review, in which they found no evidence that supplementation with any specific micronutrient (vitamin or mineral) can improve performance (as long as there is no specific deficiency).

Coenzyme Q10, also known as ubiquinone, is a fat-soluble benzoquinone, a nonessential nutrient found primarily in animal foods and, in low amounts, in vegetables. In the human organism, it is mainly located in the heart and skeletal muscle. It acts in the production of ATP in the electronic transport chain and has an important antioxidant effect by inhibiting lipid and protein peroxidation and eliminating free radicals [51]. However, in the study conducted by Laaksonen et al. (1995) [34], no ergogenic effects were observed in trained older men. After supplementation with 120 mg of

ubiquinone for 6 weeks, ubiquinone was ineffective in reducing fatigue and improving aerobic and anaerobic function in older men.

Therefore, it has been observed that caffeine improves performance, manual dexterity, and performance of day-to-day tasks and increases endurance in both men and older women [27,32]. Likewise, beta-alanine supplementation, together with a protein supplement, can improve physical work capacity, muscle quality, and function in both sexes [28].

In older women, it has been seen that a balanced diet, along with endurance training, increases muscle power [30]. As for more favorable nutritional strategies in women, it has been seen that supplementation with HMB, arginine, and lysine can improve functionality, strength, fat-free mass, and protein synthesis [33]. Moreover, sodium bicarbonate supplementation can decrease nitrogen excretion and improve performance [31]. However, supplementation with vitamin D has no effect on dynamic muscle strength in older women as long as there is no deficit [29].

In older men, it has been observed that sodium bicarbonate supplementation is not effective, and therefore no favorable effects are obtained in measures of muscular performance [31]. In addition, coenzyme Q10 also appears to be ineffective at reducing fatigue and improving aerobic and anaerobic function in older men [34].

However, the type of supplement or meal plan used, the dose, and the form of training or physical activity guidelines should be properly studied and adapted to each person individually, according to his or her nutritional needs, physical abilities, and level of health to prevent disease, improve general health, and increase performance, in some cases.

It was observed that, in most of the studies analyzed in this review, the subjects did not present significant changes in body composition. Three of the studies [27,31,34] did not evaluate body composition, so it was not possible to observe if there was any change after the interventions.

Beneficial changes in body composition have been found only in two studies conducted in women [32,34]. In the study by Sillampaa et al. (2010) [30], a decrease in BMI was observed, and therefore of body mass, and an increase in muscle mass in the legs after periodic two-cycle training, increasing intensity and volume in a cycle ergometer. In the other study [33], only body mass and fat-free mass were assessed, with an increase with differences in the group supplemented with HMB, arginine, and lysine compared to the placebo group. The rest of the studies [30,31,36] examined body composition but found no significant differences after the intervention period for any group.

Therefore, the only changes in body composition have been found in women. There is not enough evidence to establish a relationship between endurance training with nutritional strategies and men's body composition. The most significant changes in the study by Sillampaa et al. (2010) [30] in women, in addition to the supplementation intervention, can be associated with the performance of specific endurance training, such as a programmed circuit or cycle periods in a cycle ergometer.

The main limitation of the present study is the shortage of studies evaluating the interactive effects of diet and endurance exercise in the elderly and those differentiated between older men and women in their results. In addition, the age of the participants in all the studies was not homogeneous. The endurance interventions in the studies were very different and the workload was not equally quantified. However, a strength of this study is that the conclusions for older people are safe because many comparisons have been made between different nutritional strategies that positively affect their health when doing endurance training.

Future research is required to optimize the health of the elderly and recommend endurance training and appropriate nutritional strategies. Future research should include intervention-based studies to see what types of endurance training are the most effective for older people and to improve their physical qualities. In addition, studies should consider long-term nutritional strategies to see if their quality of life improves. There is an obvious need for more research to assess the influence of endurance exercise and dietary intake of older people and to use performance indices as primary outcomes.

## 5. Conclusions

This review provides a compilation of nutritional strategies studied in older people undergoing endurance training. There are different nutritional supplements in both sexes that have positive effects, such as caffeine or high protein supplement with beta-alanine. In older women, supplementation with bicarbonate, HMB, lysine, and arginine also have shown positive effects on exercise performance. Health professionals should be aware of these strategies and consider their use for different interventions or supplementation protocols. No additional or exclusive effects were found in the population of older men. These high-quality nutritional practices provide a strong foundation for minimizing the adverse physiological effects of ageing on older people and maintaining health and wellbeing.

**Author Contributions:** Conceptualization, A.M.-R. and J.Á.R.-A.; methodology, A.M.-R.; software, A.M.-R. and B.J.C.-C.; formal analysis, A.M.-R. and B.J.C.-C.; investigation, A.M.-R. and J.Á.R.-A.; resources, B.J.C.-C., M.M.-O., M.H.-G., and M.V.-M.; data curation, A.M.-R., B.J.C.-C., M.M.-O., M.H.-G., and M.V.-M.; writing—original draft preparation, A.M.-R. and B.J.C.-C.; writing—review and editing, A.M.-R. and J.Á.R.-A.; visualization, A.M.-R. and J.Á.R.-A.; supervision, A.M.-R. and J.Á.R.-A.; project administration, A.M.-R. and J.Á.R.-A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** No funding.

**Conflicts of Interest:** Authors declare no conflict of interests.

## References

1. Christensen, K.; Doblhammer, G.; Rau, R.; Vaupel, J.W. Ageing populations: The challenges ahead. *Lancet* **2009**, *74*, 1196–1208. [[CrossRef](#)]
2. WHO. Ageing and Life Course. WHO, 2019. Available online: <https://www.who.int/ageing/en/> (accessed on 16 July 2020).
3. Tarnopolsky, M.A. Nutritional Consideration in the Aging Athlete. *Clin. J. Sport Med.* **2008**, *18*, 531–538. [[CrossRef](#)]
4. Walrand, S.; Guillet, C.; Salles, J.; Cano, N.; Boirie, Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *Clin. Geriatr. Med.* **2011**, *27*, 365–385. [[CrossRef](#)]
5. Narici, M.V.; Maffulli, N. Sarcopenia: Characteristics, mechanisms and functional significance. *Br. Med. Bull.* **2010**, *95*, 139–159. [[CrossRef](#)]
6. Cruz-Jentoft, A.J.; Baeyens, J.P.; Bauer, J.M.; Boirie, Y.; Cederholm, T.; Landi, F.; Martin, F.C.; Michel, J.-P.; Rolland, Y.; Schneider, S.M.; et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* **2010**, *39*, 412–423. [[CrossRef](#)]
7. Vetta, F.; Ronzoni, S.; Taglieri, G.; Bollea, M.R. The impact of malnutrition on the quality of life in the elderly. *Clin. Nutr.* **1999**, *18*, 259–267. [[CrossRef](#)]
8. Rolland, Y.; Czerwinski, S.; Van Kan, G.A.; Morley, J.E.; Cesari, M.; Onder, G.; Woo, J.; Baumgartner, R.; Pillard, F.; Boirie, Y.; et al. Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J. Nutr. Health Aging* **2008**, *12*, 433–450. [[CrossRef](#)]
9. Wilmore, J.H.; Costill, D.L. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*; Paidotribo: Barcelona, Spain, 2004.
10. Chodzko-Zajko, W.J.; Proctor, D.N.; Fiatarone Singh, M.A.; Minson, C.T.; Nigg, C.R.; Salem, G.J.; Skinner, J.S. Exercise and physical activity for older adults. *Med. Sci. Sport. Exer.* **2009**, *41*, 1510–1530. [[CrossRef](#)]
11. Chou, C.-H.; Hwang, C.-L.; Wu, Y.-T. Effect of exercise on physical function, activities of daily living, and quality of life in the frail elderly: A meta-analysis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **2012**, *93*, 237–244. [[CrossRef](#)]
12. Dallosso, H.M.; McGrother, C.W.; Matthews, R.J.; Donaldson, M.M.K.; Leicestershire MRC Incontinence Study Group. The association of diet and other lifestyle factors with overactive bladder and stress incontinence: A longitudinal study in women. *BJU Int.* **2003**, *92*, 69–77. [[CrossRef](#)]
13. CDC. Data and Statistics. Available online: <https://www.cdc.gov/physicalactivity/data/> (accessed on 16 July 2020).
14. Oman, D.; Reed, D.; Ferrara, A. Do elderly women have more physical disability than men do? *Am. J. Epidemiol.* **1999**, *150*, 834–842. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Drewnowski, A.; Warren-Mears, V.A. Does aging change nutrition requirements? *J. Nutr. Health Aging.* **2001**, *5*, 70–74. [[PubMed](#)]

16. Baumgartner, R.N.; Waters, D.L.; Gallagher, D.; Morley, J.E.; Garry, P.J. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech. Ageing Dev.* **1999**, *107*, 123–136. [[CrossRef](#)]
17. Houston, D.K.; Nicklas, B.J.; Ding, J.; Harris, T.B.; Tylavsky, F.A.; Newman, A.B.; Lee, J.S.; Sahyoun, N.R.; Visser, M.; Kritchevsky, S.B.; et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: The Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) study. *Am. J. Clin. Nutr.* **2008**, *87*, 150–155. [[CrossRef](#)]
18. Geirsdottir, O.G.; Arnarson, A.; Ramel, A.; Jonsson, P.V.; Thorsdottir, I. Dietary protein intake is associated with lean body mass in community-dwelling older adults. *Nutr. Res.* **2013**, *33*, 608–612. [[CrossRef](#)]
19. Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE); Sociedad Española de Geriátría y Gerontología (SEGG). Valoración Nutricional en el Anciano. Available online: [https://www.segg.es/media/descargas/Acreditacion%20de%20Calidad%20SEGG/Residencias/valoracion\\_nutricional\\_anciano.pdf](https://www.segg.es/media/descargas/Acreditacion%20de%20Calidad%20SEGG/Residencias/valoracion_nutricional_anciano.pdf) (accessed on 16 July 2020).
20. Casimiro, C.; García De Lorenzo, A.; Usán, L.; El Grupo De Estudio, Y.; Geriátrico, C. Evaluación del riesgo nutricional en pacientes ancianos ambulatorios. *Nutr. Hosp.* **2001**, *3*, 97–103. (In Spanish)
21. Wolfe, R.R. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* **2006**, *84*, 475–482. [[CrossRef](#)]
22. Demling, R.H. Nutrition, anabolism, and the wound healing process: An overview. *Eplasty* **2009**, *9*, 9.
23. Rondanelli, M.; Opizzi, A.; Antonello, N.; Boschi, F.; Iadarola, P.; Pasini, E.; Aquilani, R.; Dioguardi, F.S. Effect of essential amino acid supplementation on quality of life, Amino acid profile and strength in institutionalized elderly patients. *Clin. Nutr.* **2011**, *30*, 571–577. [[CrossRef](#)]
24. Rolland, Y.; Onder, G.; Morley, J.E.; Gillette-Guyonnet, S.; Abellan van Kan, G.; Vellas, B. Current and future pharmacologic treatment of sarcopenia. *Clin. Geriatr. Med.* **2011**, *27*, 423–447. [[CrossRef](#)]
25. Moher, D.; Shamseer, L.; Clarke, M.; Ghersi, D.; Liberati, A.; Petticrew, M.; Shekelle, P.; Stewart, L.A.; PRISMA-P Group. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *BMC* **2016**, *20*, 148–160.
26. Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D.G. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med.* **2009**, *6*. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Duncan, M.J.; Clarke, N.D.; Tallis, J.; Guimarães-Ferreira, L.; Ledington Wright, S. The effect of caffeine ingestion on functional performance in older adults. *J. Nutr. Heal. Aging* **2014**, *18*, 883–887. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. McCormack, W.P.; Stout, J.R.; Emerson, N.S.; Scanlon, T.C.; Warren, A.M.; Wells, A.J.; Gonzalez, A.M.; Mangine, G.T.; Robinson, E.H.; Fragala, M.S.; et al. Oral nutritional supplement fortified with beta-alanine improves physical working capacity in older adults: A randomized, placebo-controlled study. *Exp. Gerontol.* **2013**, *48*, 933–939. [[CrossRef](#)]
29. Verschueren, S.M.; Bogaerts, A.; Delecluse, C.; Claessens, A.L.; Haentjens, P.; Vanderschueren, D.; Boonen, S. The effects of whole-body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: A 6-month randomized, controlled trial. *J. Bone Miner. Res.* **2011**, *26*, 42–49. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
30. Sillanpää, E.; Häkkinen, A.; Laaksonen, D.E.; Karavirta, L.; Kraemer, W.J.; Häkkinen, K. Serum basal hormone concentrations, nutrition and physical fitness during strength and/or endurance training in 39–64-year-old women. *Int. J. Sports Med.* **2010**, *31*, 110–117. [[CrossRef](#)]
31. Dawson-Hughes, B.; Castaneda-Sceppa, C.; Harris, S.S.; Palermo, N.J.; Ceglia, L.; Cloutier, G.; Dallal, G.E. Impact of supplementation with bicarbonate on lower-extremity muscle performance in older men and women. *Osteoporos. Int.* **2010**, *21*, 1171–1179. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
32. Norager, C.B.; Jensen, M.B.; Madsen, M.R.; Laurberg, S. Caffeine improves endurance in 75-yr-old citizens: A randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *J. Appl. Physiol.* **2005**, *99*, 2302–2306. [[CrossRef](#)]
33. Flakoll, P.; Sharp, R.; Baier, S.; Levenhagen, D.; Carr, C.; Nissen, S. Effect of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate, arginine, and lysine supplementation on strength, functionality, body composition, and protein metabolism in elderly women. *Nutrition* **2004**, *20*, 445–451. [[CrossRef](#)]
34. Laaksonen, R.; Fogelholm, M.; Himberg, J.J.; Laakso, J.; Salorinne, Y. Ubiquinone supplementation and exercise capacity in trained young and older men. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **1995**, *72*, 95–100. [[CrossRef](#)]
35. PEDro scale (English). Available online: <https://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/> (accessed on 16 July 2020).

