



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
Departamento de Psicología

Programa de Doctorado:
Aspectos Psicológicos y Biomédicos de la Salud y la
Enfermedad.
Bienio 2003-2005

EL EFECTO DE DOS PROGRAMAS DE EJERCICIO EN EL MEDIO
ACUÁTICO SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA Y EL ESTADO DE
SALUD DE MUJERES POSTMENOPÁUSICAS CON MODERADO RIESGO
DE FRACTURA DE CADERA.

Tesis doctoral presentada por
MARÍA CARRASCO POYATOS

Dirigida por:
Dr. Fernando Navarro Valdivieso
Dr. Manuel Vaquero Abellán

TITULO: *El efecto de dos programas de ejercicio en el medio acuático sobre la condición física y el estado de salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.*

AUTOR: *María Carrasco Poyato*

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2010
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396
14071 Córdoba

www.uco.es/publicaciones
publicaciones@uco.es

ISBN-13: 978-84-693-6386-7

El Dr. Fernando Navarro Valdivielso, Profesor Titular del área de Educación Física y Deportiva, perteneciente al Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal de la Universidad de Castilla La Mancha y el Dr. Manuel Vaquero Abellán, Catedrático EEUU de Salud Pública (área Enfermería), perteneciente al Departamento de Enfermería de la Universidad de Córdoba, y como Directores de la tesis Doctoral titulada: "El efecto de dos programas de ejercicio en el medio acuático sobre la condición física y el estado de salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera", realizada por la doctoranda D^a María Carrasco Poyatos

INFORMAN que la presente Tesis Doctoral es apta para su defensa, ya que cumple los requisitos formales, de calidad y originalidad; y, mantiene el rigor científico y académico exigibles.

Por lo tanto,

AUTORIZAN la presentación de la mencionada Tesis Doctoral para su defensa según lo establecido en el RD 778/1998 de 30 de abril

Córdoba, 10 de NOVIEMBRE de 2008

Fdo: Dr. Fernando Navarro Valdivielso



Fdo: Dr. Manuel Vaquero Abellán





TÍTULO DE LA TESIS:

“EL EFECTO DE DOS PROGRAMAS DE EJERCICIO EN EL MEDIO ACUÁTICO SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA Y EL ESTADO DE SALUD DE MUJERES POSTMENOPÁUSICAS CON MODERADO RIESGO DE FRACTURA DE CADERA.”

DOCTORANDO/A: María Carrasco Poyatos

INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

La tesis surgió a partir de un proyecto de investigación de 3 años de duración, financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, llevado a cabo en la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo, y dirigido por el Profesor Dr. Fernando Navarro Valdivielso (“Proyecto Osteoaqua: estudio de la eficacia de dos programas de actividad física en el medio acuático sobre la densidad ósea de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas”).

RESUMEN

Objetivo: Estudiar el efecto de dos programas de ejercicio físico en el medio acuático de 1 año de duración sobre la condición física y el estado de salud en mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.

Diseño: Estudio experimental, con asignación aleatoria a los grupos de tratamiento.

Ámbito del estudio: salud en mayores.

Sujetos de Estudio: Mujeres postmenopáusicas con al menos cinco años de amenorrea, sin patologías neurológicas ni musculoesqueléticas, sin antecedentes de fractura osteoporótica, menores de 70 años y con moderado riesgo de fractura de cadera comprobada mediante ultrasonografía de calcáneo, pertenecientes al área de salud de Toledo.

Instrumentalización: Evaluación de la fuerza biocinética del tren superior (Biometer Swim Bench, Sport Fahnmann), la capacidad de salto (Ergo-Jump Bosco System), la fuerza isométrica máxima (Dinamómetro isométrico de espalda y piernas T.K.K. 5402, Takei Scientific Instruments CO.LTD.), la capacidad aeróbica máxima (test de caminata UKK), la flexibilidad activa de tronco (cinta métrica Harpenden Anthropometric Tape, Holtain LTD), el estado de salud (cuestionario SF-12) y la composición corporal (índice de masa corporal y bioimpedancia). Medida de otras variables: riesgo de fractura de cadera (densitómetro Aquiles Express 2000, General Electric, Lunar Corporation), cambios en los hábitos de actividad física (Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ) y cambios en los hábitos alimentarios (cuestionario MediSystem 2000, Sanocare Human Systems L.S., Madrid, Spain).

Resultados: En el grupo que practicó natación, se han obtenido mejoras significativas en la fuerza-resistencia biocinética del tren superior y en la capacidad de salto; y pérdidas significativas de fuerza isométrica lumbar y de piernas, y flexibilidad profunda y lateral de tronco. En el grupo que practicó ejercicios de impacto y cargas adicionales en piscina poco profunda, se han obtenido mejoras significativas en la capacidad de

12 Annual Congress of the European College of Sport Science. Jyväskylä. 2007. Comunicación: Does a year of a weight-bearing and strength exercise program in a low-depth swimming pool improve bone mineral density? Autores: Díaz G, Carrasco M, Muñoz VE, Juárez D, González JM, Jiménez F, Barriga A, Navarro F.

Swimming Science Seminar. Granada. 2007. Comunicación: Cambios en la fuerza de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas tras 14 meses de intervención en el medio acuático. Autores: Carrasco M, Díaz G, Muñoz V.E, Clemente V, Villarino S, Barriga A, Jiménez F, Navarro F.

3º FIMS World Congress of Sports Medicine. Barcelona. 2008. Comunicación: The effect of water exercise on strength and hip risk fracture in postmenopausal women. Autores: Carrasco M, Díaz G, Muñoz V.E, Jiménez F, Barriga A, Navarro F, Vaquero M.

3º FIMS World Congress of Sports Medicine. Barcelona. 2008. Comunicación: Effects of uphill-and downhill-walking during daily life on risk factor of hip fracture. Autores: Díaz G, Carrasco M, Jimenez F, Barriga A, Navarro F, Martinez A.

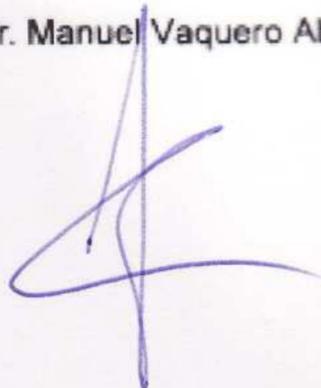
Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 10 de noviembre de 2008
Firma del/de los director/es

Fdo.: Dr. Fernando Navarro Valdivielso



Fdo.: Dr. Manuel Vaquero Abellán



salto y la capacidad aeróbica. En el grupo control, se han obtenido mejoras significativas en la capacidad de salto. No se han encontrado diferencias en el estado de salud físico y mental de los tres grupos. No se han encontrado diferencias entre grupos.

Conclusiones: Un año de ejercicio en el medio acuático mejora algunos componentes de la condición física de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera, pero no mejora su estado de salud físico y mental.

ARTÍCULOS PUBLICADOS COMO CONSECUENCIA DE LA TESIS

Carrasco M, Díaz G, Muñoz V.E, Clemente V, Villarino S, Barriga A, Jiménez F, Navarro F (2007) Cambios en la fuerza de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas tras 14 meses de intervención en el medio acuático. *Swimming Science I*, pg: 185-190.

Díaz G, **Carrasco M**, Barriga A, Jiménez F, Aznar S, Navarro F (2007) Efecto de dos programas de actividad física en el medio acuático de un año de duración sobre la densidad de masa ósea. *Swimming Science I*, pg: 167-172.

Díaz G, **Carrasco M**, Jiménez F, Barriga A, Navarro F (2008) Proyecto Osteoaqua: aproximación a la evolución de la densidad de masa ósea tras 14 meses de entrenamiento en mujeres con osteopenia de Toledo. *Archivos de Medicina del Deporte*. Vol XXV (2), pp 113-114.

Carrasco M, Díaz G, Muñoz V.E, Jiménez F, Barriga A, Navarro F, Vaquero M (2008) The effect of water exercise on strength and hip risk fracture in postmenopausal women. *Archivos de Medicina del Deporte*.

Díaz G, **Carrasco M**, Jimenez F, Barriga A, Navarro F, Martínez A (2008) Effects of uphill-and downhill-walking during daily life on risk factor of hip fracture. *Archivos de Medicina del Deporte*.

PRESENTACIONES EN CONGRESOS COMO CONSECUENCIA DE LA TESIS

Congreso Internacional Año del Deporte y la Educación Física. Cuenca. 2005. Poster: Nivel de actividad física de las mujeres postmenopáusicas y osteopénicas de Toledo en su vida cotidiana. Autores: **Carrasco M**, Díaz G, Muñoz VE, Andrade X.

I Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y II Seminario Nacional de Nutrición, Medicina y Rendimiento en el Joven Deportista. Pontevedra. 2006. Poster: Análisis del aporte de calcio y vitamina D en la dieta de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas de Toledo. Autores: **Carrasco M**, Díaz G, Aznar S, Jiménez F, Juárez D, Navarro F.

I Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y II Seminario Nacional de Nutrición, Medicina y Rendimiento en el Joven Deportista. Pontevedra. 2006. Comunicación: Do women with diagnosed osteopenia achieve the health physical activity guidelines? Objective and subjective assessment. Autores: Aznar S, Díaz G, **Carrasco M**, Navarro F, Barriga A, Jiménez F, Juárez D.

XXVI Congreso Técnico Internacional de Actividades Acuáticas. Oviedo. 2006. Comunicación: Efectos de dos programas de actividad física en el medio acuático sobre la ganancia de fuerza en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas. Autores: **Carrasco M**, Díaz M, Muñoz VE, Andrade X, Jiménez F, Navarro F.

XXVII Congreso de Natación y Actividades Acuáticas. Valencia. 2007. Comunicación: Efecto de dos programas de actividad física sobre la densidad de masa ósea. Autores: Díaz G, **Carrasco M**, Muñoz VE y Navarro F.

A MaryUla y Miguel, mis padres,
por estar siempre a mi lado.

A Alberto,
por todos los momentos compartidos.