36. Burke, L. *Nutricion En El Deporte/Nutrition in Sport: Un Enfoque Practico/a Practical Approach*; Editorial Medica Panamericana: Ciudad, Mexico, 2009.
37. Wilborn, C.; Beckham, J.; Campbell, B.; Harvey, T.; Galbreath, M.; La Bounty, P.; Nassar, E.; Wismann, J.; Kreider, R. Obesity: Prevalence, Theories, Medical Consequences, Management, and Research Directions. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* **2005**, *2*, 4–31. [[CrossRef](#)]
38. Perna, S.; Peroni, G.; Anna, F.M.; Bartolo, A.; Naso, M.; Miccono, A.; Rondanelli, M. Sarcopenia and sarcopenic obesity in comparison: Prevalence, metabolic profile, and key differences. A cross-sectional study in Italian hospitalized elderly. *Aging Clin. Exp. Res.* **2017**, *29*, 1–10.
39. Baccaro, L.F.; Conde, D.M.; Costa-Paiva, L.; Pinto-Neto, A.M. The epidemiology and management of postmenopausal osteoporosis: A viewpoint from Brazil. *Clin. Interv. Aging* **2015**, *10*, 583–591. [[CrossRef](#)]
40. Marzetti, E.; Calvani, R.; Tosato, M.; Cesari, M.; Di Bari, M.; Cherubini, A.; Broccatelli, M.; Saveria, G.; D'Elia, M.; Pahor, M.; et al. Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging Clin. Exp. Res.* **2017**, *29*, 35–42. [[CrossRef](#)]
41. Deutz, N.E.P.; Bauer, J.M.; Barazzoni, R.; Biolo, G.; Boirie, Y.; Bony-Westphal, A.; Cederholm, T.; Cruz-Jentoft, A.; Krznarić, Z.; Nair, K.S.; et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin. Nutr.* **2014**, *33*, 929–936. [[CrossRef](#)]
42. Volpi, E.; Campbell, W.W.; Dwyer, J.T.; Johnson, M.A.; Jensen, G.L.; Morley, J.E.; Wolfe, R.R. Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance? *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* **2013**, *68*, 677–681. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
43. Bauer, J.; Biolo, G.; Cederholm, T.; Cesari, M.; Cruz-Jentoft, A.J.; Morley, J.E.; Phillips, S.; Sieber, C.; Stehle, P.; Teta, D.; et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the prot-age study group. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **2013**, *14*, 542–559. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
44. Koopman, R. Dietary protein and exercise training in ageing. *Proc. Nutr. Soc.* **2011**, *70*, 104–113. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
45. Gaffney-Stomberg, E.; Insogna, K.L.; Rodriguez, N.R.; Kerstetter, J.E. Increasing dietary protein requirements in elderly people for optimal muscle and bone health. *J. Am. Geri. Soc.* **2009**, *57*, 1073–1079. [[CrossRef](#)]
46. Morley, J.E.; Argiles, J.M.; Evans, W.J.; Bhasin, S.; Cella, D.; Deutz, N.E.P.; Doehner, W.; Fearon, F.C.; Ferrucci, L.; Hellerstein, M.K.; et al. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **2010**, *11*, 391–396. [[CrossRef](#)]
47. Durham, W.J.; Casperson, S.L.; Dillon, E.L.; Keske, M.A.; Paddon-Jones, D.; Sanford, A.P.; Hickner, R.C.; Grady, J.J.; Sheffield-Moore, M. Age-related anabolic resistance after endurance-type exercise in healthy humans. *FASEB J.* **2010**, *24*, 4117–4127. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
48. Churchward-Venne, T.A.; Holwerda, A.M.; Phillips, S.M.; Van Loon, L.J.C. What is the Optimal Amount of Protein to Support Post-Exercise Skeletal Muscle Reconditioning in the Older Adult? *Sports Med.* **2016**, *46*, 1205–1212. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
49. Cherniack, E.P. Ergogenic dietary aids for the elderly. *Nutrition* **2012**, *28*, 225–229. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
50. Kendrick, Z.V.; Nelsonsteen, S.; Scafidi, K. Exercise, Aging, and Nutrition. *South Med. J.* **1994**, *87*, 50–60. [[CrossRef](#)]
51. Palacios, N.; Manonelles, P.; Blasco, R.; Franco, L.; Teresa Gaztañaga, B.M.; García, J.A.V. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte, 2019. Available online: <http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Doc-consenso-ayudas-2019.pdf> (accessed on 15 July 2020).
52. Davis, J.K.; Green, J.M. Caffeine and anaerobic performance: Ergogenic value and mechanisms of action. *Sports Med.* **2009**, *39*, 813–832. [[CrossRef](#)]
53. Astorino, T.A.; Roberson, D.W. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: A systematic review. *J. Strength. Cond. Res.* **2010**, *24*, 257–265. [[CrossRef](#)]
54. Astorino, T.A.; Terzi, M.N.; Roberson, D.W.; Burnett, T.R. Effect of two doses of caffeine on muscular function during isokinetic exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2010**, *42*, 2205–2210. [[CrossRef](#)]
55. Campbell, W.W.; Geik, R.A. Nutritional considerations for the older athlete. *Nutrition* **2004**, *20*, 603–608. [[CrossRef](#)]



## Article

# Benefits of Adding an Aquatic Resistance Interval Training to a Nutritional Education on Body Composition, Body Image Perception and Adherence to the Mediterranean Diet in Older Women

Alejandro Martínez-Rodríguez <sup>1,2,\*</sup> , Bernardo J. Cuestas-Calero <sup>3</sup>, María Martínez-Olcina <sup>1</sup> and Pablo Jorge Marcos-Pardo <sup>4,5</sup> 

<sup>1</sup> Department of Analytical Chemistry, Nutrition and Food Science, Faculty of Sciences, University of Alicante, 03690 Alicante, Spain; maria.martinezolcina@ua.es

<sup>2</sup> Alicante Institute for Health and Biomedical Research (ISABIAL Foundation), 03010 Alicante, Spain

<sup>3</sup> Faculty of Sport, San Antonio Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain; bjcuestas@alu.ucam.edu

<sup>4</sup> Department of Education, Faculty of Education Sciences, University of Almería, 04120 Almería, Spain; pjmarcos@ual.es

<sup>5</sup> SPORT Research Group (CTS-1024), CERNEP Research Center, University of Almería, 04120 Almería, Spain

\* Correspondence: amartinezrodriguez@ua.es



**Citation:** Martínez-Rodríguez, A.; Cuestas-Calero, B.J.; Martínez-Olcina, M.; Marcos-Pardo, P.J. Benefits of Adding an Aquatic Resistance Interval Training to a Nutritional Education on Body Composition, Body Image Perception and Adherence to the Mediterranean Diet in Older Women. *Nutrients* **2021**, *13*, 2712. <https://doi.org/10.3390/nu13082712>

Academic Editor: Carlos Vasconcelos

Received: 16 June 2021

Accepted: 3 August 2021

Published: 6 August 2021

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** The human population is increasing due to lengthening life expectancy, but the quality of life and health of people is moving in the opposite direction. The purpose of this study is to evaluate how aquatic resistance interval training can influence body composition, body image perception and adherence to the Mediterranean diet (MD) in older women participants in a nutrition education program and to study the relation between these variables. Thirty-four participants aged  $69 \pm 4$  years were randomly assigned into two groups: experimental (aquatic resistance interval training plus nutritional intervention) and control (nutritional intervention). The intervention consisted of resistance training in an aquatic environment carried out for 14 weeks (three sessions per week; 60 min each). Body composition, body image perception and adherence to MD diet were evaluated at baseline and 14 weeks. No significant differences were found between groups regarding body image perception and adherence to the MD. There was a significant increase in muscle mass (kg) ( $p < 0.001$ ) and a significant decrease in fat mass (kg) ( $p < 0.001$ ) in the intervention group when compared to the control group. The addition of aquatic resistance interval training to a nutritional intervention was not sufficient to change body image perception and adherence to MD but produced improvement in body composition (through an increase in muscle mass and decrease on fat mass) in older women.

**Keywords:** geriatric rehabilitation; aging; nutrition education; aquatic resistance training

## 1. Introduction

Aging is characterized by a progressive decline in muscle strength, which potentially impacts mobility and translates into frailty and functional disability, especially in the lower extremities [1].

Around the age of 50 years, women reach menopause. Menopause is characterized by hormonal changes that include a decline in estrogen level, which has an important role in bone remodeling [2], cardiovascular disease and mortality [3] in females. Some researchers explain that the absence of estrogen may be a relevant triggering factor for obesity [4]. Estrogen deficiency enhances metabolic dysfunction, predisposing the human body to diabetes mellitus type 2, metabolic syndrome and cardiovascular disease [4].

The perimenopausal phase—the time in which a woman transitions to menopause—centers around shifts to the hormonal system, which are associated with a weight gain, an increase in fat mass [5] and a reallocation of body fat from the lower body (i.e., hips)



to the upper body (i.e., waist and torso) [6]. Given that these shifts are in direct contrast to Western society's young, thin, beauty standard, menopause could be an especially critical window of vulnerability for the development or exacerbation of disordered eating behaviors and attitudes, highlighting body shape image disorders.

Furthermore, there is a direct relation between loss of bone mass and microarchitectural deterioration of bone tissue, and a decrease in bone strength added to subsequently increased fracture risk, which eventually leads to conditions clinically known as osteopenia and osteoporosis [7], which are major health problems. A mechanical stimulus is then needed in order to maintain bone health.

Many parts of the brain that are related to aging may also be sensitive to shifts in hormone levels: for example, gonadal changes, which usually occur around mid-life, are thought to be associated with changes in cognitive function [8], and mood symptoms are well known to be habitual during the menopause transition period [9,10]. Mood symptoms such as depression and anxiety, along with hot flashes and night sweats, may be affiliated with a negative experience of menopause [8]. The experience of menopause is influenced by the cultural and social context. Women who live with a chronic mental health state can experience additional or increased symptoms throughout menopause [8].

In addition, it is important to consider the eating habits of this population. Some research suggests that postmenopausal women present a greater eating disinhibition and dietary restraint compared to premenopausal women [11]. It has been suggested that higher adherence to a healthy dietary pattern, such as the Mediterranean diet (MD), is contrarily associated with being overweight/obese in perimenopausal and postmenopausal women. High adherence to the Mediterranean dietary pattern and a body mass index (BMI) of 25 kg/m<sup>2</sup> or lower might make a women's quality of life better in the postmenopausal phase [12].

The traditional Mediterranean dietary pattern is distinguished by abundant consumption of olive oil (the major source of fat), plant foods (vegetables, fruits, cereals and nuts), fresh fruit as a daily dessert, low to moderate intake of dairy products (cheese and yogurt), low intake of red meat, low to moderate intake of fish and poultry and regular moderate intake of wine, generally consumed during meals.

Regular physical activity (PA) is considered an important element of lifestyle. Numerous epidemiological studies have proved that it has a positive influence on reducing the incidence of many diseases and mortality [13–15]. Regular PA also helps to preserve functional abilities, which play a vital role in motor resourcefulness and self-reliance in everyday life, contributing to a better quality of life and positive self-esteem [16]. In older adults, the best prevention for the accelerated decline in muscle strength and mass is performing resistance training [1], which has been a fundamental part of the American College of Sports Medicine (ACSM) exercise prescription guidelines for older adults since 1998 [17,18]. Safely applied, resistance training has been shown to improve lower and upper body muscle strength in the older adult population, including those suffering from comorbidities such as stroke, postmortem, coronary bypass, hypertension and obesity [1].

Exercise in water, often referred to as water-based exercise, presents a lower risk of traumatic fracture; moreover, the joints are exposed to less stress and impact (reduced loading due to buoyancy) compared to land-based exercise such as running, strength training and resistance training [7]. Furthermore, water-based exercise has been highly recommended for older people, especially those with disability, due to the reduced pain and increased security it can provide, as well as the additional benefits for neuromuscular/functional fitness and cardiometabolic health.

Therefore, menopause marks a period in a woman's life where it is relevant to introduce preventive strategies to reduce the risk of suffering cardiovascular disease, bone health and mortality [2,3].

The main objective of the current study was to evaluate the effect of the addition of aquatic resistance interval training to a nutritional intervention on body composition, body image perception and adherence to MD in older women.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Design

This study was a randomized clinical trial in which the participants were allocated to an experimental group (aquatic resistance interval training) plus nutritional intervention and a control group (nutritional intervention) in order to determine the effectiveness of aquatic resistance interval training on the variables of body composition, body shape and adherence to the MD. The subjects were assigned electronically in a random way by block design into two arms (control and experimental) using online computer software as stated by published recommendations [19]. This procedure was performed by a researcher who was not involved in the interventions or evaluations of this study.

### 2.2. Participants

This study included only female older adults. Forty-five women over the age of 65 years from Alicante, Spain, participated. The inclusion criteria were: to be over 65 years old; not to have undergone surgery in the last year; not to present musculoskeletal, neurological or orthopedic diseases that could affect the ability to perform the tests; to be able to walk independently without orthopedic assistance; and not to have previously performed any of the tests included in the study.

Five participants did not meet the inclusion criteria: one declined to participate, and the other four were not able to participate because of musculoskeletal mobility problems, leaving 40 participants who were randomly allocated to an aquatic resistance-training group and a control group. Over the follow-up period, six participants withdrew from the trial, three from each group. Consequently, just 34 women were involved in the analysis. Both groups presented no differences in the demographic variables, and all withdrawals were because of personal reasons (Figure 1).