A Juan Francisco,
mi tributo personal.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio de investigación ha requerido de la participación de muchas personas para su realización. Deseo, en estas pocas líneas transmitir mi agradecimiento a todas ellas y espero no olvidarme de ninguna.

Agradecimientos:

- A la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, por la financiación del proyecto motivo de esta tesis.
- A la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo, por facilitar el uso de sus instalaciones para el desarrollo de este estudio.
- A los doctores D. Andrés Barriga Martín y D. Fernando Jiménez Díaz, por facilitar la selección de las mujeres participantes en el estudio desde sus centros de trabajo.
- A mis compañeros del Laboratorio de Entrenamiento Deportivo (Universidad de Castilla-La Mancha) por su colaboración en la recogida de datos, sus ideas y su motivación: D. Víctor Eugenio Muñoz Fernández-Arroyo, D. Germán Díaz Ureña, D. Vicente Clemente Saavedra, Dña. Sira Villarino.
- A Iván y a Ángeles, por su apoyo y su cariño durante estos años.
- A Manolo, por su entrega y su dedicación, gracias a personas como tú el camino se hace más fácil.
- A todas las mujeres que han participado en este estudio y se han mantenido incondicionales hasta su finalización y a las que tuvieron que abandonarlo por motivos personales, por los buenos momentos que hemos pasado juntas, vuestro recuerdo siempre estará conmigo: Pilar, Milagros, M^aCarmen, Rosi, M^aTeresa, Margarita, Rosa, Pepa, Juana, Carmen, Manuela, Loli, Blanca, Mercedes, Ángeles, Mili, Luisa, Elia, Laura, Carmen, Tomi, Omi, Esperanza, Loli, Socorro, Manuela, M^aCarmen, Pilar, Magdalena, Elena, Paula, M^aLuisa, Hortensia, Eterveina, Pilar, Cati, Isabel, Carmina, Montse, Raquel, Blanca, Tina, Amparo, Antonia, Josefa, M^aCarmen, Teresa.

ABREVIATURAS

En los siguientes apartados aparecen todas las abreviaturas utilizadas en el presente estudio, haciendo referencia a términos, símbolos estadísticos y matemáticos, y unidades de medida.

TÉRMINOS

Abreviatura	Significado
ACSM	American College of Sports Medicine
ADL	Actividades de la vida diaria
AHA	American Heart Association
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CHA	Cambios en los hábitos alimentarios
CHAF	Cambios en los hábitos de actividad física
CMJ	Salto con contramovimiento
CPT	Capacidad pulmonar total
CS	Capacidad de salto
Dif. a-VO ₂	Diferencia arterio-venosa de oxígeno
DMO	Densidad de masa ósea
DXA	Densitometría por rayos X
FCmax	Frecuencia cardíaca máxima
FIMI	Fuerza isométrica máxima lumbar
FIMp	Fuerza isométrica máxima de piernas
FlexLd	Flexibilidad lateral derecha de tronco
FlexLi	Flexibilidad lateral izquierda de tronco
FlexP	Flexibilidad profunda de tronco
FPMp	Fuerza pico máxima biocinética del tren superior en posición prono
FPMs	Fuerza pico máxima biocinética del tren superior en posición supino
FR	Fuerza-resistencia biocinética del tren superior
GC	Grupo control
GIR	Grupo de impacto y resistencias
GN	Grupo de natación
HPT	Hormona paratiroidea
IADL	Actividades instrumentales de la vida diaria
IF	Índice de fitness
LED	Laboratorio de Entrenamiento Deportivo

IMC	Índice de masa corporal
MSC	Ministerio de Sanidad y Consumo
O ₂	Oxígeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
Pgraso	Porcentaje grasa
PIR	Programa de impacto y resistencias
PN	Programa de natación
QUS	Densitometría por ultrasonidos
RFC	Riesgo de fractura de cadera
S	Siglo
SF12_Físico	Estado de salud físico
SF12_Mental	Estado de salud mental
SI	Índice de stiffness, o rigidez del hueso
THR	Terapia de reemplazo hormonal
TUSNP	Tufts University School of Nutrition and Policy
UKK Institute	Urho Kaleva Kekkonen Institute for Health Promotion Research
VO ₂ max	Capacidad aeróbica máxima
VR	Volumen residual
VSmax	Volumen sistólico máximo
WHO	World Health Organization

SÍMBOLOS ESTADÍSTICOS Y MATEMÁTICOS

Abreviatura	Significado
DT	Desviación típica
M	Media
n	Número de observaciones o casos
p	Grado de significación estadística

UNIDADES DE MEDIDA

Abreviatura	Significado
Kcal	kilocaloría
kg	kilogramo
Kg/m ²	Kilogramo/metro ²

Kj	Kilojulio
mg	miligramos
ml/kg/min	Mililitro/kilogramo/minuto
N	Newtons
T-score	Número de desviaciones estándar que se aleja el valor SI tomado del sujeto, de un valor medio para una persona sana y joven de su misma raza y sexo
µg	Nanogramos
%	Porcentaje
°/s ²	Grados/segundo ²

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Resumen	14
2. Introducción.	20
2.1 Conceptualización.	22
2.1.1 Salud.	22
2.1.2 Actividad física, ejercicio y fitness o condición física.	25
2.2 Situación actual del envejecimiento.	29
2.2.1 El estado de salud de las personas de mediana edad y mayores en la sociedad española.	30
2.3 El proceso de envejecimiento.	34
2.3.1 Cambios estructurales y funcionales producidos por el envejecimiento.	36
2.3.2 Factores de riesgo extrínsecos asociados a la edad: la importancia del estilo de vida.	43
2.3.3 Estrategias para un envejecimiento activo.	47
2.4 La mujer postmenopáusica con moderado riesgo de fractura de cadera.	50
2.4.1 La menopausia en la mujer de mediana edad.	50
2.4.1.1 El riesgo de fractura de cadera en la mujer postmenopáusica.	52
2.5 El estilo de vida de la mujer postmenopáusica con moderado riesgo de fractura de cadera.	58
2.5.1 La dieta de la mujer postmenopáusica con moderado riesgo de fractura de cadera.	59
2.5.2 Actividad física para la mujer postmenopáusica con moderado riesgo de fractura de cadera.	62
2.5.2.1. Recomendaciones generales de actividad física y salud para personas de mediana edad y mayores.	62
2.5.2.2. Recomendaciones generales de ejercicio para la mejora de la condición física y el estado de salud en mujeres postmenopáusicas y en mayores.	64

2.5.2.3. El ejercicio en el medio acuático para la mujer postmenopáusica con moderado riesgo de fractura de cadera.	69
3. Objetivos e hipótesis.	76
3.1 Objetivos.	78
3.2 Hipótesis.	80
4. Metodología	82
4.1 Diseño de investigación	84
4.2 Descripción de la muestra	86
4.2.1 Criterios de inclusión	87
4.3 Métodos	89
4.3.1 Condiciones pretest	89
4.3.2 Recogida de datos	89
4.3.3 Test y protocolos de aplicación	92
4.3.4 Variables Independientes	119
4.4 Análisis estadístico de los datos	125
5. Resultados	126
5.1 Estadística descriptiva	128
5.1.1 Grupo de natación	128
5.1.2 Grupo de impacto y resistencias	129
5.1.3 Grupo control	131
5.2 Análisis de los resultados	133
5.2.1 Fuerza biocinética del tren superior	133
5.2.1.1 Comparación entre grupos	133
5.2.1.2 Comparación pretest-postest	134
5.2.1.3 Correlación entre las variables de estudio	135
5.2.2 Capacidad de salto	137
5.2.2.1 Comparación entre grupos	137
5.2.2.2 Comparación pretest-postest	137
5.2.2.3 Correlación entre las variables de estudio	138

5.2.3	Fuerza isométrica máxima	139
5.2.3.1	Comparación entre grupos	139
5.2.3.2	Comparación pretest-postest	140
5.2.3.3	Correlación entre las variables de estudio	141
5.2.4	Capacidad aeróbica máxima e índice de fitness	143
5.2.4.1	Comparación entre grupos	143
5.2.4.2	Comparación pretest-postest	143
5.2.4.3	Correlación entre las variables de estudio	145
5.2.5	Flexibilidad activa de tronco	146
5.2.5.1	Comparación entre grupos	146
5.2.5.2	Comparación pretest-postest	147
5.2.5.3	Correlación entre las variables de estudio	148
5.2.6	Estado de salud percibido	150
5.2.6.1	Comparación entre grupos	150
5.2.6.2	Comparación pretest-postest	150
5.2.6.3	Correlación entre las variables de estudio	152
5.2.7	Composición corporal	153
5.2.7.1	Comparación entre grupos	153
5.2.7.2	Comparación pretest-postest	154
5.2.7.3	Correlación entre las variables de estudio	156
6.	Discusión y limitaciones del estudio	158
6.1.	Fuerza biocinética del tren superior	160
6.2.	Capacidad de salto	165
6.3.	Fuerza isométrica máxima	171
6.4.	Capacidad aeróbica máxima e índice de fitness	178
6.5.	Flexibilidad activa de tronco	184
6.6.	Estado de salud percibido	188
6.7.	Composición corporal	192
6.8.	Medida de otras variables	195

7. Conclusiones	198
8. Limitaciones del estudio	202
9. Futuras líneas de investigación	206
10. Bibliografía	210
11. Anexos	238

1

RESUMEN

| RESUMEN

La presente tesis doctoral surgió a partir de un proyecto de investigación de tres años de duración denominado: *Proyecto Osteoaqua, estudio de la eficacia de un programa de actividad física en el medio acuático en la prevención y tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas*, llevado a cabo en la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo bajo la tutela de Dr. Fernando Navarro Valdivielso. Este proyecto fue financiado por la Junta de Comunidades de Castilla La-Mancha y la Consejería de Sanidad. Su objetivo principal consistía en estudiar el efecto de un programa de actividad física en el medio acuático basado en ejercicios de impacto y cargas adicionales en piscina poco profunda sobre la incidencia de fracturas osteoporóticas y la densidad mineral ósea en mujeres postmenopáusicas y con osteopenia de Toledo capital, utilizando un programa de natación en piscina profunda como grupo placebo y un grupo de control.

Debido a la aceleración del proceso de envejecimiento que causa la menopausia, en esta etapa se producirán cambios estructurales y funcionales en todos los sistemas del organismo, ocasionando el deterioro muscular, cardiovascular, óseo y endocrino-metabólico entre otros, que tendrán como consecuencia el desgaste del estado funcional, la salud y la calidad de vida de las mujeres de mediana edad. Estos cambios en conjunto repercutirán en la capacidad de movimiento y en la fragilidad ósea aumentada, propiciando el riesgo de caídas y fracturas de cadera.

La práctica de ejercicio orientado al mantenimiento o la mejora de los atributos que componen la condición física relacionada con la salud es una de las medidas que se pueden adoptar para que las mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera no acusen en exceso el deterioro estructural y funcional que acompaña a esta etapa de la vida. El medio acuático es muy recomendable para el trabajo con personas de estas características ya que la flotación y las fuerzas de resistencia propias de este medio ofrecen la posibilidad de realizar ejercicios aeróbicos y con carga adicional, además de dar confianza en la realización de movimientos, minimizando los miedos y los riesgos asociados a las caídas.

Estas consideraciones fundamentaron el interés por analizar el efecto de ambos programas de actividad física en el medio acuático aplicados en el proyecto, sobre la condición física y el estado de salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.

Así pues, los objetivos del presente trabajo fueron:

- ★ Estudiar el efecto de dos programas de actividad física en el medio acuático sobre la condición física relacionada con la salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ★ Analizar el efecto de dichos programas sobre la percepción de su estado de salud físico y mental.
- ★ Comparar la efectividad de ambos programas entre sí y con respecto al grupo control.

En el estudio participaron 59 mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera de Toledo capital, distribuidas en tres grupos:

- ★ Grupo de natación (GN): n=21. 59,14±7 años (M±DT).
- ★ Grupo de impacto y resistencias (GIR): n=21. 55,90±5,9 años (M±DT).
- ★ Grupo control (GC): n=17. 55,59±5 años (M±DT).

En todas las participantes se cuantificó la condición física relacionada con la salud, dentro de la que se incluyen los parámetros relacionados con la resistencia cardiovascular, la resistencia y fuerza muscular, la flexibilidad y la composición corporal; y el estado de salud físico y mental percibido a través de las siguientes valoraciones:

- ★ La fuerza biocinética del tren superior se midió con un instrumento biocinético denominado Biometer Swim Bench (Sport Fahnemann). Dentro de ésta se evaluaron tres parámetros: fuerza pico máxima biocinética en posición prono, fuerza pico máxima biocinética en posición supino y fuerza-resistencia biocinética del tren superior.
- ★ Los componentes de la fuerza elástico-explosiva del tren inferior se evaluaron mediante la altura de salto en un salto con contramovimiento, utilizando el Ergo-Jump Bosco System.
- ★ La fuerza isométrica de la zona lumbar y las piernas se midió con un dinamómetro isométrico de pie (T.K.K. 5402, Takei Scientific Instruments CO.LTD.).
- ★ Para evaluar la capacidad aeróbica máxima y el índice de fitness se utilizó el test de la caminata UKK.
- ★ La flexibilidad profunda y lateral de tronco se evaluaron con los test propuestos por el Instituto UKK y la Batería Eurofit para adultos.
- ★ Para la evaluación del estado de salud físico y mental se utilizó en cuestionario SF12, validado para tal efecto.

| RESUMEN

- ★ La composición corporal se determinó mediante el índice de masa corporal y el porcentaje graso medido con un bioimpedanciómetro (TANITA TBF-300).

Adicionalmente se controlaron otras variables:

- ★ Riesgo de fractura de cadera, con el densitómetro de ultrasonidos Aquiles Express 2000 (General Electric, Lunar Corporation).
- ★ Cambios en los hábitos de actividad física, por su posible influencia en los resultados del estudio, con el Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ en su versión semanal.
- ★ Cambios en los hábitos alimentarios, por su posible influencia en los resultados del estudio, con el cuestionario nutricional MediSystem 2000 (Sanocare Human Systems L.S., Madrid, Spain).

El análisis de los resultados (SPSS 15.0 para Windows) incluyó el cálculo de los estadísticos descriptivos básicos (media, desviación típica y rango) y de normalidad de la muestra para distintas variables estudiadas (prueba de Kolmogorov-Smirnov). Se realizó el análisis de medidas repetidas para analizar las diferencias entre grupos en las variables de estudio y se aplicó la prueba t para muestras relacionadas para hallar los cambios de cada variable en cada grupo. Para la relación entre variables se aplicó en coeficiente de correlación (r de Pearson).

Del análisis e interpretación de los resultados se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Dos programas de ejercicio en el medio acuático -de impacto y resistencias, y de natación-, de un año de duración y moderada intensidad, no producen resultados diferentes sobre la condición física y el estado de salud en mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
2. La natación practicada durante un año y a moderada intensidad produce mejoras en la fuerza-resistencia del tren superior y en la capacidad de salto, manteniéndose la capacidad aeróbica máxima. Sin embargo la fuerza isométrica lumbar y de piernas y la flexibilidad de tronco se ven reducidas.
3. El trabajo de impacto y resistencias en el medio acuático, de un año de duración y moderada intensidad, incide sobre la mejora de la capacidad de salto y la capacidad aeróbica, manteniéndose la fuerza isométrica y la flexibilidad.

4. Ambos programas de ejercicio en el medio acuático no modifican la percepción del estado de salud físico y mental de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
5. No existe un indicador claro que determine que alguno de los dos programas acuáticos sea el más indicado para la mejora de la condición física y el estado de salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.

2

INTRODUCCIÓN

2.1 CONCEPTUALIZACIÓN.

2.1.1 Salud.

Desde las sociedades antiguas existe un creciente interés por preservar la salud y, a pesar de que no se ha conseguido paliar las diferencias entre los países industrializados y los no industrializados en lo referente a esta materia, la salud de la población sigue siendo el mayor problema a solucionar por los gobiernos nacionales e internacionales (Murray & Evans, 2000).

Es difícil encontrar un consenso claro sobre la definición del término salud a lo largo del tiempo. Cada época ha determinado de forma contundente la concepción de la salud dependiendo de las necesidades de la sociedad y de los medios sanitarios disponibles.

Por este motivo, en los Siglos XVIII y XIX, el concepto de **salud** oscilaba fundamentalmente entorno a *“la ausencia de enfermedad”* (Porter, 1999). La preocupación de los gobiernos por aquél entonces era procurar el bienestar social ante las enfermedades infecciosas y las epidemias, que eran responsables del 50% de las muertes de la población (WHO & TUSNP, 2002). Para ello se centraron en la mejora de la salud pública, es decir, en la creación y desarrollo de nuevos programas y servicios sanitarios para proteger, promocionar y restaurar la salud de los ciudadanos.

A partir de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), se produce un cambio significativo en la idea global de **salud** impulsado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que definió en 1946 el término como *“un estado de completo bienestar físico, mental y social, no solo la ausencia de enfermedad”* (Murray & Evans, 2000). Se considera por primera vez a la persona como un todo integrado centrándose, además de en el ámbito estrictamente biológico, en el psicológico y en el social como factores fundamentales para alcanzar un estado pleno de salud.

Esta definición fue adoptada en tres documentos de gran relevancia a nivel mundial: en el concepto de salud de Lalonde, que introdujo esta nueva idea en la sociedad canadiense en 1974; en la Declaración de Alma Alta realizada por la OMS en 1978, para promocionar la salud y el derecho a una asistencia sanitaria básica en todo el mundo; y en el documento *Health for All (Salud para Todos)* realizado por la sección europea de la OMS en 1984, que amplió el concepto de

| INTRODUCCIÓN

salud por el de **salud para todos**: *“la capacidad de todas las personas del mundo de conseguir un nivel de salud que les permita llevar una vida social y económicamente productiva”* (Nutbeam, 1998).

Con la intención de preservar el concepto de salud como un derecho fundamental y equitativo para todos y en base a los tres documentos citados anteriormente, en 1986 se creó lo que se conoce mundialmente con el nombre de *Ottawa Charter for Health Promotion (Carta de Ottawa para la Promoción de la Salud)* en la Primera Conferencia Internacional de Promoción de la Salud en Ottawa (Ontario, California) liderada por Halfdan Mahler en representación de la OMS (antiguo Director General de esta institución). En este evento se concretó de manera oficial y a nivel mundial el concepto de **salud** como: *“un recurso para el día a día y no el objeto de vivir. Es un concepto positivo que enfatiza los logros personales y sociales así como las capacidades físicas”* (Nutbeam, 1998).

Los gobiernos se centraron en el conjunto de factores responsables de mantener los niveles de salud en la población, llegando a la conclusión de que la manera más saludable de acabar con la enfermedad y satisfacer las necesidades de los ciudadanos preservando su calidad de vida, era integrar a los servicios sanitarios con el estilo de vida individual y el contexto social. Se puso de manifiesto la importancia de la promoción de la salud en los ciudadanos de manera que no dependieran de los sistemas sanitarios exclusivamente sino que fueran capaces de controlar por sí mismos los factores determinantes de su salud.

Salieron a relucir por tanto, otros términos relacionados con el comportamiento personal orientado a la salud, como el de **calidad de vida**: *“la percepción de las personas de que sus necesidades están satisfechas y de que no se les niegan oportunidades para conseguir la felicidad y el estado de completo bienestar, a pesar de su salud física y sus condiciones sociales o económicas”* (Nutbeam, 1998), **factor de riesgo**: *“estatus social, económico o biológico, comportamientos o entornos que están asociados o son causa directa de ser susceptibles a una patología específica o un estado de enfermedad”* (Nutbeam, 1998), **factores para la salud**: *“el sitio o contexto social en el que la población realiza actividades diarias en las que los factores ambientales, organizacionales y personales interaccionan para mejorar la salud y la calidad de vida”* (Nutbeam, 1998), o **estado funcional**: *“la capacidad de una persona para llevar a cabo las actividades necesarias para lograr el bienestar”* (OMS, 1998); agrupándose éstas

en *actividades físicas de la vida diaria (ADL)*, relacionadas con el cuidado personal, lavarse, vestirse, comer, trasladarse, caminar (Welch, 1998), y *actividades instrumentales de la vida diaria (IADL)*, relacionadas con el mantenimiento de la casa, hacer la compra, tomar medicinas, utilizar transportes, usar el teléfono, ó cocinar (Greenberg, 2002); para lo que es indispensable un buen **estado de salud mental y social**, entendido como “*la facilidad con la que una persona siente, piensa, actúa o se comporta dentro de una sociedad*” (Greenberg, 2002).