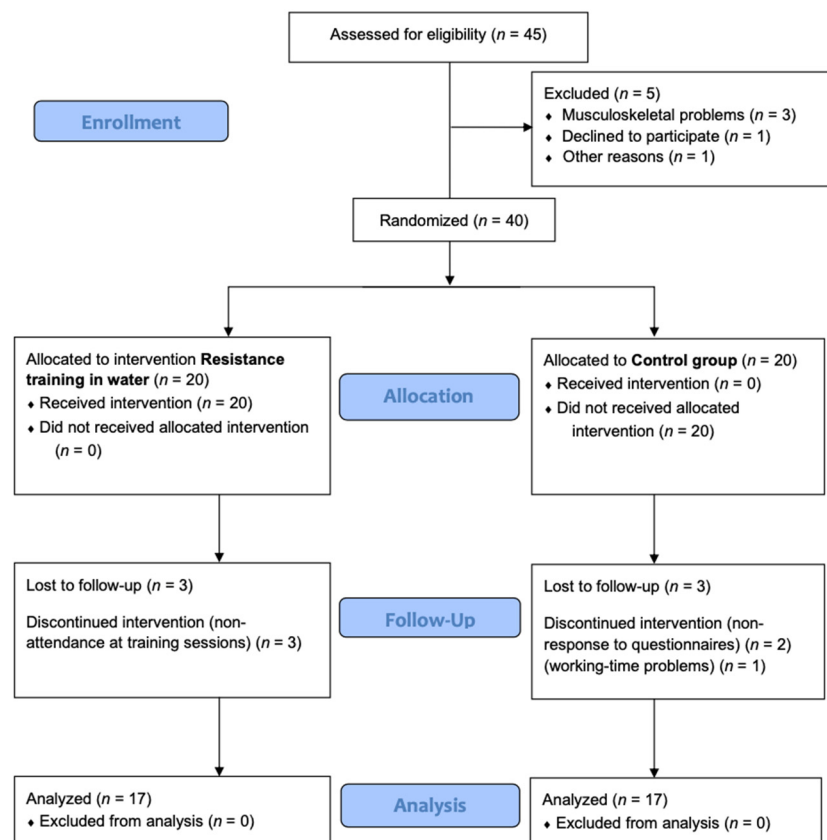


Figure 1. Consort 2010 flow diagram.

### 2.3. Declarations: Ethical Approval, Consent to Participate and Consent for Publication

The present study was carried out in agreement with the standards of the Helsinki Declaration. The Human Research Ethics Committee of the Catholic University of Murcia (Spain) gave approval to run a randomized trial (CE061920) and prior to the experiment all study participants provided written consent. Furthermore, researchers kept the participants' personal data confidential by codifying all personal information.

### 2.4. Study Intervention

Evaluation methods regarding body composition, body image perception and adherence to a Mediterranean diet were administered to both groups at baseline and after intervention (14 weeks).

#### 2.4.1. Aquatic Resistance Interval Training

The intervention consisted of a training programme in an aquatic environment. Supervised resistance training was performed for 14 weeks. The sessions were conducted in a heated pool three times a week for 60 min per session. The sessions began with a 15 min warm-up consisting of aerobic and resistance exercises (10 min) and stretching (5 min) of all the muscle groups involved, followed by 30 min of comprehensive interval resistance training involving four 5 min sessions with a 2 min rest between each session.

In each session, the same exercises (pectoral/back, hip flexor/extensor, biceps/triceps, knee flexor/extensor, shoulder and core) were performed for 1 min consecutively, with intervals of 30, 20 and 10 s [20] and at low, moderate and high perceived intensity, respectively [21]. According to the perceived exertion scale, when participants needed to increase the intensity of the upper hemisphere exercises, they put on resistance gloves or resistance dumbbells, whereas for the lower-hemisphere exercises, they put on resistance anklets.

Finally, in the last 10–15 min, stretching (5 min) and relaxation exercises (10 min) were performed. In all the intervention sessions, the perception of effort was controlled using the Borg scale [22].

#### 2.4.2. Nutritional Education

Additionally, all participants received the same nutritional education, based on the MD divided into four theoretical and practical workshops of 60 min for 14 weeks in order to provide updated information about the benefits of following an adequate food pattern. Trained dietitians conducted the sessions. The topics covered in the sessions were: (1) food and nutrition, MD pyramid and a modern lifestyle—daily, weekly and occasional dietary guidelines to achieve a healthy and balanced diet; (2) health and gastronomy—preparation of healthy menus that include components of the MD with an impact on cardiovascular prevention and cognitive deterioration; (3) MD associated with healthy aging, hydration and macro- and micronutrients; and (4) a seminar on sugars and sweeteners—presentation of the effects of sugar consumption on health and the evaluation of different types of sugars and sweeteners and processed products and risk of diseases associated with the consumption of foods not included in the MD. All the participants attended all the sessions, with the aim of standardizing the diet of the sample, to avoid eating habits being a potential confounding factor of the results obtained as an effect of the training.

### 2.5. Outcome Measurements

#### 2.5.1. Body Composition

Women were profiled by Level 3 International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)-accredited anthropometrists according to ISAK guidelines [23]. The weights and heights of all participants were measured using high-quality electronic calibrated scales and a wall-mounted stadiometer, respectively. Both measurements were determined with participants wearing light clothing and no shoes. With weight in kilograms and height in centimetres, the body mass index (BMI) was calculated as  $\text{weight}/\text{size}^2$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Using

the World Health Organization classification, the BMI was interpreted as follows: <18.5, underweight; 18.5–24.99, normal weight; 25–29.9, overweight; and >30, obese).

A mobile anthropometer was used to determine height to the nearest millimetre (Seca 213, SECA Deutschland, Hamburg, Germany), with the participant's head in the Frankfurt Horizontal Plane position. Body perimeters were measured in triplicate (with subsequent averaging) with an anthropometric tape. Waist circumference was measured halfway between the last rib and the iliac crest by using an anthropometric tape. The hip circumference was taken horizontally in the maximum extension of the gluteus (larger posterior protrusion). With the result of both measurements, the waist-hip ratio was calculated. All circumferences included in the full ISAK profile were measured [23].

The objective of the measurements is to be able to calculate body composition based on the five-component model (fat mass, residual mass, bone mass, muscle mass and skin) proposed by Kerry Ross [24]. This model is self-evaluated because the sum of all the elements (structured weight) must be equal to the person's actual weight. It is important to note that this model does not calculate percentage fat but percentage adiposity. Put simply, it could be said that fat is the lipid fraction contained within the adipocyte, whereas adiposity would be the lipid fraction plus the adipose cells (i.e., the lipid fraction plus water, minerals, proteins, etc.). Therefore, percentage fat is not interchangeable with percentage adiposity, the latter being 5–10% higher.

The muscle/bone index was calculated as muscle tissue divided by bone tissue in kilograms (muscle/bone). Analysis and distribution of somatotype was done through the method proposed by Heath and Carter [25].

#### 2.5.2. Body Image

The Body Shape Questionnaire, BSQ-34, is a 34-item, self-report measure of body shape and weight preoccupation initially developed to find out body image disturbance among women [26]. The questionnaire asks questions such as 'Have you felt ashamed of your body' and 'Have you been so worried about your shape that you have been feeling you ought to diet'. Each item is scored from 1 to 6 ('Never' = 1 and 'Always' = 6) and the total possible score is 204. Crude cut-off points have proposed that <81 correlates with no body image impairment, 81–110 with mild body image impairment, 111–140 with moderate impairment and >140 with severe impairment; nevertheless, there is no validated level between 'normal' and 'abnormal' [26], and scores were analyzed as both categorical and continuous data.

#### 2.5.3. Mediterranean Diet

To determine the degree of adherence to the MD, a short questionnaire of 14 items was used, validated for the Spanish population and used by the MD Prevention group (Predimed) [27]. For scoring, a value of +1 was assigned to each item with a positive connotation (with regard to mean deviation, MD) and −1 for items with a negative connotation. From the sum of the values obtained for the 14 items, the degree of adherence is set, establishing two different levels: if the total score is  $\geq 9$ , the diet has a satisfactory level of adherence; and if the total score is <9, the diet has a low level of adherence.

#### 2.6. Statistical Analysis

Statistical analysis of the data was carried out using Jamovi 1.1.3.0. For descriptive statistics (mean  $\pm$  standard deviation) and inferential analysis, the Shapiro–Wilk test was performed to determine the normality distribution. Afterwards, independent sample *t*-tests were performed to compare the different values of baseline between groups. Additionally, Levene's test was run for equality of variances, and analysis of covariance (ANCOVA) was applied to analyze the effects of the intervention on outcomes (general linear model; time  $\times$  group; BMI as covariate). Partial eta-squared ( $\eta^2$ ) effect sizes for time  $\times$  group interaction effects were calculated. For the variables that presented significant main effects,

post hoc tests (Bonferroni) were carried out. The level of significance was set at  $p \leq 0.05$ . The guidelines of Cohen were followed to calculate the effect size [28].

### 3. Results

Table 1 shows the baseline descriptive statistics, along with a comparison of baseline values between groups. The general sample is normally homogeneous. However, statistically significant differences are observed between the experimental and control groups regarding height and weight. In all cases, the experimental group presents higher values.

**Table 1.** Baseline characteristics of study participants.

Variables	Intervention Group ( $n = 17$ )			Control Group ( $n = 17$ )			Baseline Differences		
	Baseline			Baseline			$t$	$p$	ES
	Mean	SD		Mean	SD				
Age (Years)	69.6	±	5.0	67.7	±	3.6	1.257	0.218	0.431
Height (cm)	162.0	±	7.9	154.0	±	5.4	3.347	0.002	1.148
Weight (kg)	75.3	±	12.8	66.9	±	10.2	2.122	0.042	0.728
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	28.8	±	4.7	28.2	±	4.2	0.385	0.703	0.132

BSQ = Body Shape Questionnaire; SD = Standard deviation;  $t = t$  value;  $p = p$  value; ES = Effect size.

Table 2 gives a summary of the ANCOVA statistics. The study's main analysis shows that there was a significant time  $\times$  group difference in percentage adipose mass ( $p \leq 0.001$ ;  $\eta^2 = 0.654$ ) and muscle mass ( $p \leq 0.001$ ;  $\eta^2 = 0.618$ ). Post hoc analysis showed a decrease in percentage adipose mass between pre- and post-intervention in the experimental group (mean difference (MD):  $-2.80$ ,  $p < 0.001$ , effect Size (ES): 0.471) and an increase in the control group (MD: 2.31,  $p < 0.001$ , ES: 0.471). There were also increases in kilograms of adipose mass (MD: 2.16,  $p < 0.001$ , ES: 0.357) and percentage muscle mass (MD:  $-2.541$ ,  $p < 0.001$ , ES: 0.457) for the experimental group and decreases for the control group (MD:  $-1.729$ ,  $p < 0.001$ , ES: 0.357 and MD = 2.035,  $p < 0.001$ , ES: 0.457, respectively).

**Table 2.** Comparison of characteristics at baseline and post-intervention (ANCOVA).

Variables	Intervention Group ( $n = 17$ )				Control Group ( $n = 17$ )				Effect Time			Effect Time $\times$ Group		
	Baseline		Post		Baseline		Baseline		$F$	$p$	$\eta^2 p$	$F$	$p$	$\eta^2 p$
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD						
Body Composition														
Weight (kg)	75.3 ± 12.8		75.3 ± 13.2		66.9 ± 10.2		67.4 ± 10.3		1.065	0.310	0.033	0.329	0.570	0.011
% fat mass	32.3 ± 4.5 *		29.5 ± 3.9 *		34.2 ± 4.1 *		36.5 ± 3.9 *		0.205	0.654	0.007	58.649	<0.001	0.654
% residual mass	11.8 ± 2.5		12.1 ± 2.4		10.6 ± 1.4		10.3 ± 1.2		0.319	0.577	0.010	0.434	0.515	0.014
% muscle mass	40.5 ± 3.4 *		43.0 ± 2.4 *		41.6 ± 2.8 *		39.6 ± 2.7 *		1.160	0.291	0.036	50.09	<0.001	0.618
% bone mass	10.2 ± 1.5		10.2 ± 1.5		8.5 ± 0.9		8.5 ± 0.9		2.164	0.151	0.065	0.194	0.662	0.006
% skin	5.1 ± 0.7 #		5.15 ± 0.8 #		5.0 ± 0.4 #		5.1 ± 0.5 #		4.526	0.041	0.127	3.827	0.060	0.110
kg fat mass	24.5 ± 6.2 *		22.4 ± 5.3 *		22.9 ± 4.3 *		24.7 ± 4.7 *		1.110	0.300	0.035	59.27	<0.001	0.657
kg muscle mass	30.5 ± 5.6 *		32.5 ± 6.1 *		27.8 ± 4.7		26.6 ± 4.5		0.140	0.710	0.005	22.118	<0.001	0.416
kg residual mass	8.9 ± 2.3		9.1 ± 2.1		7.2 ± 1.8		6.9 ± 1.6		1.330	0.258	0.041	2.56	0.120	0.076
kg bone mass	7.6 ± 1.2		7.7 ± 1.2		5.7 ± 0.9		5.7 ± 0.9		3.218	0.083	0.094	0.441	0.511	0.014
kg skin	3.8 ± 0.6		3.8 ± 0.6		3.3 ± 0.3		3.4 ± 0.3		4.120	0.051	0.117	0.202	0.656	0.006
WHR	0.9 ± 0.1		0.9 ± 0.1		0.9 ± 0.1		0.9 ± 0.1		0.297	0.590	0.009	4.377	0.055	0.124
Endomorph	5.79 ± 1.72 *		5.45 ± 1.67 *		6.57 ± 1.22		6.90 ± 1.50		0.000815	0.977	0.000	15.0	<0.001	0.011
Mesomorph	4.87 ± 1.26 *		5.41 ± 1.41 *		5.28 ± 1.56 *		5.03 ± 1.40 *		5.65	0.023	0.003	43.01	<0.001	0.021
Ectomorph	0.59 ± 0.69		0.56 ± 0.60		0.46 ± 0.47		0.45 ± 0.47		0.580	0.451	0.017	0.183	0.672	0.005
Body Image														
BSQ	52.4 ± 17.1		45.9 ± 12.7		57.4 ± 20.4		53.6 ± 20.9		2.050	0.162	0.062	0.482	0.493	0.015
Mediterranean Diet														
Predimed	5.7 ± 2.0		5.9 ± 2.36		6.1 ± 2.1		5.5 ± 2.3		0.198	0.659	0.006	3.128	0.087	0.092

BMI = Body Mass Index; kg = kilograms; WHR: waist-hip ratio; SD = Standard deviation;  $t = t$  value;  $p = p$  value; ES = Effect size; Mean differences are considered significant when  $p < 0.05$ ; # differences in time; \* differences in time  $\times$  group.