Por otro lado, se describieron cinco pautas de acción prioritarias para mantener y mejorar el estado de salud o la calidad de vida de la población (Kickbusch, 2003):

- ★ Construir una política en materia de salud pública adecuada.
- ★ Crear entornos que fomenten la salud.
- ★ Fortalecer la acción comunitaria en pro de la salud.
- ★ Desempeñar tareas individuales.
- ★ Reorientar los servicios sanitarios.

Esta nueva tendencia sobre salud tuvo una aplicación generalizada en casi todos los países del mundo y por diferentes instituciones durante quince años. Sus pautas marcaron la tónica general de actuación para preservar la salud de la población. Pero debido al imparable aumento de la esperanza de vida en los países industrializados a las puertas del S: XXI y a que las enfermedades que predominantemente causaban la muerte ya no eran las infecciosas sino las no infecciosas y crónicas, y los que las padecían ya no eran los jóvenes sino los mayores (WHO & TUSNP, 2002), se quiso estrechar el control y la prevención de estas enfermedades aún más, concretándose las pautas dadas en la Carta de Ottawa con la *Declaración de Jakarta*, en la Cuarta Conferencia Internacional de Promoción de la Salud llevada a cabo en 1997 por académicos de todo el mundo y la OMS.

El nuevo paradigma preventivo de aplicación actual amplía el anterior modelo de promoción de la salud centrándose en la interacción y el impacto acumulativo de las influencias sociales y biológicas a lo largo de la vida (Sindall, 2001), traducido en que el 75% de las muertes en la población mayor de 65 años tiene como causa las enfermedades crónicas emergentes en la actualidad: patologías cardiovasculares, enfermedades cerebrovasculares y cáncer (WHO & TUSNP,

| INTRODUCCIÓN

2002). Se incluye a su vez una mención específica a la perspectiva de género, destacando los mayores porcentajes de morbilidad y discapacidad experimentados por las mujeres mayores (Bonita, 1998) y apuntando que la investigación y los programas sobre envejecimiento que no reconozcan diferencias entre hombres y mujeres no serán efectivos.

En definitiva, se basaba en la idea de ¿qué hace que la población sea saludable? (Kickbusch, 2003).

Debido a la necesidad de seguir cambiando el enfoque individual de la salud en pro de las estructuras y los procesos sociales, y de investigar las causas de la salud, se introdujo el término de **salud para la población** entendido como: *“aumentar nuestro conocimiento de los determinantes de la salud y reafirmar la necesidad de profesionales de la salud pública que examinen de forma crítica las desigualdades sociales y las leyes que las mantienen”* (Young, 2005).

La Declaración de Jakarta propone otras prioridades complementarias a la Carta de Ottawa para la promoción de la salud según las necesidades del S:XXI (Nutbeam, 1998; Sindall, 2001):

- ★ Promocionar la responsabilidad social e individual respecto a la salud.
- ★ Aumentar las infraestructuras para la salud.
- ★ Expandir la promoción de la salud, proponiendo estrategias para la mejora de la salud en la mujer.
- ★ Mejorar las inversiones para el desarrollo de la salud.

2.1.2 Actividad física, ejercicio y fitness o condición física.

Se conoce al término **actividad física** como: *“cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en un gasto de energía”* (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Se refiere a cualquiera de los movimientos no orgánicos que se producen en el día a día, es decir, mientras dormimos, durante el trabajo y en el tiempo libre. Por tanto, la cantidad de actividad física realizada puede variar de una persona a otra dado que las horas de sueño, el tipo de trabajo y la actividad elegida para ocupar el tiempo libre serán diferentes. Por ejemplo, en el tiempo libre se puede realizar un deporte o tareas domésticas, incluso este deporte puede tener una intensidad baja, media o alta. Todo esto se traducirá en un gasto de energía que dependerá de la intensidad, la

frecuencia y la duración de la contracción muscular, y que vendrá medido en kilocalorías (Kcal) o kilojulios (Kj) (1Kcal=4,184Kj).

El término ejercicio se viene utilizando indistintamente con el de actividad física y, aunque no expresan exactamente lo mismo, tienen muchas características en común, de hecho el ejercicio forma parte de la actividad física. Se conoce al **ejercicio** como *“una actividad física planificada, estructurada, repetitiva y dirigida cuyo objetivo es mantener o mejorar uno o más componentes del fitness”* (Caspersen et al., 1985). Ya no nos referimos a cualquier movimiento de los músculos esqueléticos sino a una actividad con una estructura determinada y una continuidad a lo largo del tiempo. El ejercicio, por su parte, también va asociado a un gasto extra de energía que dependerá de su intensidad, frecuencia y duración, y se medirá de igual manera en Kcal.

Por otro lado, el **fitness** o **condición física** es: *“el conjunto de atributos que las personas tienen o alcanzan”* (Caspersen et al., 1985), *“una serie de atributos que la gente tiene o alcanza en relación con la capacidad para realizar actividad física”* (Gettman, 2000). Tanto la actividad física como el ejercicio están íntima y directamente relacionados con el fitness ya que el nivel de actividad física o ejercicio practicado va a condicionar el nivel de fitness o condición física de una persona.

El fitness se compone de dos vertientes: una relacionada con la salud y otra relacionada con las tareas.

- ★ **El fitness relacionado con la salud (fitness o condición física y salud)** se puede definir como *“un estado caracterizado por: una capacidad para llevar a cabo actividades diarias con vigor y la demostración de rasgos y capacidades asociadas con un bajo riesgo de desarrollo prematuro de enfermedades hipocinéticas”* (Gettman, 2000). Se refiere a la capacidad de realizar eficazmente cualquier actividad de la vida cotidiana (ADL e IADL) con la menor presencia de patologías crónicas y, como indican Castillo y sus colaboradores (Castillo, Ortega, & Ruiz, 2005), está íntimamente ligado a los términos de salud y estado funcional descritos en los apartados anteriores, es más, el fitness o condición física relacionada con la salud podría considerarse dentro del estado funcional como los atributos que constituyen el nivel físico del estado funcional. Incluye los siguientes

| INTRODUCCIÓN

componentes fundamentales (Caspersen et al., 1985; Gettman, 2000; Jackson, Morrow, Hill, & Dishman, 1999):

- Resistencia cardiorrespiratoria.
- Resistencia muscular.
- Fuerza muscular.
- Flexibilidad.
- Composición corporal.

★ ***El fitness relacionado con las tareas*** es más específico de determinadas actividades o deportes y se compone de (Caspersen et al., 1985; Jackson et al., 1999):

- Agilidad.
- Equilibrio.
- Coordinación.
- Velocidad.
- Potencia.
- Tiempo de reacción.

A modo de resumen y de acuerdo con la terminología descrita en este apartado, para procurar un buen estado de salud y mantener la calidad de vida sería necesario por un lado, mantener un nivel aceptable de capacidad funcional tanto en su nivel físico como mental y social; y por otro, disponer de recursos sanitarios, de infraestructuras y de sistemas de prevención suficientes en materia de salud. La práctica de actividad física y/o ejercicio orientada al mantenimiento o la mejora de los atributos que componen el fitness o condición física relacionada con la salud, puede ser una de las estrategias que las instituciones competentes pueden plantear para la promoción de la capacidad funcional y la mejora de la salud y la calidad de vida en personas de mediana edad y mayores.

A pesar de que en los estudios de investigación muchas veces no se suele hacer distinción entre los términos actividad física y ejercicio, en el desarrollo de esta tesis se procurará diferenciar bien que la actividad física implica cualquier actividad que se realiza en la vida cotidiana, y que el ejercicio es una actividad repetitiva, estructurada y planificada que se incluye dentro de la actividad física diaria.

A su vez, y dado que la finalidad de esta investigación es analizar los atributos del fitness o condición física relacionados con la salud y no los relacionados con las tareas, en lugar de redactar este término tan extenso que puede dar lugar a confusión, para referirnos a él se indicará como *fitness* o *condición física*.

| INTRODUCCIÓN

2.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL ENVEJECIMIENTO.

El envejecimiento es uno de los máximos desafíos sociales y económicos del siglo XXI para las sociedades europeas (Mira & Crespo, 2007). Como fenómeno universal que afecta a todos los seres humanos, ha ido adquiriendo cada vez mayor relevancia hasta el punto de convertirse en el proceso demográfico más significativo de nuestro tiempo, sobre todo en los países industrializados. Esto se debe fundamentalmente a una baja fertilidad y a la esperanza de vida continuamente creciente (Mira & Crespo, 2007), en base a los adelantos científico-médico-sanitarios en materia de tratamiento y prevención de enfermedades (Marín, Marín, & Marín, 1999) que han hecho mejorar la calidad de vida y descender la mortalidad sobre todo en niños pequeños y ancianos.

Como indica la OMS, existen aproximadamente 605 millones de personas mayores de 60 años en todo el mundo, cifra que se espera aumente para el año 2050 en 1.2 billones (WHO & TUSNP, 2002). El caso de Europa es especial ya que ha sido la región que ha experimentado el crecimiento más acelerado de este grupo de población, de un 5% a un 25%, en los últimos cien años (Soto & Toledano, 2001), porcentaje que se prevé siga aumentando a más del 28% en 2050 (Mira & Crespo, 2007). Por este motivo seguirá conservando el título de región más vieja del mundo (WHO & TUSNP, 2002), solo Japón tiene una estructura de edad similar.