In terms of kilograms of muscle mass, there were statistically significant differences only in the experimental group; there was an increase (MD:  $-1.97$ ,  $p = 0.001$ , ES: 0.473) in muscle mass in terms of weight. However, there were also differences between the control and experimental groups at post-intervention (MD: 5.28,  $p = 0.001$ , ES: 1.270), with greater kilograms of muscle mass in the experimental group than the control group. About the somatotype variables, an increase in mesomorphism (MD:  $-0.542$ ,  $p < 0.001$ , ES: 0.087) and a decrease in endomorphism (MD: 0.339,  $p = 0.040$ , ES: 0.0812) were observed in the experimental group. In control group, a significant decrease in mesomorphy was observed (MD:  $-0.254$ ,  $p = 0.031$ , ES: 0.021). Nevertheless, no significant effects were found for any other variable.

#### 4. Discussion

The objective of this study was to analyze the efficacy of the addition of resistance interval training in an aquatic environment to a nutritional intervention on body composition, body image perception and adherence to the MD in older women. The present study highlights different findings: the addition of resistance training in an aquatic environment to a nutritional intervention was not enough to change the perception of body image or adherence to the MD for older women. However, body composition variables were improved, in terms of loss of fat mass and gain of muscle mass.

In recent years, fat mass has been one of the most studied parameters in terms of body composition, due to its close relationship with health status. In this sense, it has been found that a greater fat mass is related to an increase in the probability of suffering cardiovascular diseases, overweight and obesity, arterial hypertension, diabetes and metabolic syndrome [29].

Although there are no data on body composition in women doing resistance training, there are data on body composition in women doing pilates training [29]. Comparing the results shows that, overall the women in the study of Raquel et al., 2015 [29], had lower values both before and after the intervention, whereas the level of improvement in fat percentage seems to be higher after resistance training ( $2.1 \pm 5.75$  kg), than pilates ( $1.04 \pm 3.6$  kg). No improvement occurred in the case of women in the control group, as an increase in this compartment is observed.

For bone mass and residual mass, an increase of  $0.03 \pm 1.04$  kg was observed in women doing pilates and  $0.1 \pm 1.2$  kg in women doing resistance training. It appears that resistance training increases bone mineral content. This was expected, as it has been previously seen [30,31] that resistance training improves bone strength indices and functional performance in postmenopausal women. The control group in the present study was unchanged.

Muscle mass is another parameter closely related to the state of health, especially at aging and menopause stages of life, when the process of sarcopenia and other age-related muscle dysfunctions start appearing [32]. After 14 weeks of resistance training, an increase of  $2 \pm 5.85$  kg of muscle mass was observed, while in the control group, there was a decrease of  $-1.2 \pm 4.6$  kg. If we compare with the results of Raquel et al. [29] the increase is slightly lower;  $0.94 \pm 4.48$  kg.

In addition, coinciding with other research [33,34], it has been observed that the 14 weeks of 10–20–30 s training reduced the percentage fat mass along with an increase in percentage muscle mass. These arguments confirm the current evidence on interval training [35,36], which consists of repeated sets of high-intensity exercise interspersed with passive/active recovery because it has been shown to induce metabolic adaptations and improve body composition. In general, studies that have used exercise protocols with an intervention period of 8–24 weeks, a frequency of 2–5 times per week and a low to moderate level of exercise intensity have reported significant improvements in body composition, as indicated by significant decreases in fat mass and increases in lean mass [37]. The subjects in the present study not only lost fat mass but also increased muscle mass, which

is favorable because age-related muscle mass is an important determinant of strength and physical function in older adults [38].

Another method proposed to estimate body composition and shape is the somatotype [39]. However, there are no studies conducted in older women that analyze this variable; there is just one that evaluated the effectiveness of the pilates method [29]. In the present study, both women in the intervention (5.79–4.87–0.59) and control (6.57–5.28–0.46) groups presented an endomorph–mesomorph somatotype in the pretest. After 14 weeks of intervention, in the intervention group, the “endomorph” component decreased and the “mesomorph” increased significantly ( $p < 0.001$ ); (5.45–4.41–0.56). In the control group, no significant changes were observed (6.90–5.03–0.45).

As well is known, the gold standard for measuring body composition is the Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), although the data are not comparable; note that the % of fat in women aged  $69 \pm 4$  years measured by anthropometry is around  $33.27 \pm 4.19\%$ , while in DXA, overweight women aged  $63 \pm 6$  years have a % of fat mass of  $38.1 \pm 4.9$  and women with normal weight of  $31.1 \pm 4.2\%$  [40].

The concept of self-image (i.e., how we see ourselves) undergoes changes throughout the entire life cycle. Body image suffers modifications over the years that require adaptation and psychological accommodation [41]. The physical changes that aging entails, in a more or less gradual way, suppose a modification of the subject’s own self-image, and on many occasions, there is an abyss between the desired and the real image [41]. Studies show that approximately 50% of young women show great dissatisfaction with their physical appearance, and this is also evident in older women [42,43].

The relation between diet-related behaviours and body self-perception is a current theme for healthcare professionals. In a systematic review by Cristina Bouzas [44], it was noted that, generally, bodyweight satisfaction was related to having less intent to lose weight or change lifestyles. In contrast, body weight dissatisfaction was associated with a greater intent to change lifestyle or weight, a higher BMI and, specifically in women, dietary restraint. In addition, it has been reported that the body image of women can be improved only by increasing exercise, regardless of any weight change [45].

If the sample is classified according to score, as has been done previously in other research [46], only one participant in the intervention group was slightly preoccupied (97 pre- and 86 post-scores). In the control group, although again only one participant was slightly preoccupied, the scores were slightly higher (121 pre- and 118 post-scores). This information suggests, as previously noted [46], that the prevalence of older people suffering from body image concern is between 2.5% and 6% [46,47]. Although the differences were not significant, it has been observed that there are greater differences in the intervention group between the pre- and post-scores ( $52.4 \pm 17.1$  and  $45.9 \pm 12.7$ , respectively) than in the control group ( $57.4 \pm 20.4$  and  $53.6 \pm 20.9$ ), which suggests that doing physical exercise helps to improve body image perception.

Resistance training is widely used among older adults because physical function is closely related to strength and muscle mass, thus improving psychological well-being and health-related quality of life as well as decreasing anxiety and depression levels [48]. However, this was not observed in the present study because the perception of body image did not improve after the intervention. One of the reasons could be a lack of motivation, as it has been seen that team aerobic training or team sports training is more intrinsically motivating than resistance training, mainly due to the higher degree of social connectedness [48].

No significant differences were observed in terms of body image dissatisfaction variables, either in adherence to the MD between groups or between pre- and post-intervention. As with the Predimed score, no significant differences were observed between groups or between pre- and post-intervention. Overall, adherence to the MD was moderate in both the intervention group ( $5.65 \pm 2.03$  and  $5.94 \pm 2.36$  pre- and post-intervention, respectively) and the control group ( $6.06 \pm 2.14$  and  $5.53 \pm 2.35$  pre- and post-intervention, respectively).

Compared to other studies, the recent scores obtained by Luigi Barrea et al. [49] and Naomi Cano-Ibáñez et al. [50] were higher.

These data suggest that because the participants did not receive an individualized nutritional program, the nutritional education they received was not sufficient to change the total Predimed score. For this type of population, individualized and specialized dietary–nutritional treatment would be recommended, with the aim of achieving greater adherence to treatment and therefore better results, as it has been noted that greater adherence to the MD is related to lower percentages of fat mass and higher BMI values in this population [51].

The present study has some limitations. Firstly, the study included only female patients. Because of the gender-specific response, our results may not be generalizable to all elderly populations. The levels of daily PA were not assessed using self-reported questionnaires such as the International Physical Activity Questionnaire or using measurement devices such as accelerometers or smart watches. In addition, the method of measuring body composition must be considered, since anthropometry was used and not DXA, which is considered the gold standard for body composition assessments. Finally, diet control or nutritional supplementation during the intervention was not analyzed; there could also be an association with body composition. Food quality was assessed, but it was not feasible to evaluate the quantity.

Future research should consider the limitations presented above. Researchers in the field are asked to evaluate more specific information on the amount of food and supplements ingested by the participants. In addition to assessing total daily PA, the activity bracelets should consider the training sessions they performed in the intervention.

## 5. Conclusions

The addition of resistance training in an aquatic environment to a nutritional intervention was not sufficient to change the perception of body image and adherence to the MD in older women. However, it does produce an improvement in body composition, through the increase of muscle mass and decrease of fat mass. To improve eating habits and body image perception, specific intervention and individualized treatment is necessary for this population.

**Author Contributions:** Conceptualization, A.M.-R. and P.J.M.-P.; methodology, A.M.-R. and P.J.M.-P.; software, M.M.-O. and A.M.-R.; validation, A.M.-R., B.J.C.-C. and P.J.M.-P.; formal analysis, M.M.-O. and A.M.-R.; investigation, A.M.-R., P.J.M.-P. and B.J.C.-C.; resources, B.J.C.-C. and P.J.M.-P.; data curation, A.M.-R., B.J.C.-C. and M.M.-O.; writing—original draft preparation, A.M.-R. and B.J.C.-C.; writing—review and editing, P.J.M.-P.; visualization, A.M.-R., B.J.C.-C. and M.M.-O.; supervision, P.J.M.-P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the University Human Research Ethics Committee of the Catholic University of San Antonio (Murcia), code: CE061920 and data: 07/06/2019.

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

**Data Availability Statement:** The data presented in this study are available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to the fact that they consist in personal health information.

**Acknowledgments:** The authors are grateful to all the subjects for their participation in this study.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.




## References

1. Buch, A.; Kis, O.; Carmeli, E.; Keinan-Boker, L.; Berner, Y.; Barer, Y.; Shefer, G.; Marcus, Y.; Stern, N. Circuit resistance training is an effective means to enhance muscle strength in older and middle aged adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res. Rev.* **2017**, *37*, 16–27. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Marín-Cascales, E.; Alcaraz, P.E.; Ramos-Campo, D.J.; Rubio-Arias, J.A. Effects of multicomponent training on lean and bone mass in postmenopausal and older women: A systematic review. *Menopause* **2018**, *25*, 346–356. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Colpani, V.; Baena, C.P.; Jaspers, L.; van Dijk, G.M.; Farajzadegan, Z.; Dhana, K.; Tielemans, M.J.; Voortman, T.; Freak-Poli, R.; Veloso, G.G.V.; et al. Lifestyle factors, cardiovascular disease and all-cause mortality in middle-aged and elderly women: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Epidemiol.* **2018**, *33*, 831–845. [[CrossRef](#)]
4. Lizcano, F.; Guzmán, G. Estrogen deficiency and the origin of obesity during menopause. *BioMed Res. Int.* **2014**, *2014*, 757461. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Ho, S.C.; Wu, S.; Chan, S.G.; Sham, A. Menopausal transition and changes of body composition: A prospective study in Chinese perimenopausal women. *Int. J. Obes.* **2010**, *34*, 1265–1274. [[CrossRef](#)]
6. Thompson, K.A.; Bardone-Cone, A.M. Menopausal status and disordered eating and body image concerns among middle-aged women. *Int. J. Eat. Disord.* **2019**, *52*, 314–318. [[CrossRef](#)]
7. Simas, V.; Hing, W.; Pope, R.; Climstein, M. Effects of water-based exercise on bone health of middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis. *Open Access J. Sport. Med.* **2017**, *8*, 39–60. [[CrossRef](#)]
8. Perich, T.; Ussher, J.; Meade, T. Menopause and illness course in bipolar disorder: A systematic review. *Bipolar Disord.* **2017**, *19*, 434–443. [[CrossRef](#)]
9. Bromberger, J.T.; Epperson, C.N. Depression during and after the perimenopause: Impact of hormones, genetics, and environmental determinants of disease. *Obstet. Gynecol. Clin. N. Am.* **2018**, *45*, 663–678. [[CrossRef](#)]
10. Gibbs, Z.; Lee, S.; Kulkarni, J. What factors determine whether a woman becomes depressed during the perimenopause? *Arch. Women's Ment. Health* **2012**, *15*, 323–332. [[CrossRef](#)]
11. Drobnjak, S.; Atsiz, S.; Ditzen, B.; Tuschen-Caffier, B.; Ehlert, U. Restrained eating and self-esteem in premenopausal and postmenopausal women. *J. Eat. Disord.* **2014**, *2*, 23. [[CrossRef](#)]
12. Sayón-Orea, C.; Santiago, S.; Cuervo, M.; Martínez-González, M.A.; Garcia, A.; Martínez, J.A. Adherence to Mediterranean dietary pattern and menopausal symptoms in relation to overweight/obesity in Spanish perimenopausal and postmenopausal women. *Menopause* **2015**, *22*, 750–757. [[CrossRef](#)]
13. Cicero, A.F.G.; D'Addato, S.; Santi, F.; Ferroni, A.; Borghi, C. Leisure-time physical activity and cardiovascular disease mortality: The brisighella heart study. *J. Cardiovasc. Med.* **2012**, *13*, 559–564. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Chen, L.J.; Stevinson, C.; Ku, P.W.; Chang, Y.K.; Chu, D.C. Relationships of leisure-time and non-leisure-time physical activity with depressive symptoms: A population-based study of Taiwanese older adults. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2012**, *9*, 28. [[CrossRef](#)]
15. Petersen, C.B.; Severin, M.; Hansen, A.W.; Curtis, T.; Grønbæk, M.; Tolstrup, J.S. A population-based randomized controlled trial of the effect of combining a pedometer with an intervention toolkit on physical activity among individuals with low levels of physical activity or fitness. *Prev. Med.* **2012**, *54*, 125–130. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
16. Nawrocka, A.; Mynarski, W.; Cholewa, J. Adherence to physical activity guidelines and functional fitness of elderly women, using objective measurement. *Ann. Agric. Environ. Med.* **2017**, *24*, 632–635. [[CrossRef](#)]
17. Chodzko-Zajko, W.J.; Proctor, D.N.; Fiatarone Singh, M.A.; Minson, C.T.; Nigg, C.R.; Salem, G.J.; Skinner, J.S. American college of sports medicine position stand. exercise and physical activity for older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1998**, *41*, 992–1008.
18. Pollock, M.L.; Wenger, N.K. Physical activity and exercise training in the elderly: A position paper from the society of geriatric cardiology. *Am. J. Geriatr. Cardiol.* **1998**, *7*, 45–46. [[PubMed](#)]
19. Saghaei, M. An overview of randomization and minimization programs for randomized clinical trials. *J. Med. Signals Sens.* **2011**, *1*, 55–61. [[CrossRef](#)]
20. Gunnarsson, T.P.; Bangsbo, J. The 10-20-30 training concept improves performance and health profile in moderately trained runners. *J. Appl. Physiol.* **2012**, *113*, 16–24. [[CrossRef](#)]
21. Andrade, L.S.; Kanitz, A.C.; Häfele, M.S.; Schaun, G.Z.; Pinto, S.S.; Alberton, C.L. Relationship between oxygen uptake, heart rate, and perceived effort in an aquatic incremental test in older women. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 8324. [[CrossRef](#)]
22. Borg, G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand. J. Work. Environ. Health* **1990**, *16*, 55–58. [[CrossRef](#)]
23. Norton, K.I. Standards for Anthropometry Assessment. In *Kinanthropometry and Exercise Physiology*; Routledge: London, UK, 2019; pp. 68–137.
24. Ross, W.D.; Kerr, D.A. Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva. *Revista de Actualización en Ciencias del Deporte.* **1993**, *3*, 1.
25. Carter, J.E.L. *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype-Instruction Manual-Somatotype Instruction Manual 2 Part 1: The Heath-Carter Anthropometric Somatotype-Instruction Manual*; TeP and ROSSCRAFT: Surrey, BC, Canada, 2002.
26. Cooper, P.J.; Taylor, M.J.; Cooper, Z.; Christopher, G.; Fairbum, M.D. The development and validation of the body shape questionnaire. *Int. J. Eat. Disord.* **1987**, *6*, 485–494. [[CrossRef](#)]

27. Martínez-González, M.A.; García-Arellano, A.; Toledo, E.; Salas-Salvadó, J.; Buil-Cosiales, P.; Corella, D.; Covas, M.I.; Schröder, H.; Arós, F.; Gómez-Gracia, E.; et al. A 14-item mediterranean diet assessment tool and obesity indexes among high-risk subjects: The predimed trial. *PLoS ONE* **2012**, *7*, e43134. [[CrossRef](#)]
28. Gignac, G.E.; Szodorai, E.T. Effect size guidelines for individual differences researchers. *Pers. Individ. Differ.* **2016**, *102*, 74–78. [[CrossRef](#)]
29. Vaquero-Cristóbal, R.; Alacid, F.; Esparza-Ros, F.; López-Plaza, D.; Muyor, J.M.; López-Miñarro, P.A. The effects of a reformer Pilates program on body composition and morphological characteristics in active women after a detraining period. *Women Health* **2016**, *56*, 784–806. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
30. Watson, S.L.; Weeks, B.K.; Weis, L.J.; Harding, A.T.; Horan, S.A.; Beck, B.R. 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*, 211–220. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
31. Villareal, D.T.; Aguirre, L.; Gurney, A.B. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N. Engl. J. Med.* **2017**, *376*, 1943–1955. [[CrossRef](#)]
32. Correa-de-Araujo, R.; Hadley, E. Skeletal muscle function deficit: A new terminology to embrace the evolving concepts of sarcopenia and age-related muscle dysfunction. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* **2014**, *69*, 591–594. [[CrossRef](#)]
33. Baasch-Skytte, T.; Lemgart, C.T.; Oehleenschläger, M.H.; Petersen, P.E.; Hostrup, M.; Bangsbo, J.; Gunnarsson, T.P. Efficacy of 10–20–30 training versus moderate-intensity continuous training on HbA1c, body composition and maximum oxygen uptake in male patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Diabetes Obes. Metab.* **2020**, *22*, 767–778. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Boukabous, I.; Marcotte-Chénard, A.; Amamou, T.; Boulay, P.; Brochu, M.; Tessier, D.; Dionne, I.; Riesco, E. Low-volume high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on body composition, cardiometabolic profile, and physical capacity in older women. *J. Aging Phys. Act.* **2019**, *27*, 879–889. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Zhang, H.; Tong, T.K.; Qiu, W.; Zhang, X.; Zhou, S.; Liu, Y.; He, Y. Comparable effects of high-intensity interval training and prolonged continuous exercise training on abdominal visceral fat reduction in obese young women. *J. Diabetes Res.* **2017**, *2017*, 1–9. [[CrossRef](#)]
36. Keating, S.E.; Johnson, N.A.; Mielke, G.I.; Coombes, J.S. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes. Rev.* **2017**, *18*, 943–964. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Lee, J.S.; Kim, C.G.; Seo, T.B.; Kim, H.G.; Yoon, S.J. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clin. Exp. Res.* **2015**, *27*, 179–186. [[CrossRef](#)]
38. Perry, C.A.; Van Guilder, G.P.; Kauffman, A.; Hossain, M. A calorie-restricted DASH diet reduces body fat and maintains muscle strength in obese older adults. *Nutrients* **2020**, *12*, 102. [[CrossRef](#)]
39. Boldsen, J.L.; Carter, J.E.L.; Honeyman, B. Lindsay carter, barbara honeyman heath. In *Somatotyping: Development and Applications*; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2005.
40. Li, S.; Xue, J.; Hong, P. Relationships between serum omentin-1 concentration, body composition and physical activity levels in older women. *Medicine* **2021**, *100*, e25020. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
41. Cobo, C.M.S. Body image in older. Descriptive studie. *Gerokomos* **2012**, *23*, 15–18.
42. Allaz, A.F.; Bernstein, M.; Rouget, P.; Archinard, M.; Morabia, A. Body weight preoccupation in middle-age and ageing women: A general population survey. *Int. J. Eat. Disord.* **1998**, *23*, 287–294. [[CrossRef](#)]
43. Webster, J.; Tiggemann, M. The relationship between women’s body satisfaction and self-image across the life span: The role of cognitive control. *J. Genet. Psychol.* **2003**, *164*, 241–252. [[CrossRef](#)]
44. Bouzas, C.; Bibiloni, M.D.M.; Tur, J.A. Relationship between body image and body weight control in overweight  $\geq 55$ -year-old adults: A systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2019**, *16*, 1622. [[CrossRef](#)]
45. Fougner, M.; Bergland, A.; Lund, A.; Debesay, J. Aging and exercise: Perceptions of the active lived-body. *Physiother. Theory Pract.* **2019**, *35*, 651–662. [[CrossRef](#)]
46. Dean, E.; Haywood, C.; Hunter, P.; Austin, N.; Prendergast, L. Body image in older, inpatient women and the relationship to BMI, anxiety, depression, and other sociodemographic factors. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* **2020**, *35*, 182–187. [[CrossRef](#)]
47. Latorre Román, P.A.; García-Pinillos, F.; Huertas Herrador, J.A.; Cózar Barba, M.; Muñoz Jiménez, M. Relacion entre sexo, Composicion corporal, Velocidad de la marcha y satisfaccion corporal en ancianos. *Nutr. Hosp.* **2014**, *30*, 851–857.
48. Pedersen, M.T.; Vorup, J.; Nistrup, A.; Wikman, J.M.; Alstrøm, J.M.; Melcher, P.S.; Pfister, G.U.; Bangsbo, J. Effect of team sports and resistance training on physical function, quality of life, and motivation in older adults. *Scand. J. Med. Sci. Sport.* **2017**, *27*, 852–864. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
49. Barrea, L.; Muscogiuri, G.; Di Somma, C.; Tramontano, G.; De Luca, V.; Illario, M.; Colao, A.; Savastano, S. Association between Mediterranean diet and hand grip strength in older adult women. *Clin. Nutr.* **2019**, *38*, 721–729. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
50. Cano-Ibáñez, N.; Gea, A.; Martínez-González, M.A.; Salas-Salvadó, J.; Corella, D.; Zomeño, M.D.; Romaguera, D.; Vioque, J.; Aros, F.; Wärnberg, J.; et al. Dietary diversity and nutritional adequacy among an older Spanish population with metabolic syndrome in the predimed-plus study: A cross-sectional analysis. *Nutrients* **2019**, *11*, 958. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
51. Martí, A.Z.; Martínez, M.J.C.; Sánchez, J.A.H.; Pérez, A.L. Adherencia a la dieta mediterránea y su relación con el estado nutricional en personas mayores. *Nutr. Hosp.* **2015**, *31*, 1667–1674.

## Article

# Psychological Effects of Motivational Aquatic Resistance Interval Training and Nutritional Education in Older Women

Alejandro Martínez-Rodríguez <sup>1,2</sup> , Bernardo José Cuestas-Calero <sup>3</sup>, José Manuel García-De Frutos <sup>3</sup>  
and Pablo Jorge Marcos-Pardo <sup>4,5,6,\*</sup> 

<sup>1</sup> Department of Analytical Chemistry, Nutrition and Food Sciences, Faculty of Sciences, University of Alicante, 03690 Alicante, Spain; amartinezrodriguez@ua.es

<sup>2</sup> Alicante Institute for Health and Biomedical Research (ISABIAL Foundation), 03010 Alicante, Spain

<sup>3</sup> Physical Activity and Sport Sciences Department, Faculty of Sport, Catholic University San Antonio of Murcia, 30107 Murcia, Spain; bjcuestas@alu.ucam.edu (B.J.C.-C.); jmgarcia887@ucam.edu (J.M.G.-D.F.)

<sup>4</sup> Department of Education, Faculty of Education Sciences, University of Almería, 04120 Almería, Spain

<sup>5</sup> CERNEP Research Centre, SPORT Research Group (CTS-1024), University of Almería, 04120 Almería, Spain

<sup>6</sup> Active Aging, Exercise and Health/HEALTHY-AGE Network, Consejo Superior de Deportes (CSD), Ministry of Culture and Sport of Spain, 28040 Madrid, Spain

\* Correspondence: pjmarcos@ual.es



check for updates

**Citation:** Martínez-Rodríguez, A.; Cuestas-Calero, B.J.; García-De Frutos, J.M.; Marcos-Pardo, P.J. Psychological Effects of Motivational Aquatic Resistance Interval Training and Nutritional Education in Older Women. *Healthcare* **2021**, *9*, 1665. <https://doi.org/10.3390/healthcare9121665>

Academic Editors: Eduardo Carballeira, Guilherme Furtado, Rubens Vinicius Letieri and José Carmelo Adsuar Sala

Received: 26 September 2021

Accepted: 29 November 2021

Published: 1 December 2021

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** Several studies have demonstrated the positive effects of physical exercise programs on physical and mental health throughout life. It is necessary to know the factors that contribute to the well-being of older adults in order to achieve healthy aging. The aim of this study was to evaluate the relationship between well-being perception and the use of autonomy supportive coaching behaviours across a motivational aquatic resistance interval training program. Thirty-four women over 65 years of age from the province of Alicante, Spain, participated, and were randomly assigned to: motivational aquatic resistance interval training group (MART; age:  $69.6 \pm 5.01$  years, height:  $1.62 \pm 7.88$  m, weight:  $75.3 \pm 12.8$  kg) and control group (CG; age:  $67.7 \pm 3.60$  years, height:  $1.54 \pm 5.47$  m, weight:  $66.9 \pm 10.2$  kg). The MART program was conducted for 14 weeks, with three training sessions/week. The CG did not perform any physical activity during the study. Perception of autonomy support was assessed through the Autonomy-Supportive Coaching Questionnaire (ASCQ), Psychological needs by the Basic Psychological Needs in Exercise Scale (BPNES), Intrinsic motivation to exercise was assessed through Intrinsic Motivation Inventory (IMI) and Perception of Physical Activity by the International physical activity questionnaire (IPAQ). In MART, compared to CG, significant differences were observed in BPNS, IMI and IPAQ questionnaires used, except in the ASCQ. The differences were significant in all three cases in BPNS ( $p < 0.05$  in autonomy and competence and  $p = 0.001$  in relationship with others), obtaining better scores after intervention than previously. As for the IMI scale, significant differences were also obtained in both subscales. The level of physical activity also improved significantly, with higher scores on the IPAQ after the intervention than before ( $p < 0.001$ ). In conclusion, when practitioners perceive greater well-being, satisfaction of their basic psychological needs, greater self-selection, volition, and autonomy instead of pressure, demand and control, the result is better behaviour with greater psychological well-being, adherence and consequent health benefits.

**Keywords:** exercise; well-being; physical performance; ageing; older adults

## 1. Introduction

Worldwide, the 65+ age group is growing faster than all younger age groups [1]. To achieve healthy aging, it is important to understand the factors that contribute to the well-being of older adults. “Well-being” is a term that refers to optimal psychological functioning and experience. The Hedonic approach (subjective well-being) focuses on happiness and defines well-being in terms of achievement and avoidance of pain; and the

Eudaimonic approach (psychological well-being) focuses on meaning and self-realization, defining well-being in terms of the degree to which a person is fully functioning [2].

The Self-determination theory (SDT) [3], is a macro theory of human motivation and personality that concerns people's inherent growth tendencies and innate psychological needs. This theory focuses on the degree to which an individual's behavior is self-motivated and self-determined. Being motivated can encourage an individual to do something or persist in a certain behaviour, in a specific context [3]. Where we find two types of motivation: intrinsic motivation would be the inherent tendency to seek novelty and challenge, expand and exercise the ability to explore and learn and which refers to the performance of an activity for the satisfaction inherent in the activity itself. On the other hand, extrinsic motivation refers to the performance of an activity to achieve some result or reward. In addition, some needs are established that are considered psychological and innate (competence, autonomy, and relatedness) and that also motivate the individual to initiate a certain behaviour. Self-determination in older adults has also been defined as a process in which a person has control and ethical/legal rights [4], and as the capacity to make personal choices, irrespective of the person's ability to accomplish those choices [5].