Este aumento demográfico también es notable en nuestro país. En España, la proporción de personas mayores de 60 años pasó del 10% en el año 1977 a más del 16% en la actualidad (Soto & Toledano, 2001). Según la OMS, en 2050 la población española mayor de 60 años habrá ascendido hasta un 43% (Edwards, 2001). En cuanto a la natalidad, España junto con Italia, Grecia y Alemania son los países europeos con índice de fertilidad más bajo: 1,29 nacimientos por mujer (Mira & Crespo, 2007), frente a Francia, Reino Unido, Bélgica o los Países Bajos en los que la cifra ronda los 2 nacimientos por mujer.

Por otro lado, hay que prestar especial atención a la tendencia a la feminización del envejecimiento, dado que la esperanza de vida de las mujeres es mayor que la de los hombres en casi todas las áreas del mundo (Marín et al., 1999). Como ejemplo podemos citar que en España, la esperanza de vida al nacer en el año 2000 era de 74-76 años para los hombres y de 82-84 años para las mujeres (Mira & Crespo, 2007; MSC, 2006b) (tabla 1). De este modo, la esperanza de vida

creciente de las mujeres en relación a los hombres se hace más patente a medida que aumenta la edad, siendo el promedio mundial de menos de 550 hombres por cada 1000 mujeres a partir de la década de los 80 (Edwards, 2001). Además, se estima un crecimiento en todo el mundo de las mujeres de 65 años desde 330 millones en 1990 a 600 millones en 2015 (Bonita, 1998).

Tabla 1. Evolución de la esperanza de vida al nacer en años, según sexo, España 1960-2000 (MSC, 2006b)

	1960	1970	1980	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Ambos sexos	69,9	72,4	75,6	77,0	78,0	78,3	78,6	78,7	78,6	78,7
Varones	67,4	69,6	72,5	73,4	74,4	74,7	75,1	75,2	75,3	75,4
Mujeres	72,2	75,1	78,6	80,6	81,6	81,9	82,0	82,1	82,5	82,7

2.2.1 El estado de salud de las personas de mediana edad y mayores en la sociedad española.

Los datos muestran de forma contundente que en España se están cumpliendo los requisitos necesarios para que el fenómeno demográfico del envejecimiento se encuentre en constante crecimiento, incidiendo especialmente en las mujeres.

El crecimiento de la población mayor supone una pesada carga financiera para la sociedad en lo que se refiere a los planes de pensiones y a los sistemas de asistencia sanitaria y cuidados de larga duración (Mira & Crespo, 2007). Como muestran los datos del Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC), el gasto sanitario en España evoluciona de forma creciente año a año. Desde 1999 éste aumenta a una media del 8,53% por año, siendo este gasto en 1999 de 30.635.606 millones de euros, y en 2005 de 50.053.252 millones de euros (MSC, 2007).

Estas cifras son preocupantes e indican que el estado de salud de la sociedad española va decreciendo a medida que pasan los años y, como se muestra a continuación, es a partir de la mediana edad cuando comienzan a ser más patentes estos cambios.

Según el MSC (MSC, 2006a), la salud percibida de la sociedad española es positiva tanto en hombres como en mujeres hasta los 44 años. A partir de esta edad, el porcentaje de personas que consideran que su salud es buena va decreciendo y la diferencia entre hombres y mujeres se acentúa, haciéndose más notable a partir de los 65 años (figura 1). A los 45 años, el 70,1% de los hombres y

INTRODUCCIÓN

el 59,9% de las mujeres considera que su salud es buena; mientras que de 65 años en adelante, este porcentaje desciende en los hombres hasta el 54,4% y en las mujeres hasta el 36,8%.

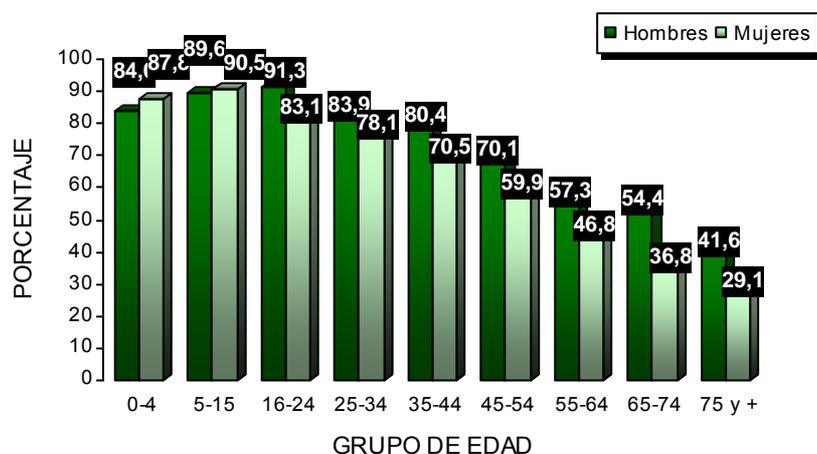


Figura 1. Distribución porcentual del estado de salud percibida según género y grupo de edad. (MSC, 2006a).

La causa de que el estado de salud percibida descienda a partir de los 44 años en ambos géneros es que, de esta edad en adelante, aumentan las limitaciones para realizar IADL, persistiendo las diferencias entre hombres y mujeres (figura 2). El 19,12% de los hombres de 45 años encuentran limitaciones para llevar a cabo las IADL, porcentaje que aumenta hasta un 24,46% de 65 años en adelante. Sin embargo, el porcentaje de mujeres que se encuentran limitadas asciende al doble entre estos grupos de edad, de un 26,17% a los 45 años hasta un 36,47% a partir de los 65 años (MSC, 2006b).

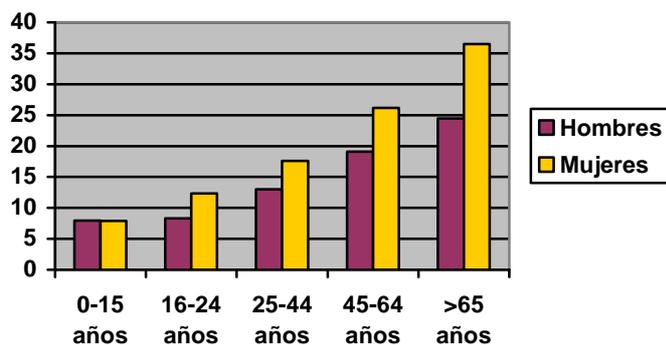


Figura 2. Distribución porcentual de la limitación para las IADL según género y grupo de edad. Adaptado del MSC (MSC, 2006b).

Las diferencias entre géneros que se encuentran a nivel de limitación funcional con el aumento de la edad están estrechamente ligadas a la incidencia de determinadas enfermedades crónicas que suelen afectar en mayor número a las mujeres adultas (figura 3), como son, entre otras, la artrosis, artritis y reumatismos, que afectan a un 28,55% de mujeres frente a un 13,87% de hombres; la hipertensión, que afecta a un 23,16% de mujeres frente a un 18,20% de hombres; la osteoporosis, que afecta a un 9% de mujeres frente a un 1,38% de hombres; ó la depresión/ansiedad, sufrida por el 20,49% de las mujeres frente al 8,69% de los hombres. Existen otras patologías crónicas que afectan a hombres y mujeres por igual: la hipercolesterolemia la padece el 16,46% de las mujeres y el 15,79% de los hombres; las patologías cardiovasculares afectan a un 7,86% de las mujeres respecto al 8,11% de los hombres; la diabetes está presente en el 5,97% de las mujeres y en el 6,13% de los hombres; y los tumores malignos aparecen en el 2,79% de las mujeres y en el 1,92% de los hombres (MSC, 2006b).

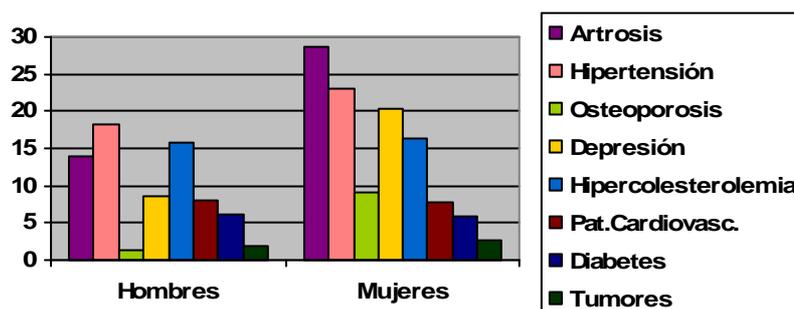


Figura 3. Distribución porcentual de las enfermedades crónicas en adultos según género.

Adaptado de MSC (MSC, 2006b).

El radio de acción de las enfermedades crónicas afectará a la capacidad funcional de los mayores de hecho, se espera que en el año 2050 el coeficiente de dependencia de los mayores de 60 años aumente un 44,5% (Mira & Crespo, 2007). Por otro lado, en la actualidad son la principal causa de muerte de este colectivo en nuestro país. En concreto, la primera causa de muerte son las patologías cardiovasculares para hombres y mujeres; y la segunda, los tumores malignos – de pulmón y próstata en el caso de los hombres, y de mama en el caso de las mujeres – (Marcos & Galiano, 2004).

Los datos a los que nos hemos referido muestran la situación actual del envejecimiento en nuestro país: un crecimiento constante de la población mayor,

| INTRODUCCIÓN

donde cada vez hay más mujeres que hombres que, a partir de la mediana edad, ven decrecer su salud percibida y sufren, en mayor proporción que los hombres, la incidencia de determinadas patologías crónicas y limitaciones funcionales fundamentalmente relacionadas con el sistema óseo, muscular y cardiovascular, que harán que su nivel de condición física se vea deteriorado, en detrimento de su estado funcional, su salud y su calidad de vida en esta etapa de la vida. Estos datos coinciden con las características de las mujeres a nivel mundial que describe la Comisión Mundial sobre la Salud de la Mujer, dirigida por la OMS en 1998 (Bonita, 1998).