Basic psychological needs theory (BPN) [2] states that people have three basic psychological needs—autonomy, competence and relatedness—and discusses their relationship to well-being [6,7]. Autonomy defined as the capacity to act and decide in accordance with one's own free wishes [8]. Psychological health depends on satisfying the three needs [9]. All the needs contribute to effective functioning and to psychological health. None of them could be disclaimed.

Autonomy support is a component of the motivational climate in physical activity that can promote the internalization of behaviours and attitudes by practitioners [10]. In several investigations, autonomy support by the trainer has been related to intrinsic motivation, to more self-determined extrinsic motivations and to the intention to continue practicing a physical exercise program [11,12]. Other studies [13,14] consider the satisfaction of basic psychological needs as a mediator of practitioners' well-being.

Indeed, physical activity is considered one of the main determinants of successful ageing, and an abundance of research on physical activity suggests that when people are autonomously motivated to exercise, they are most likely to do so [4,15–19]. So, when older adults engaging in physical activity are more able to satisfy all their needs, the regulation of their behaviour is characterized by choice, volition, and autonomy rather than pressure, demand, and control, and the result is higher quality behaviour and greater psychological well-being [20,21]. In the older adults, resistance training should be considered as a very effective preventive strategy to delay and attenuate the negative effects of sarcopenia and frailty, both in the early and late stages [22]. As presented in this Position Statement [23], current research has demonstrated that countering muscle disuse through resistance training is a powerful intervention to combat the loss of muscle strength and muscle mass, physiological vulnerability, and their debilitating consequences on physical functioning, mobility, independence, chronic disease management, psychological well-being, quality of life, and healthy life expectancy. Furthermore, Felipe Garcia-Pinillos et al. [24] demonstrated that interval-based endurance training (HIT) leads to greater improvements in body composition, muscle strength, mobility, balance and thus quality of life, perception, and autonomy, in healthy older people than regular low-moderate intensity continuous training, despite the reduction in overall training volume.

In addition, there is strong evidence to support the use of aquatic exercise to achieve physical benefits such as improved aerobic capacity, strength, psychological and social benefits in older adults [25–28]. Exercise in aquatic environment has a lower risk of traumatic fracture, lower joint impact, lower load due to buoyancy, compared to land-based exercise [29]. This type of sport has been recommended for the reduction of pain and greater safety in patients with disabilities. Several studies show that if the teacher uses motivational strategies that foster self-determined motivation, the trainees achieve greater interest and adherence to the program [30–33].

Therefore, the purpose of the current study was to evaluate the relationship between the well-being and the use of autonomy supportive coaching behaviours across a motivational aquatic resistance interval training program. A secondary purpose was to investigate differences in perceived autonomy support, basic need satisfaction, and intrinsic motivation among older women. The initial hypothesis is that upon exposure to trainings on autonomy supportive coaching, participants' levels of autonomy support, relatedness support, competence and well-being would improve, while controlling behaviours and relatedness thwarting would decrease. With regards to the practitioners, it was expected that changes in perceptions of autonomy support, satisfaction of basic needs, and intrinsic motivation would improve across the program.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Design

This study is a randomized clinical trial consisting of two groups: experimental group: motivational aquatic resistance interval training group (MART) and control group. Following published recommendations [34] subjects were randomized electronically by block design into two arms (MART group, and control group) using online computer software. A researcher who was not involved in the assessments or interventions of this study prepared this sample distribution.

### 2.2. Participants

Thirty-four women over 65 years of age ( $67 \pm 4.31$  years) from the province of Alicante, Spain, participated in the study. The inclusion criteria were as follows: (a) female participants; (b) over 65 years of age; (c) non-institutionalized older women; (d) who had the autonomy to travel from their residence to the municipal swimming pool; (e) individuals who gave their permission to participate in the study by signing the consent form; (f) individuals with medical authorization for the practice of physical exercise in an aquatic environment. Exclusion criteria were (a) being under 65 years of age; (b) having completed a physical exercise program; (c) suffering from musculoskeletal, neurological, or orthopaedic diseases that could affect the ability to perform the tests; (d) not being able to walk independently without orthopaedic assistance; (e) having previously performed the tests included in the study; and (f) be receiving a pharmacological treatment that may influence the results of the investigation. Over the follow-up period, six participants withdrew from the trial. Seventeen women participated in the experimental group and seventeen in the control group. All withdrawals were due to personal reasons (Figure 1).

This research was conducted according to the standards of the Helsinki Declaration and was approved by the University Human Research Ethics Committee of Catholic University of Murcia (Spain) code CE061920. The study protocol was registered (retrospective registration) in the Australian New Zealand Clinical Trials Register database (<https://www.anzctr.org.au/> (accessed on 26 November 2021)) with the request number: 383,201 (date of registration: 26 November 2021). All participants signed an informed consent form after being informed of the benefits, risk, and detailed description of this research. All data were coded to maintain the confidentiality of the study participants.

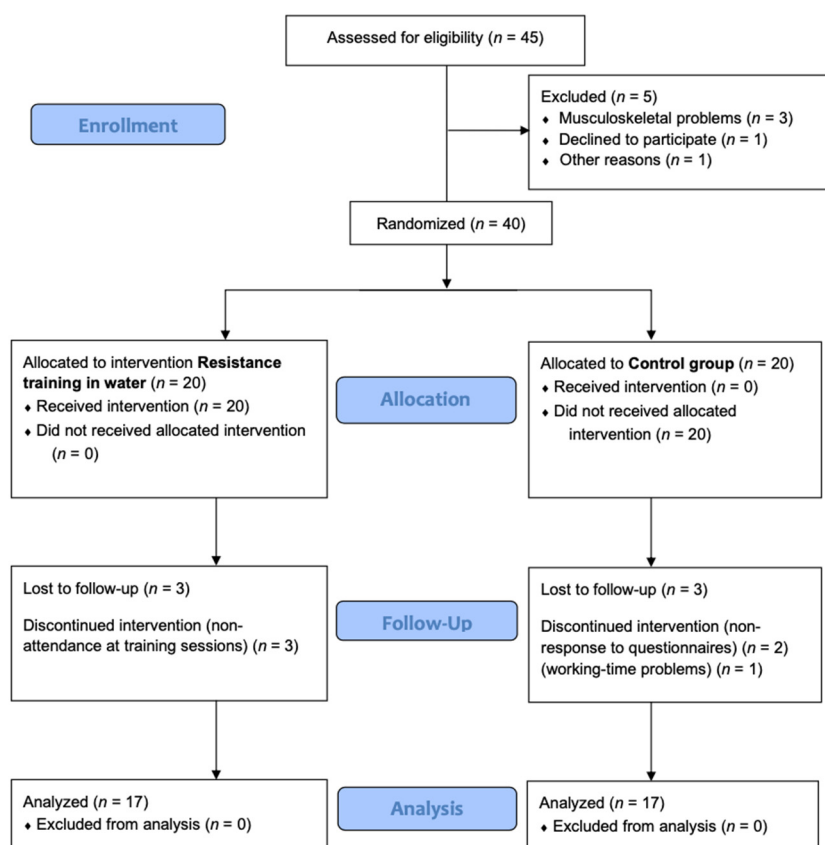
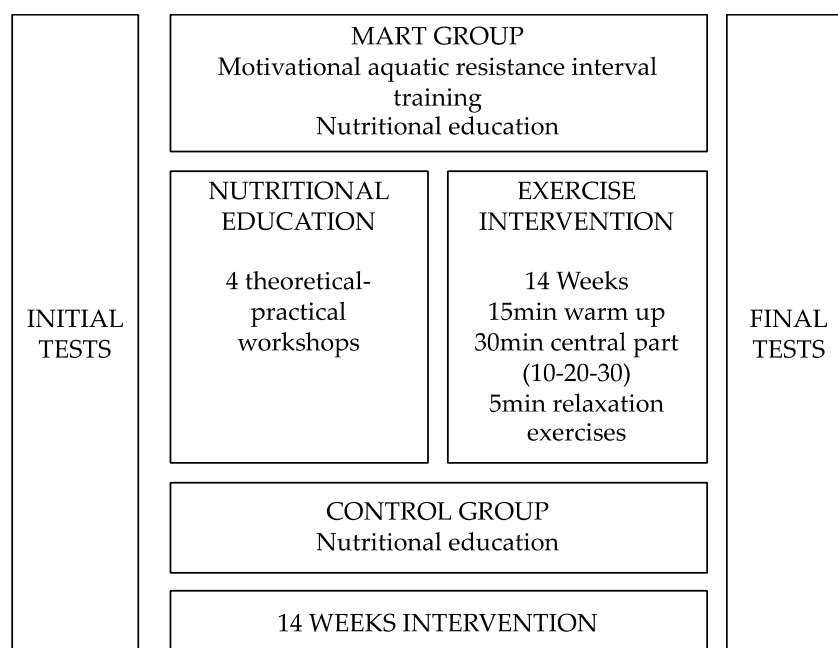


Figure 1. Consort 2010 flow diagram.

### 2.3. Intervention

Prior to the intervention, a first session was held where the participants were given different tests (pre-test). After the intervention, another evaluation was carried out to determine the effect of the intervention (post-test) (Figure 2). The MART group performed an aquatic resistance and motivational training, and the control group did not perform any type of exercise. The water temperature was approximately 29 °C (84 °F), and the minimum water depth was considered 1.3 m.

The training intervention consisted of a 14-week of aquatic resistance training program developed using motivational strategies. Each session had a duration of 60 min and was performed 3 times a week (48 h between each) in a heated pool. The first 15 min of the session consisted of aerobic endurance exercises (10 min) and stretching (5 min) for all muscle groups involved. Then, the central part of the training (30 min) consisted of an integral interval resistance training in an aquatic environment. This intervallic training consisted of 4 sets of 5 min of training with 2 min rest between sets. In each set, the same exercise (pectoral/back, hip flexor/extensor, biceps/triceps, knee flexor/extensor, shoulder and core) was performed for 1 consecutive minute with intervals divided into 30, 20 and 10 s performed at maximum intensity [35], and at low, moderate and high perceived intensity respectively [36]. According to the perceived exertion scale, when participants needed to increase the intensity of the upper hemisphere exercises, they put on resistance gloves or resistance dumbbells, whereas for the lower hemisphere exercises they put on resistance anklets.



**Figure 2.** Summary of intervention.

Finally, relaxation exercises (10 min) and stretching of all muscle groups (5 min) were performed. In addition, the whole process was supervised by a Physical-Sports Educator and in all intervention sessions the perception of effort was monitored using the Borg scale [37]. During the training program sessions, the teacher used motivational strategies as previously published, designed to increase the motivation of the older adults towards the aquatic resistance training program [30,33,38]. In order to make the aquatic resistance training program motivating and increase adherence, a series of motivational strategies from the previously cited studies were adapted and implemented.

Strategies based on autonomy:

1. Educate older adults about the benefit of aquatic resistance training program;
2. Explain the purpose of the aquatic resistance training program;

Strategies based on competence;

3. Encourage the perception of competence by the participant;
4. Establish moderately difficult objectives adapted to the biological individuality of each participant;
5. Take into account the information provided by the practitioner during aquatic resistance training program;
6. Convey an adequate task environment;
7. Encourage the participants by emphasizing that the activity can be improved through practice;
8. Offer clear feedbacks;

Strategies based on social relations and enjoyment;

9. Encourage the relationship between participants;
10. Have the participants enjoy the activities in aquatic resistance training program.

In addition, all participants received nutritional education, without any difference. The nutritional intervention was based on four theoretical and practical workshops of 60 min for 14 weeks, whose purpose was to provide updated information about the benefits of following an adequate food pattern.

In addition, all participants received the same nutritional education, based on the Mediterranean diet (MD), to provide updated information on the benefits of following an adequate dietary pattern. Four 60-min theoretical-practical workshops were held over the

8 first weeks. Trained dietitians led the sessions. Several topics were covered in the sessions. Workshop 1; nutrition and food, DM pyramid, daily, weekly, and occasional dietary guidelines to achieve a healthy and balanced diet adapted to different daily situations. Workshop 2; health and gastronomy-preparation of healthy menus including DM components with impact on cardiovascular prevention and cognitive impairment. Workshop 3; healthy aging and Mediterranean diet, hydration, macronutrients and foods, micronutrients. Workshop 4; different types of sugars, effects of sugar consumption, processed products, risk of associated cardiovascular diseases, reading labelling. All participants attended all sessions, thus avoiding those dietary habits were a potential confounding factor of the results obtained as an effect of the training.

#### 2.4. Outcomes

##### 2.4.1. Perception of Autonomy Support

The Autonomy-Supportive Coaching Questionnaire (ASCQ) [10] was used to measure the perception of autonomy support. This questionnaire consists of nine items and assesses two forms of autonomy support: interest in practitioners' contributions and praise for autonomous behaviour. Responses to these items are made on a 7-point Likert scale, with 1 (not at all true) and 7 (very true). Higher scores indicate greater autonomy. Internal consistency analysis was performed using Cronbach's alpha, 0.908 for the interest in athlete's opinion scale and 0.902 for assessment of autonomous behaviour.

##### 2.4.2. Psychological Needs

The Basic Psychological Needs in Exercise Scale (BPNES) [39] in its Spanish version [40] was used to assess psychological needs. This questionnaire consists of 12 items with three subscales: autonomy, competence, and relatedness. The score of this questionnaire was obtained from the response to the items through a Likert-type scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). Higher scores mean higher levels of autonomy, competence, and relationships with others. Reliability of the questionnaire subscales showed Cronbach's  $\alpha = 0.953$  for the autonomy,  $\alpha = 0.955$  for competence, and  $\alpha = 0.955$  for relationship with others.

##### 2.4.3. Intrinsic Motivation to Exercise

Intrinsic Motivation Inventory (IMI) [41,42] is a multidimensional scale that assesses motivational structures for specific activities (sports, school, laboratory tasks, etc.). It is composed of 45 items divided into 6 subscales: "interest/enjoyment", "perceived competence", "effort/importance", "pressure/tension", "perceived choice", "value/usefulness" and "relatedness". The questionnaire is scored on a 7-point Likert-type scale, with 1 (strongly disagree) and 7 (strongly agree). The scores for each subscale are obtained by averaging the different items. Higher scores mean higher motivation. Internal consistency at IMI questionnaire presented the Cronbach's alpha coefficients 0.931 and 0.903 for enjoyment and effort subscales, respectively.

##### 2.4.4. Perception of Physical Activity

The International physical activity questionnaire (IPAQ) [43,44] long version is a 27-item questionnaire used to assess subjects' physical activity and includes a wide range of physical activities. All activities performed during the previous 7 days are included: occupational physical activity; transport physical activity; household chores, housekeeping and family care; recreational, sport and leisure physical activity; and time spent sitting or not being active [43], such that higher scores indicate a higher level of activity.

##### 2.4.5. Anthropometric Measurements

The weight and height of all participants were measured using high-quality electronic calibrated scales and a wall-mounted stadiometer, respectively. Both measurements were determined with participants wearing light clothing and no shoes.



### 2.5. Statistical Analysis

Jamovi 1.1.3.0 software was used to perform all statistical analyses. Descriptive statistics (mean  $\pm$  standard deviation) were calculated for all variables and the normality distribution was tested using the Shapiro–Wilk test. Independent samples t-tests were performed to compare baseline values between groups. Subsequently, Levene’s test was performed for equality of variances and analysis of covariance (ANCOVA) (general linear model; time  $\times$  group) with body mass index (BMI) as a covariate was applied to analyse the effects of the intervention on the assessments. For time  $\times$  group interaction effects, partial eta squared effect sizes ( $\eta^2$ ) were calculated ( $\eta^2 \geq 0.01$ , indicates a small effect,  $\geq 0.059$  a medium effect and  $\geq 0.138$  a high effect). If significant main effects were found, post hoc (Bonferroni) tests were performed. The level of statistical significance was set at  $p \leq 0.05$ . Finally, the effect size (ES) was calculated following Cohen’s guidelines [45]. The ES was interpreted as small if it obtained values between 0.2–0.5, moderate if 0.5–0.8 and large when  $>0.8$ .

### 3. Results

Table 1 contains information about the characteristics of the sample. Statistically significant differences are observed between the MART group and the control group in height and weight, being higher in both cases in the resistance training group. For this reason, BMI has been considered as a covariate in the statistical analysis.

**Table 1.** Baseline characteristics of study participants.

	MART Group ( <i>n</i> = 17)			Control Group ( <i>n</i> = 17)			Baseline Differences	
	Baseline			Baseline			<i>t</i>	<i>p</i>
	Mean	SD		Mean	SD			
Age (Years)	69.6	$\pm$	5.01	67.7	$\pm$	3.60	1.257	0.218
Height (cm)	162	$\pm$	7.88	154	$\pm$	5.47	3.347	0.002 *
Weight (kg)	75.3	$\pm$	12.8	66.9	$\pm$	10.2	2.122	0.042 *

MART = aquatic resistance and motivational training; SD = standard deviation; \* Mean differences were significant at  $p < 0.05$ .

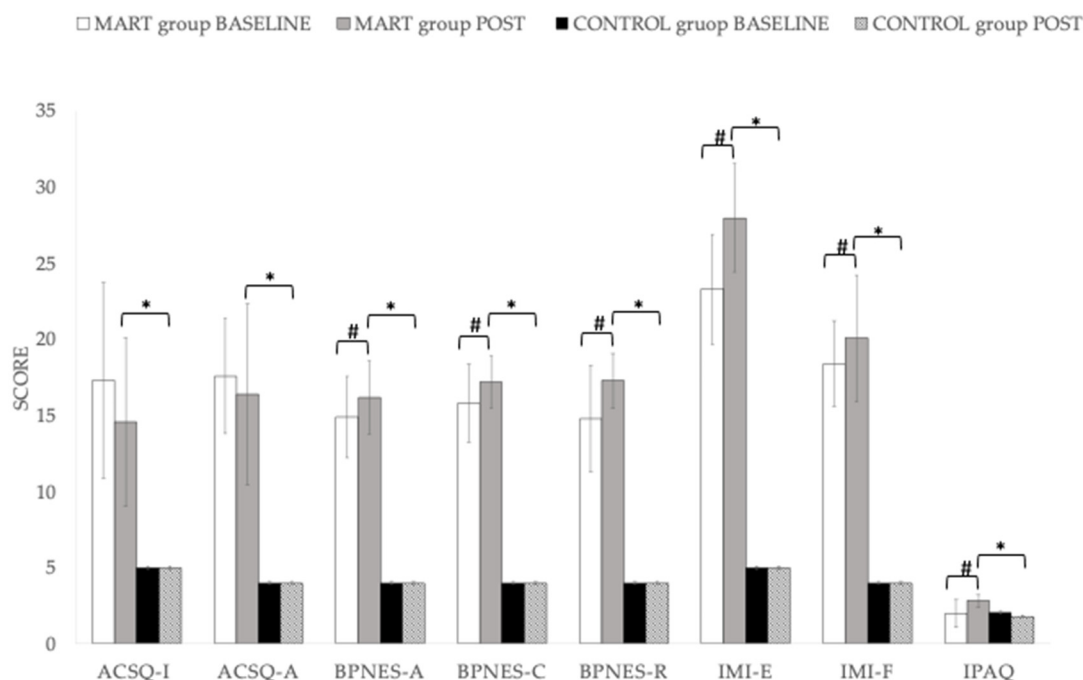
Table 2 presents the summary statistics of the ANCOVA analysis. The main analysis of the present study shows that there was a significant time  $\times$  group difference ( $p < 0.001$ ) in all the variables analysed. In all cases, the results are better in the MART group.

**Table 2.** Comparison characteristics at baseline and post-intervention (ANCOVA).

	Effect Time				Effect Time $\times$ Group			
	MD	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	MD	SE	<i>t</i>	<i>p</i>
ACSQ Interest in the athlete’s opinion	1.43	0.75	1.90	0.066	9.36	1.38	6.76	$<0.001$
ACSQ Assessment of autonomous behaviour	0.63	0.74	0.85	0.403	12.26	1.22	60.4	$<0.001$
BPNES Autonomy	−0.63	0.34	−1.87	0.070	12.15	0.62	19.55	$<0.001$
BPNES Competence	−0.74	0.33	−2.24	0.032	13.22	0.53	24.89	$<0.001$
BPNES Relationship with others	−1.29	0.47	−2.73	0.010	13.31	0.69	19.39	$<0.001$
IMI Enjoyment	−2.40	0.69	−3.47	0.001	23.15	0.86	26.96	$<0.001$
IMI Effort	−0.83	0.46	−1.80	0.080	16.32	0.80	20.29	$<0.001$
IPAQ	−0.31	0.15	−2.05	0.049	1.01	0.25	50.70	0.001

ACSQ = Autonomy-Supportive Coaching Questionnaire; BPNES = Basic Psychological Needs in Exercise Scale; IMI = Intrinsic Motivation Inventory; IPAQ = International physical activity questionnaire. Mean differences were significant at  $p < 0.05$ ; SE = effect size; *t* = *t* student.

In the case of the control group, there were no differences between pre and post in any of the variables studied, as shown in Figure 3 and Table 2. However, in the intervention group, significant differences were observed in most of the questionnaires used, except in the ASCQ. In neither of the two scales, “Interest in the athlete’s opinion” and “Assessment of autonomous behaviour” are significant differences in the experimental group. In the control group the minimum scores were obtained.



**Figure 3.** Sample characteristics at baseline and post-intervention. ACSQ-I = ACSQ Interest in the athlete’s opinion; ACSQ-A = Assessment of autonomous behavior; BPNES-A = Basic Psychological Needs in Exercise Scale—Autonomy; BPNES-C = Basic Psychological Needs in Exercise Scale—Competence; BPNES-R = Basic Psychological Needs in Exercise Scale—Relationship with others; IMI-E = Intrinsic Motivation Inventory—Enjoyment; IMI-F = Intrinsic Motivation Inventory—Effort; IPAQ = International Physical Activity Questionnaire; \* = Significant difference between MART group vs. control group; # = Significant difference baseline vs. final. Differences were significant at  $p < 0.005$ .

In the Basic Psychological Needs Measurement Scale (BPNES), three subscales were analysed: autonomy, competence, and relationship with others. The differences were significant in all three cases ( $p < 0.05$  in autonomy and competence and  $p = 0.001$  in relationship with others), obtaining better scores after the intervention than previously. As for the IMI scale, significant differences were also obtained in both subscales. The level of physical activity also improved significantly, with higher scores on the IPAQ after the intervention than before ( $p < 0.001$ ).

#### 4. Discussion

The main purpose of the present study was to assess the relationship between the well-being perception and the use of autonomy supportive coaching behaviours across a motivational aquatic resistance interval training program. As well as a secondary purpose was to investigate differences in perceived autonomy support, basic need satisfaction, intrinsic motivation, and physical activity among older women.

After the present study, it appears that a MART program developed by a professional with a degree in Physical Activity and Sport Sciences (Physical-Sports Educator) has benefits in the psychological variables studied. As stated by Margie E Lachman et al. [33] cognitive-behavioural and motivational approaches are needed to increase the likelihood of lasting behaviour change by increasing motivation, self-efficacy, and sense of control

over physical activity, using a personalized approach, with social support and meaningful goal setting. The positive effects of physical activity on the physical and psychological well-being and life satisfaction of older adults are evident [1,46–50]. However, the novelty of this project was to integrate motivational strategies previously published within the intervention of physical exercise training in water in older women. It should be noted that the ASCQ score decreased from  $17.3 \pm 6.43$  to  $14.6 \pm 5.51$  for the “Interest in the athlete’s opinion” scale and from  $17.6 \pm 3.78$  to  $16.4 \pm 5.95$  for the “Assessment of autonomous behavior” scale. This was to be expected, given that since the classes were programmed and directed, it was not the participants who chose what and how to do the exercises.

SDT [3] suggests that when participants psychological needs for autonomy, competence, and relatedness are met in a physical activity context, they will experience more self-determined types of motivation. With ageing and, in consistent with SDT, show that autonomy and relatedness need satisfaction is positively associated with indicators of well-being such as purpose in life and personal growth, considered as essential components of optimal functioning [51]. In the present study, participants who performed resistance training showed significant ( $p < 0.001$ ) results of increased autonomy ( $14.9 \pm 2.67$  and  $16.2 \pm 2.41$  points, before and after, respectively) competence ( $15.8 \pm 2.58$  and  $17.2 \pm 1.73$  points) and social relationships ( $14.8 \pm 3.49$  and  $17.3 \pm 1.81$  points), as well as an increase in intrinsic motivation after the intervention. This confirms the conclusions reached by Conroy, D.E et al. [10] that autonomy support is a component of the motivational climate in physical activity that can promote the internalization of behaviours and attitudes on the part of participants.

In relation to the present work, a previous study found that the perception of psychological well-being and the improvement of subjective health were also significantly related to regular and intensive physical exercise [52], another recent study indicates that daily physical activity has psycho-social benefits in the older adults and may lead to better outcomes in the primary prevention of disability [53]. The improvements reported by the experimental group coincide with those of other aquatic training programs developed in older adults, who also obtained improvements in functional autonomy [54], although in their case, they did not carry out psychological strategies. These strategies may also have contributed to the fact that the study sample completed all the sessions, except for 3 people who, for personal reasons, had to be excluded from the study.

This may be due to an improvement in adherence to sports practice, which is achieved by incorporating motivational strategies into physical exercise training [55]. In addition, some authors proposed alternative forms of exercise to increase the adherence to physical exercise programs, as our aquatic resistance training program [56], and not just to improve the autonomy and competence, but the relationship with others as well.

In addition, although the effort was quite high in some parts of the training session, the intensity session average was moderate, and that fact, may help as well to have a good adherence to the program, and could succeed and achieve good scores of well-being. Participants also reported an intrinsic motivation associated with greater well-being. In fact, a significant improvement ( $p < 0.001$ ) is observed both in the “enjoyment” scale, increasing the score from  $23.3 \pm 3.61$  to  $28.0 \pm 3.58$  and in the “effort” scale from  $18.4 \pm 2.81$  to  $20.1 \pm 4.15$  points on the IMI questionnaire, which measures intrinsic motivation.

Another recent study indicates the potential of moderate physical activity in promoting emotional well-being and highlights the role of exercise as cost-effective opportunities for older adults to socialize and improve their emotional functioning [21].

Some limitations of the present study need to be addressed. First, the small sample size used, which also included only physically active female volunteers, mean the results may not be generalizable to all older adults. Second, the intervention focused on older adults participating in a specific aquatic resistance training program. Future research should determine whether the results are the same in other physical activity programs. Third, it should be measured whether more education can indirectly increase awareness of health benefits and increase the importance of engaging in physical activity among

middle- and upper-class individuals. Another limitation is that we did not create a third training group that did not receive the motivational strategies because we preferred that the larger sample benefit from this program. In this sense, the results cannot be extended to a demographically broader older adult. Fifth, nutritional education intervention was not evaluated at the end of the lessons, so we are unable to evaluate the real effect of this intervention on the subjects' habits and the last limitation, the study was not registered prospectively. Despite these limitations, this study provides important support for understanding self-determined behaviours and the relationship between need satisfaction and well-being in the aquatic resistance training program.

## 5. Conclusions

Results from the present study provided evidence for the beneficial effects of MART program in older adults. Thus, when physically active older adults are more able to perceive greater well-being and meet their basic psychological needs, their behavioural regulation is characterized by self-choice, volition, and autonomy rather than pressure, demand, and control, and the result is higher quality behaviour and greater psychological well-being. Further research is needed to extend these findings and to better understand the motivational processes of older adults in aquatic and land-based physical exercise programs to help them maintain an active lifestyle and achieve healthy aging.