Dada la situación actual de la población de mediana edad y mayor en todo el mundo y en especial en España, se hace necesario que se adopten medidas adecuadas para la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas que preserven la capacidad funcional y favorezcan un envejecimiento saludable, para que nuestros mayores gocen de lo que tradicionalmente ha sido uno de los bienes más preciados en nuestra cultura mediterránea: la salud.

2.3 EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO.

Es evidente que el organismo experimenta ciertos cambios estructurales y funcionales con el paso del tiempo, que se hacen más notorios a medida que aumenta la edad. Las modificaciones estéticas como las arrugas o la canicie, y la aparición de determinadas patologías o discapacidades como el Alzheimer o la sordera, suelen ser característicos de la población mayor.

Por lo general, un individuo sano alcanza la plenitud en el desarrollo y funcionamiento de todos los órganos y sistemas corporales al final del periodo de maduración sexual o inicio de la vida adulta (Castillo et al., 2005), esto es, entre los 20 y los 35 años (Clarke, Hunt, & Dotson, 1992; Shephard, 2000; Wilmore & Costill, 2004) (figura 4). A partir de aquí se inicia un declive paulatino que podrá ser casi imperceptible en sus comienzos, pero con el paso del tiempo acabará deteriorando en mayor o menor medida la estructura y funcionamiento orgánico, afectando a la capacidad funcional y a la capacidad de adaptación de la persona y por consiguiente, a la salud y la calidad de vida.

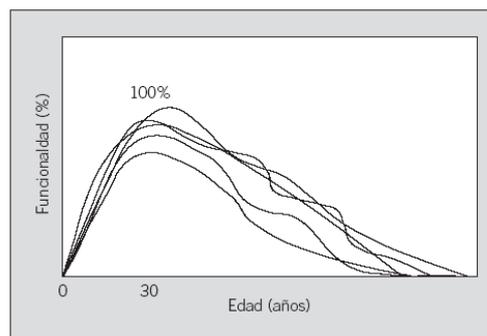


Figura 4. Deterioro funcional con el paso de los años (Castillo et al., 2005).

En consecuencia, al **envejecimiento** se le conoce como “*un proceso o grupo de procesos que conducen a una pérdida progresiva de adaptabilidad fisiológica*” (Sagiv, 1995), “*un conjunto de cambios que ocurren simultáneamente en diferentes sistemas del cuerpo*” (Chodzko-Zajko, 1998), “*un proceso degenerativo, universal, progresivo e irreversible que afecta a los distintos órganos y sistemas de nuestro organismo*” (Castillo et al., 2005).

Se denomina *mediana edad tardía* al periodo que va de los 45 a los 64 años (Shephard, 2000); y se conoce comúnmente como *persona mayor, anciano o tercera edad* a alguien que ha alcanzado los 65 años (Marín et al., 1999) o la edad de jubilación (Soler & Jimeno, 1998).

| INTRODUCCIÓN

Han sido muchas las teorías que han intentado explicar el por qué del deterioro estructural y funcional asociado a la edad. Existen dos hipótesis complementarias que tratan de dar respuesta a este proceso:

- ★ *La teoría celular:* desarrolla la idea de que con el paso del tiempo se producen determinados cambios degenerativos a nivel celular (Marín et al., 1999). Para que exista actividad celular es fundamental que las células consuman oxígeno que, unido al hidrógeno sobrante y a los electrones, forma moléculas de agua (H₂O) para su posterior utilización. El deterioro celular implica que se produce un fallo en este proceso, quedando electrones libres que se adhieren a otras moléculas de las células formando los *radicales libres*, es decir, moléculas con un solo electrón en su órbita externa (Marcos & Miquel, 2004). Éstos son muy tóxicos y dañan la estructura celular, produciendo la destrucción del ADN, alteraciones en las estructuras de colágeno y elastina o el deterioro del sistema inmunológico, entre otros (Chodzko-Zajko, 1998).
- ★ *La teoría genética:* apunta que la vida de un individuo está transcrita en sus genes. Esto quiere decir que el genoma humano guarda las claves del proceso de envejecimiento celular (Bortz, 2005) por tanto, la herencia genética va a jugar un papel fundamental en la regulación del proceso de deterioro corporal con la edad. Virtualmente, algunas enfermedades y disfunciones que afectan a los órganos están transcritas en el código genético, un ejemplo inequívoco de este fenómeno es la menopausia en las mujeres (Franklin, 1992). Estudios en los que se ha trabajado con gemelos idénticos o con familiares reflejan que parte de los cambios fisiológicos y psicológicos producidos por la edad son atribuibles a los mecanismos genéticos (Christensen & Vaupel, 1996; Finkel, Pedersen, Plomin, & McClearn, 1998).

Según estos autores, existe un consenso en que no solo la genética y los cambios a nivel celular son los únicos responsables del declive que produce la edad sino que el entorno, los factores ambientales y el estilo de vida son determinantes en el proceso de envejecimiento. Es decir, aunque el envejecimiento esté transcrito en los genes y definitivamente nadie pueda escapar a este proceso, una parte importante de la calidad del mismo depende de los factores ambientales y del estilo de vida que se adopte, es decir, de factores extrínsecos (Franklin, 1992).

2.3.1 Cambios estructurales y funcionales producidos por el envejecimiento.

Ineludiblemente, el proceso de envejecimiento seguirá su curso con los años y producirá cambios funcionales y estructurales en el organismo relacionados con los atributos del fitness, que afectarán a la realización de IADL fundamentales para la vida cotidiana y que harán que éste se muestre más indefenso ante la enfermedad. Estos cambios se verán influenciados además de por la edad en sí misma, por los factores extrínsecos, a los que nos referiremos en el siguiente apartado, y las patologías crónicas asociadas. A continuación se detallan los cambios estructurales y funcionales más significativos que acompañan al envejecimiento, organizados por sistemas:

1. El Sistema Respiratorio:

✦ Cambios estructurales:

- ★ Disminuye la elasticidad del tejido pulmonar debido a la desnaturalización de la proteína elastina (Bailey, 2001).
- ★ Disminuye la elasticidad de la pared del tórax (Daley & Spinks, 2000).
- ★ La capacidad de difusión de los pulmones se conserva (Wilmore & Costill, 2004).

✦ Cambios funcionales:

- ★ Debido a esta pérdida de elasticidad, aumenta el *volumen residual* (aire que no se puede espirar) de 18-20% a la edad de 20 años, a 30% a los 50 años (Wilmore & Costill, 2004), ayudado por otros fenómenos:
 - Se reduce la *capacidad vital* (volumen total de aire expulsado después de una inspiración máxima) hasta un 40-50% a los 60-70 años (Daley & Spinks, 2000).
 - Disminuye el *volumen espiratorio forzado* (volumen de aire espirado el primer segundo tras una inspiración máxima) y la *ventilación espiratoria máxima* (volumen de aire que puede espirarse en un minuto) desde 110-140 l/min en la madurez hasta 60-80 l/min a los 60-70 años (Wilmore & Costill, 2004).
- ★ A pesar de que la capacidad pulmonar total permanece invariable, la relación volumen residual/capacidad pulmonar total (VR/CPT)

| INTRODUCCIÓN

aumenta, lo que significa que se puede intercambiar menos aire con cada respiración.

- ★ Estos cambios en el sistema respiratorio pueden influir en la reducción de la capacidad aeróbica máxima ($VO_2\text{max}$) durante la actividad física pero no son su principal limitador (Wilmore & Costill, 2004). Es la diferencia arterio-venosa de oxígeno (dif. a- vO_2) la principal responsable de la reducción de la resistencia cardiorrespiratoria.

2. El Sistema Cardiovascular:

★ Cambios estructurales:

- ★ La desnaturalización de la proteína elastina producirá pérdida de elasticidad y degeneración del tejido endotelial de los vasos sanguíneos (Bailey, 2001).
- ★ Ralentización del tejido muscular cardíaco (Daley & Spinks, 2000).
- ★ Se ensancha la circunferencia de las válvulas cardíacas (Daley & Spinks, 2000).

★ Cambios funcionales:

- ★ Disminuye el flujo sanguíneo central debido a la reducción del gasto cardíaco máximo, es decir, la relación entre la frecuencia cardíaca máxima ($FC\text{max}$) y el volumen sistólico máximo ($VS\text{max}$) (gasto cardíaco= $FC\text{max} \times VS\text{max}$).
 - Con la edad, el ritmo cardíaco basal (en reposo) se mantiene. Pero, durante la realización de cualquier actividad física, la $FC\text{max}$ se reduce alrededor de 1 latido/minuto cada año (Shephard, 2000; Wilmore & Costill, 2004).
 - El $VS\text{max}$ se reduce con la edad (Mc Cole et al., 1999; Wilmore & Costill, 2004).
- ★ Disminuye el flujo sanguíneo periférico debido a la reducción en la dif. a- vO_2 causada por la rigidez de las arterias, desde 140-150 ml/dL en jóvenes, a 120-130 ml/dL en mayores (Shephard, 2000). Esto indica que llega menos flujo sanguíneo a los músculos activos y por tanto, menos O_2 , por lo que se reduce el $VO_2\text{max}$.

- $VO_2\text{max}$ se reduce aproximadamente un 1%/año a partir de los 20 años en mujeres y de los 25 años en hombres (Wilmore & Costill, 2004).
- ★ Esta disminución se asocia de forma importante con la reducción de la resistencia cardiorrespiratoria, que afectará significativamente a la realización de actividades aeróbicas como subir escaleras, caminar a paso ligero o correr para alcanzar el autobús.

3. El Sistema Neuromuscular:

★ *Cambios estructurales:*

- ★ Disminuye el número y tamaño de fibras musculares, reduciéndose la masa muscular total (Sarcopenia) particularmente desde los 50 años (Shephard, 2000; WHO & TUSNP, 2002). A partir de los 50 años se pierde aproximadamente un 10% de fibras/década (Wilmore & Costill, 2004).
- ★ Redistribución de las fibras tipo I, lentas o ST y de las fibras tipo II, rápidas o FT (Clarke et al., 1992; D'Antona et al., 2003).
- ★ Se deteriora la conducción nerviosa motora del sistema nervioso periférico (Connelly, Rice, Roos, & Vandervoort, 1999; Daley & Spinks, 2000).
- ★ Posible incremento de tejido conectivo en los músculos (Alnaqeeb, Al Zaid, & Goldspink, 1984).

★ *Cambios funcionales:*

- ★ Pérdida de fuerza máxima general debido a que el sistema nervioso periférico es menos capaz de reclutar las unidades motoras musculares y por tanto, se reduce la masa muscular total. A partir de los 50 años la pérdida de masa muscular y fuerza puede alcanzar el 1-2% por año (Petrella, Kim, Tuggle, Hall, & Bamman, 2005). A los 65 años la pérdida de fuerza puede llegar a ser del 25% (Shephard, 2000).
- ★ Ralentización de los movimientos debido a que las neuronas motoras de contracción rápida disminuyen y por consiguiente, la inervación de las fibras musculares rápidas (Tipo II o FT) se reduce y tienden a ser reabsorbidas por el organismo. Este fenómeno podría producir una proporción más elevada de fibras lentas

| INTRODUCCIÓN

(Wilmore & Costill, 2004) y un posible incremento del tejido conectivo en los músculos (Alnaqeeb et al., 1984) que se relacionaría con la pasividad muscular.

- ★ La reducción del número de fibras musculares y, por tanto, de la masa muscular está asociada a un incremento de la masa grasa total (Kell, Bell, & Quinney, 2001) debido a la ralentización del metabolismo (Baumgartner, 2000), produciendo cambios en la composición corporal.
- ★ Los cambios del sistema neuromuscular tienen un impacto particularmente severo en la autonomía e independencia de los mayores, siendo en parte responsables del aumento de las caídas (Runge & Schacht, 2005; WHO & TUSNP, 2002) y disminuyendo la habilidad para realizar las IADL (Kell et al., 2001). Por tanto, pueden llegar a ser una peligrosa amenaza para su capacidad funcional, su salud y su calidad de vida.

4. El Sistema Osteoarticular:

✪ *Cambios estructurales:*

- ★ Desnaturalización de las proteínas colágeno y elastina (Bailey, 2001).
- ★ Erosión o fibrilación del cartílago articular (Ikeno, Matsumura, Murakami, Sato, & Ohta, 2006).
- ★ Reducción de la densidad de masa ósea (DMO) (Baumgartner, 2000). Las mujeres a los 60-70 años pueden llegar a perder un 25-30% de DMO, mientras que los hombres, un 12-15% (Kimbrough, 2006).
- ★ Disminución de la estatura debido a que las vértebras se hacen más delgadas y la curvatura de la columna vertebral más pronunciada, sobre todo en la zona dorsal (cifosis) (Daley & Spinks, 2000).

✪ *Cambios funcionales:*

- ★ Pérdida de funcionalidad de las articulaciones, flexibilidad y amplitud de movimiento que suele acentuarse en la zona de la columna lumbar y la cadera (Jackson et al., 1999):

- Los tendones y ligamentos se debilitan y pierden elasticidad (Alnaqeeb et al., 1984; Bailey, 2001) por la desnaturalización del colágeno y la elastina.
- El deterioro del cartílago hace que el hueso quede expuesto y favorece la fricción ósea, la formación de hueso anquilosado y la inflamación articular (artritis) (Ikeno et al., 2006).
- ★ Fragilidad ósea aumentada debido a la reducción de la DMO producida por un compendio de varios factores: la desnaturalización de las proteínas de colágeno que forman el hueso trabecular (Cointry, Capozza, Ferretti, & Frost, 2003), cambios metabólicos y mal absorción de determinados nutrientes como el calcio (Baumgartner, 2000).
- ★ La pérdida de movilidad articular, la inflamación y dolor articular que produce la artritis y la reducción de la DMO están asociadas a la reducción de la movilidad y al aumento del riesgo de padecer caídas y fracturas fundamentalmente de muñeca, cadera o columna vertebral (Melton & Riggs, 1989). Esto desembocará en un declive funcional severo y en la pérdida de independencia para realizar IADL como caminar, hacer la compra o las tareas domésticas (Kell et al., 2001; Meunier et al., 1999).

5. La composición corporal:

✧ *Cambios estructurales:*

- ★ Disminuye la masa libre de grasa (masa muscular y DMO) (M. Fiatarone, 2002).
- ★ Cambios metabólicos hormonales del páncreas o el tiroides (Daley & Spinks, 2000) que hacen que se ralentice el metabolismo de nutrientes básicos (grasas, proteínas, glucosa, fibras, vitaminas y minerales) (Baumgartner, 2000; Rowe, 1991).
- ★ El metabolismo basal (MB) se reduce aproximadamente un 10% hasta los 45 años, y un 10% más hasta los 60 años (Shephard, 2000).
- ★ Aumentan los depósitos de grasa y el peso corporal total (Wilmore & Costill, 2004). Las mujeres son un 11% más pesadas que en su juventud (Daley & Spinks, 2000).
- ★ Pérdida elevada de agua y deshidratación.

✧ *Cambios funcionales:*

- ★ La pérdida de masa magra y los cambios hormonales harán que el MB se ralentice. Un MB más lento y su consecuente aumento excesivo de masa grasa son los causantes de la obesidad en los mayores, que los hará más susceptibles a determinadas enfermedades como osteoartritis, patologías cardiovasculares, diabetes tipo II, hipertensión o determinados tipos de cáncer (Daley & Spinks, 2000; M. Fiatarone, 2002). Esto se une a que la forma más común de perder peso es la restricción calórica mediante dietas pobres en nutrientes básicos (Di Pietro, Kohl, Barlow, & Blair, 1998), que pueden relacionarse con diversas patologías: trastornos neurológicos, accidentes cerebrovasculares, cáncer, depresión, artritis, etc (Martínez, Piñeiro, & Martínez, 2002).
- ★ Un estado nutricional deficitario y el exceso de tejido adiposo los llevará a un estado de discapacidad y pérdida de funcionalidad en detrimento de la salud y la calidad de vida. La obesidad y sus patologías asociadas son responsables de 300.000 muertes al año en los Estados Unidos (Sarsan, Ardiç, Özgen, & Topuz, 2006).

6. El Sistema Nervioso Central:

✧ *Cambios estructurales:*

- ★ Pérdida neuronal (Craik & Salthouse, 2000) asociada a una menor conectividad entre neuronas (sinapsis), la velocidad de los neurotransmisores puede verse reducida hasta un 10-15% (Daley & Spinks, 2000).
- ★ El volumen sanguíneo que llega al cerebro se reduce (Craik & Salthouse, 2000) y por tanto, la utilización regional del O₂ para el funcionamiento cerebral.
- ★ El volumen del córtex frontal cerebral disminuye (Logan, Sanders, Snyder, Morris, & Buckner, 2002).

✧ *Cambios funcionales:*

- ★ Estos cambios estructurales se traducirán en el procesamiento cognitivo de la información (Hedden & Gabrieli, 2004; Logan et al., 2002): menor velocidad de procesamiento, pérdidas de memoria, vocabulario y conocimiento semántico. También pueden llegar a

producir otros cambios cognitivos en el contexto de la emoción, la motivación o la personalidad (Craik & Salthouse, 2000). En sus casos más extremos, son causa de demencia o incluso Alzheimer (WHO & TUSNP, 2002).

7. La piel:

✧ *Cambios estructurales:*

- ★ Baja creación de células epidérmicas (Farage, Miller, Elsner, & Maibach, 2008).
- ★ Pérdida de las proteínas colágeno y elastina (Bailey, 2001).
- ★ Debilitación de los vasos sanguíneos (Montagna & Carlisle, 1979).

✧ *Cambios funcionales:*

- ★ Los cambios estructurales que sufrirá la piel van a afectar a sus funciones principales, que incluyen formar una barrera protectora entre el ambiente interno y el externo, prevención de pérdida de fluido percutáneo, termorregulación y regulación homeostática, pigmentogénesis, percepción sensorial y regulación de los procesos inmunológicos (Farage et al., 2008). La piel se volverá menos elástica, seca e inflamada, sufrirá infecciones cutáneas, complicaciones vasculares o tumores malignos (Rhie et al., 2001).
- ★ El fallo en la termorregulación se debe a la disfunción de las glándulas sudoríparas. La reducción de la tolerancia térmica aumenta el riesgo de sufrir patologías fatales por calor (Wilmore & Costill, 2004), como el golpe de calor. En Estados Unidos, un 1.5% de los mayores son hospitalizados por deshidratación cada año (WHO & TUSNP, 2002).
- ★ Los órganos sensoriales también se verán afectados por los cambios estructurales de la piel. Las patologías más comunes de la vista incluyen cataratas, degeneración macular, glaucoma o retinopatía diabética (Daley & Spinks, 2000). La función vestibular y el oído se pierden con la edad, derivando en la pérdida del equilibrio y aumentando el riesgo de caídas en mayores (Daley & Spinks, 2000).
- ★ La baja creación de células también afectará al sistema inmunológico, que contribuirá al aumento de la incidencia de

procesos infecciosos e inflamatorios (Daley & Spinks, 2000) en las personas mayores y a la dificultad de recuperación de éstos tras un proceso patológico. Se facilitará la morbilidad y/o mortalidad por cáncer y patologías infecciosas auto inmunes como tuberculosis, herpes, o infecciones respiratorias (WHO & TUSNP, 2002).

2.3.2 Factores de riesgo extrínsecos asociados a la edad: la importancia del estilo de vida.

Los determinantes sociales de la salud se basan fundamentalmente en las circunstancias económicas, sociales, culturales, políticas y de estilo de vida en las que se encuentra inmersa la sociedad. Obviamente, no tendrán la misma incidencia estos factores en los países en vías de desarrollo y en los países desarrollados.

A continuación se detallarán los factores de riesgo extrínsecos que afectan a los países desarrollados, haciendo especial hincapié en la situación de la mujer ante éstos.