**Author Contributions:** Conceptualization, P.J.M.-P., B.J.C.-C. and A.M.-R.; methodology, P.J.M.-P. and A.M.-R.; software, P.J.M.-P. and A.M.-R.; validation, B.J.C.-C., A.M.-R. and P.J.M.-P.; formal analysis, P.J.M.-P. and A.M.-R.; investigation, B.J.C.-C., J.M.G.-D.F., P.J.M.-P. and A.M.-R.; resources, P.J.M.-P., B.J.C.-C. and A.M.-R.; data curation, B.J.C.-C. and J.M.G.-D.F.; writing—original draft preparation, B.J.C.-C., J.M.G.-D.F., P.J.M.-P. and A.M.-R.; writing—review and editing, P.J.M.-P. and A.M.-R.; visualization, B.J.C.-C., A.M.-R. and P.J.M.-P.; supervision, A.M.-R. and P.J.M.-P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by University Human Research Ethics Committee of Catholic University of Murcia (Spain) code CE061920.

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

**Data Availability Statement:** The data presented in this study is available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to its personal health information.

**Acknowledgments:** The authors thank all subjects for their participation in this study.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Tang, M.; Wang, D.; Guerrien, A. A systematic review and meta-analysis on basic psychological need satisfaction, motivation, and well-being in later life: Contributions of self-determination theory. *PsyCh J.* **2020**, *9*, 5–33. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Ryan, R.M.; Deci, E.L. On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being. *Ann. Rev. Psychol.* **2001**, *52*, 141–166. [[CrossRef](#)]
3. Ryan, R.M.; Deci, E.L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *Am. Psychol.* **2000**, *55*, 68–78. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Ekelund, C.; Dahlin-Ivanoff, S.; Eklund, K. Self-determination and older people—A concept analysis. *Scand. J. Occup. Ther.* **2014**, *21*, 116–124. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Cardol, M.; De Jong, B.A.; Ward, C.D. On autonomy and participation in rehabilitation. *Disabil. Rehabil.* **2002**, *24*, 970–974. [[CrossRef](#)]
6. Mackenzie, C.S.; Karaoylas, E.C.; Starzyk, K.B. Lifespan Differences in a self determination theory model of eudaimonia: A cross-sectional survey of younger, middle-aged, and older adults. *J. Happiness Stud.* **2018**, *19*, 2465–2487. [[CrossRef](#)]
7. Souesme, G.; Martinet, G.; Ferrand, C. Perceived autonomy support, psychological needs satisfaction, depressive symptoms and apathy in French hospitalized older people. *Arch. Gerontol. Geriatr.* **2016**, *65*, 70–78. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
8. Sandman, L. On the autonomy turf. Assessing the value of autonomy to patients. *Med. Health Care Philos.* **2005**, *7*, 261–268. [[CrossRef](#)]

9. Deci, E.L.; Ryan, R.M. The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychol. Inq.* **2000**, *11*, 227–268. [[CrossRef](#)]
10. Conroy, D.E.; Douglas Coatsworth, J. Assessing autonomy-supportive coaching strategies in youth sport. *Psychol. Sport Exerc.* **2007**, *8*, 671–684. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
11. Lim, B.S.C.; Wang, C.K.J. Perceived autonomy support, behavioural regulations in physical education and physical activity intention. *Psychol. Sport Exerc.* **2009**, *10*, 52–60. [[CrossRef](#)]
12. Pelletier, L.G.; Fortier, M.S.; Vallerand, R.J.; Brière, N.M. Associations among perceived autonomy support, forms of self-regulation, and persistence: A prospective study. *Motiv. Emot.* **2001**, *25*, 279–306. [[CrossRef](#)]
13. Adie, J.W.; Duda, J.L.; Ntoumanis, N. Autonomy support, basic need satisfaction and the optimal functioning of adult male and female sport participants: A test of basic needs theory. *Motiv. Emot.* **2008**, *32*, 189–199. [[CrossRef](#)]
14. Reinboth, M.; Duda, J.L.; Ntoumanis, N. Dimensions of coaching behavior, need satisfaction, and the psychological and physical welfare of young athletes. *Motiv. Emot.* **2004**, *28*, 297–313. [[CrossRef](#)]
15. Ingledew, D.K.; Markland, D.; Medley, A.R. Exercise motives and stages of change. *J. Health Psychol.* **1998**, *3*, 477–489. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
16. Landi, F.; Marzetti, E.; Martone, A.M.; Bernabei, R.; Onder, G. Exercise as a remedy for sarcopenia. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* **2014**, *17*, 25–31. [[CrossRef](#)]
17. Yates, L.B.; Djoussé, L.; Kurth, T.; Buring, J.E.; Gaziano, J.M. Exceptional longevity in men: Modifiable factors associated with survival and function to age 90 years. *Arch. Intern. Med.* **2008**, *168*, 284–290. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Sherrington, C.; Fairhall, N.; Kwok, W.; Wallbank, G.; Tiedemann, A.; Michaleff, Z.A.; Ng, C.A.C.M.; Bauman, A. Evidence on physical activity and falls prevention for people aged 65+ years: Systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2020**, *17*, 144. [[CrossRef](#)]
19. Kekäläinen, T.; Kokko, K.; Tammelin, T.; Sipilä, S.; Walker, S. Motivational characteristics and resistance training in older adults: A randomized controlled trial and 1-year follow-up. *Scand. J. Med. Sci. Sport.* **2018**, *28*, 2416–2426. [[CrossRef](#)]
20. Ferrand, C.; Nasarre, S.; Hautier, C.; Bonnefoy, M. Aging and well-being in French older adults regularly practicing physical activity: A self-determination perspective. *J. Aging Phys. Act.* **2012**, *20*, 215–230. [[CrossRef](#)]
21. Delle Fave, A.; Bassi, M.; Boccaletti, E.S.; Roncaglione, C.; Bernardelli, G.; Mari, D. Promoting well-being in old age: The psychological benefits of two training programs of adapted physical activity. *Front. Psychol.* **2018**, *9*, 828. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Talar, K.; Hernández-Belmonte, A.; Vetrovsky, T.; Steffl, M.; Kałamacka, E.; Courel-Ibáñez, J. Benefits of resistance training in early and late stages of frailty and sarcopenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *J. Clin. Med.* **2021**, *10*, 1630. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Fragala, M.S.; Cadore, E.L.; Dorgo, S.; Izquierdo, M.; Kraemer, W.J.; Peterson, M.D.; Ryan, E.D. Resistance training for older adults: Position statement from the national strength and conditioning association. *J. Strength Cond. Res.* **2019**, *33*, 2019–2052. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. García-Pinillos, F.; Laredo-Aguilera, J.A.; Muñoz-Jiménez, M.; Latorre-Román, P.A. Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training program on physical performance in healthy older people. *J. Strength Cond. Res.* **2019**, *33*, 1445–1452. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Bergamin, M.; Zanuso, S.; Alvar, B.A.; Ermolao, A.; Zaccaria, M. Is water-based exercise training sufficient to improve physical fitness in the elderly? A systematic review of the evidence. *Eur. Rev. Aging Phys. Act.* **2012**, *9*, 129–141. [[CrossRef](#)]
26. Heyneman, C.A.; Premo, D.E. A “water walkers” exercise program for the elderly. *Public Health Rep.* **1992**, *107*, 213–217.
27. Bento, P.C.B.; Pereira, G.; Ugrinowitsch, C.; Rodacki, A.L.F. The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. *J. Aging Phys. Act.* **2012**, *20*, 469–483. [[CrossRef](#)]
28. Waller, B.; Ogonowska-Słodownik, A.; Vitor, M.; Rodionova, K.; Lambeck, J.; Heinonen, A.; Daly, D. The effect of aquatic exercise on physical functioning in the older adult: A systematic review with meta-analysis. *Age Ageing* **2016**, *45*, 594–602. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Simas, V.; Hing, W.; Pope, R.; Climstein, 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*, 39–60. [[CrossRef](#)]
30. Marcos-Pardo, P.J.; Martínez-Rodríguez, A.; Gil-Arias, A. Impact of a motivational resistance-training programme on adherence and body composition in the elderly. *Sci. Rep.* **2018**, *8*, 1370. [[CrossRef](#)]
31. Lübcke, A.; Martin, C.; Hellström, K. Older adults’ perceptions of exercising in a senior gym. *Act. Adapt. Aging* **2012**, *36*, 131–146. [[CrossRef](#)]
32. Phillips, E.M.; Schneider, J.C.; Mercer, G.R. Motivating elders to initiate and maintain exercise. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **2004**, *85*, s52–s57. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
33. Lachman, M.E.; Lipsitz, L.; Lubben, J.; Castaneda-Sceppa, C.; Jette, A.M. When adults don’t exercise: Behavioral strategies to increase physical activity in sedentary middle-aged and older adults. *Innov. Aging* **2018**, *2*, 1–12. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Saghaei, M. An overview of randomization and minimization programs for randomized clinical trials. *J. Med. Signals Sens.* **2011**, *1*, 55–61.
35. Gunnarsson, T.P.; Bangsbo, J. The 10-20-30 training concept improves performance and health profile in moderately trained runners. *J. Appl. Physiol.* **2012**, *113*, 16–24. [[CrossRef](#)]

36. Andrade, L.S.; Kanitz, A.C.; Häfele, M.S.; Schaun, G.Z.; Pinto, S.S.; Alberton, C.L. Relationship between oxygen uptake, heart rate, and perceived effort in an aquatic incremental test in older women. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 8324. [[CrossRef](#)]
37. Borg, G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand. J. Work Environ. Health* **1990**, *16*, 55–58. [[CrossRef](#)]
38. Moreno-Murcia, J.A.; Marcos Pardo, P.J. *Estrategias Motivacionales Para Programas de Ejercicio Físico Acuático*; Wanceulen: Sevilla, Spain, 2010.
39. Moreno-Murcia, J.A.; Martínez-Galindo, C.; Moreno-Pérez, V.; Marcos, P.J.; Borges, F. Confirmation of the basic psychological needs in exercise scale (BPNES) with a sample of people who do healthy exercise. *J. Sport. Sci. Med.* **2012**, *11*, 141–146.
40. Vlachopoulos, S.P.; Michailidou, S. Development and initial validation of a measure of autonomy, competence, and relatedness in exercise: The Basic Psychological Needs in Exercise Scale. *Meas. Phys. Educ. Exerc. Sci.* **2006**, *10*, 179–201. [[CrossRef](#)]
41. Deci, E.L.; Ryan, R.M. *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*; Plenum: New York, NY, USA, 1985.
42. Markland, D.; Hardy, L. On the factorial and construct validity of the intrinsic motivation inventory: Conceptual and operational concerns. *Res. Q. Exerc. Sport* **1997**, *68*, 20–32. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
43. Craig, C.L.; Marshall, A.L.; Sjöström, M.; Bauman, A.E.; Booth, M.L.; Ainsworth, B.E.; Pratt, M.; Ekelund, U.; Yngve, A.; Sallis, J.F.; et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2003**, *35*, 1381–1395. [[CrossRef](#)]
44. Hallal, P.C.; Victora, C.G. Reliability and validity of the international physical activity questionnaire (IPAQ). *Med. Sci. Sports Exerc.* **2004**, *36*, 556.
45. Gignac, G.E.; Szodorai, E.T. Effect size guidelines for individual differences researchers. *Personal. Individ. Differ.* **2016**, *102*, 74–78. [[CrossRef](#)]
46. Barriopedro, M.I.; Lledó Mallol, I.E. Relación entre la actividad física con la depresión y la satisfacción con la vida en la tercera edad. *Rev. Psicol. Deport.* **2001**, *10*, 239–246.
47. Faulkner, G.; Biddle, S. Mental health nursing and the promotion of physical activity. *J. Psychiatr. Ment. Health Nurs.* **2002**, *9*, 659–665. [[CrossRef](#)]
48. Moral-García, J.E.; García, D.O.; García, S.L.; Jiménez, M.A.; Dios, R.M. Influencia de la actividad física en la autoestima y riesgo de dependencia en personas mayores activas y sedentarias. *Anal. Psicol.* **2018**, *34*, 162–166. [[CrossRef](#)]
49. Battaglia, G.; Bellafiore, M.; Alesi, M.; Paoli, A.; Bianco, A.; Palma, A. Effects of an adapted physical activity program on psychophysical health in elderly women. *Clin. Interv. Aging* **2016**, *11*, 1009–1015. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
50. Netz, Y.; Wu, M.J.; Becker, B.J.; Tenenbaum, G. Physical activity and psychological well-being in advanced age: A meta-analysis of intervention studies. *Psychol. Aging* **2005**, *20*, 272–284. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
51. Ferrand, C.; Martinent, G.; Durmaz, N. Psychological need satisfaction and well-being in adults aged 80years and older living in residential homes: Using a self-determination theory perspective. *J. Aging Stud.* **2014**, *30*, 104–111. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
52. Ruuskanen, J.M.; Ruoppila, I. Physical activity and psychological well-being among people aged 65 to 84 years. *Age Ageing* **1995**, *24*, 292–296. [[CrossRef](#)]
53. Katayama, O.; Lee, S.; Bae, S.; Makino, K.; Chiba, I.; Harada, K.; Shinkai, Y.; Shimada, H. Participation in social activities and relationship between walking habits and disability incidence. *J. Clin. Med.* **2021**, *10*, 1895. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
54. Pernambuco, C.S.; Borba-Pinheiro, C.J.; Vale, R.G. de S.; Di Masi, F.; Monteiro, P.K.P.; Dantas, E.H.M. 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*, 466–471. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
55. D'Angelo, M.E.S.; Pelletier, L.G.; Reid, R.D.; Huta, V. The roles of self-efficacy and motivation in the prediction of short- and long-term adherence to exercise among patients with coronary heart disease. *Health Psychol.* **2014**, *33*, 1344–1353.
56. Collado-Mateo, D.; Lavín-Pérez, A.M.; Peñacoba, C.; Del Coso, J.; Leyton-Román, M.; Luque-Casado, A.; Gasque, P.; Fernández-Del-Olmo, M.Á.; Amado-Alonso, D. Key factors associated with adherence to physical exercise in patients with chronic diseases and older adults: An umbrella review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 2023. [[CrossRef](#)]