- ✪ *Determinantes económicos:* al llegar la hora de la jubilación solo queda la pensión de la seguridad social o el apoyo económico que pueda brindar la familia, y muchas personas no tienen suficientes ingresos garantizados (Edwards, 2001). Incluso en los países desarrollados, muchas mujeres de edad avanzada no cuentan con una seguridad económica independiente; la pensión de jubilación es casi siempre menor en el caso de las mujeres que en el de los hombres (Bonita, 1998).
- ✪ *Determinantes sociales:* las oportunidades para la educación y el aprendizaje, la protección contra la violencia y el abuso, y el apoyo social en casos de viudedad y de ayuda ante el cuidado de familiares con discapacidad (Bonita, 1998; Edwards, 2001), son factores fundamentales que pueden mejorar la salud, la independencia y la productividad en la vejez, sobre todo de las mujeres, que suelen ser las más desfavorecidas ante estas situaciones incluso en las sociedades de los países desarrollados.
- ✪ *Determinantes políticos:* la creciente participación de la mujer en la vida pública de muchas naciones es en parte el resultado de la movilización política de la mujer a partir de la concesión de su derecho al voto (Nueva

Zelanda fue el primer país que concedió a la mujer el derecho a votar en 1893). Cada vez más mujeres de avanzada edad ocupan posiciones en las que pueden reivindicar sus intereses y uno de los más importantes es la mejora de la salud al envejecer (Bonita, 1998).

★ *Determinantes culturales:* en cuanto a la actitud de la sociedad frente a las personas mayores, existe una cierta discriminación por su edad, considerándolos débiles, dependientes y vulnerables, que puede verse acentuada en el caso de la mujer (Bonita, 1998). Esto hace que su propia autoestima disminuya, afectando tanto a su salud física como mental. Sería interesante ante esta situación introducir a los mayores en actividades productivas (Edwards, 2001).

★ *Determinantes del estilo de vida:*

★ *La inactividad física:* uno de los factores de riesgo característicos de los grupos de mediana edad y los mayores en las sociedades modernas es el descenso de la actividad física (Edwards, 2001). Por regla general, con el aumento de la edad se va dejando de lado cualquier actividad que implique el trabajo corporal principalmente porque, debido a la percepción de que el estado físico va deteriorándose, las personas de mediana edad y los mayores piensan que la actividad física no va a beneficiar en nada su salud e incluso tienen miedo de que la pueda empeorar aún más. La situación de la mujer mayor es incluso más delicada debido a la influencia de los determinantes económicos, sociales, políticos y culturales expuestos anteriormente.

La reducción de la actividad física que generalmente se produce con la edad está relacionada con la disminución de los atributos del fitness. Son varios los estudios que avalan esta afirmación, por ejemplo un estudio de Giuseppe D'Antona (D'Antona et al., 2003) concluyó que la edad y el sedentarismo añadido producen modificaciones en la morfología y funcionalidad del músculo esquelético; Jian Sheng Chen (Chen et al., 2006) obtuvo que la inmovilidad contribuye de manera importante a la pérdida de densidad de masa ósea y al riesgo de fractura osteoporótica asociada a la edad; Regina Réklaitiené (Réklaitiené et al., 2006) encontró que la inactividad física es el segundo factor influyente en los infartos de miocardio después de la

| INTRODUCCIÓN

hipertensión en personas de mediana edad. Evans y Fiatarone (Evans & Campbell, 1993; M. Fiatarone, 2002) relacionaron la inactividad física con la ganancia de masa grasa total de las personas de mediana edad. Fuscaldi y sus colaboradores (Fuscaldi et al., 2005) observaron que solo un mes de inactividad física en los mayores es suficiente para que se produzca un descenso de la condición física.

Esta inactividad física está relacionada con otros tipos de patologías como el cáncer (Friedenreich, 2001) o los desórdenes psicológicos (K. R. Fox, Boutcher, Faulkner, & Biddle, 2000), e incluso con el aumento de la mortalidad. Erikssen y colaboradores, y Fujita y colaboradores (Erikssen et al., 1998; Fujita et al., 1995) observaron en ambos estudios longitudinales de 5 y 22 años de duración respectivamente, que existía una relación inversa entre los cambios de la condición física y la mortalidad en hombres y mujeres de mediana edad, concluyendo que la reducción en la condición física con la edad es un fuerte predictor de la mortalidad.

Por tanto, la falta de actividad física es una de las causas más importantes que hace disminuir los atributos que componen al fitness o condición física y salud, favoreciendo la posible aparición de patologías crónicas y otro tipo de patologías en las personas de mediana edad y los mayores, que pueden causar incluso la muerte.

- ★ *Los trastornos alimenticios:* principalmente en los mayores (>65 años), la disminución de la actividad física conlleva una reducción de la ingesta energética (Vidal & Farré, 2001) ya que el cuerpo consume menos energía y por tanto, requiere menos energía. Esto, unido a factores económicos o psicosociales negativos (Holmes, 2006) hace que los más mayores sean especialmente vulnerables a los trastornos alimenticios y en especial a la malnutrición.

Tanto el déficit como el exceso nutricional son perjudiciales para mantener un estado físico y mental saludable. Por un lado, la baja ingesta calórica aumenta el riesgo de fragilidad ósea, pérdida de masa muscular, fatiga, déficits cognitivos, depresión (Mitch, 2002), disfunción inmunológica, deshidratación o hipocolesterolemia (Bales & Ritchie,

2002) y según estudios recientes, está más relacionada con la mortalidad que la obesidad (Kulminski et al., 2008). Por otro lado, el exceso calórico puede dar lugar a patologías crónicas como infartos de miocardio, diabetes, obesidad, hipertensión y algunos tipos de cáncer (Pignone et al., 2003).

Un desequilibrio en la alimentación, ya sea por exceso o por defecto, también puede ser el responsable de la aparición de determinadas patologías crónicas relacionadas con la condición física y salud y de otro tipo de patologías relacionadas con la discapacidad e incluso con la muerte.

- ★ *Otros*: se podrían citar otros muchos determinantes del estilo de vida que aceleran el envejecimiento y ponen en peligro la salud y la calidad de vida. Algunos de ellos son el tabaco, el consumo excesivo de alcohol, una exposición excesiva al sol, descanso insuficiente, el estrés, etc. Estas amenazas son responsables de muchas de las intervenciones que se realizan en hospitales o enfermerías (Bortz, 2005).

En conclusión, es difícil determinar qué cambios pertenecen exclusivamente al envejecimiento *per se* y qué otros a estos factores extrínsecos (WHO & TUSNP, 2002). Lo que sí es seguro es que existe una influencia negativa añadida de determinados factores extrínsecos sobre el estado de salud de las personas de mediana edad y los mayores, que se acentúa en el caso de las mujeres. En concreto, son los aspectos relacionados con el estilo de vida los que van a determinar en mayor medida el estado de salud de los mayores, como muestran los resultados de los estudios relativos a la inactividad física y los trastornos alimenticios y en consonancia con las conclusiones de Soto y Toledano (Soto & Toledano, 2001).

Por otro lado, la incidencia de factores extrínsecos en el proceso de envejecimiento puede considerarse como un acontecimiento positivo, puesto que indica que muchos de los graves problemas que acompañan al envejecimiento pueden ser evitados. Así, la prevención de enfermedades crónicas asociadas a la edad puede ser muy efectiva con tan solo modificar los factores de riesgo ligados al estilo de vida (Marcos & Galiano, 2004). De hecho, siguiendo a Kaplan y colaboradores (Kaplan, Strawbridge, Cohen, & Hungerford, 1996), por mucho que

| INTRODUCCIÓN

los factores extrínsecos se vean deteriorados con la edad, si se mantiene la práctica de actividad física ya sea a baja, media o alta intensidad, se preservará el estado de salud.

Por consiguiente, hay razones suficientes para anticipar y optimizar el estilo de vida y en especial, la práctica de actividad física, para conseguir así envejecer conservando lo mejor posible la condición física, el estado funcional, la salud y la calidad de vida.

2.3.3 Estrategias para un envejecimiento activo.

Al hablar sobre envejecimiento no nos podemos referir exclusivamente al concepto de *edad cronológica*, entendido como el tiempo que una persona ha vivido expresado en años, puesto que todas las personas de la misma edad no envejecen de la misma manera. Se han de tener en cuenta otras tres dimensiones de la edad (Chodzko-Zajko, 1998). Por un lado, la *edad biológica*, que se centra en los cambios biológicos y fisiológicos del cuerpo humano y sus efectos en las capacidades de la persona. Íntimamente relacionada con ésta, la *edad psicológica*, que es entendida como el funcionamiento cognitivo o mental de un individuo, incluyendo la capacidad de aprender, la memoria, la percepción, la autoestima y la autoeficacia percibida. Y por último, la *edad social* o el rol social que impone la sociedad según el comportamiento que se considera apropiado para una determinada edad.

En la actualidad no podemos conformarnos con la idea de que envejecer pueda ser un proceso inevitable de deterioro para todos que nos haga dependientes, enfermos crónicos y con mala calidad de vida (Scheidt, Humpherys, & Yorgason, 1999; Soto & Toledano, 2001). Hay que tomar la iniciativa de enfrentarse a nuevos retos personales y profesionales, establecer mejores relaciones sociales, mejorar la comunidad en que se vive y progresar para alcanzar el bienestar. Esta perspectiva positiva se conoce con el nombre de **envejecimiento activo** y se define como “*proceso por el cual se optimizan las oportunidades de bienestar físico, social y mental durante toda la vida con el objetivo de ampliar la esperanza de vida saludable, la productividad y la calidad de vida en la vejez*” (Edwards, 2001).

Se trata de añadir vida a los años, no simplemente años a la vida (Minkler & Fadem, 2002).

Son muchas las estrategias que se han desarrollado para fomentar el envejecimiento activo. En definitiva, éstas siempre han estado centradas en las premisas que componen la Carta de Ottawa y en la posterior Declaración de Jackarta, señalando la necesidad de un marco político centrado en la promoción del funcionamiento físico y mental y la continua inclusión en actividades sociales para preservar la capacidad funcional y la salud en la mediana edad y los mayores.

Las premisas a tener en cuenta pueden resumirse en las siguientes (Bortz, 2005; Drewnowski et al., 2003; Edwards, 2001):

- ✪ Reducir la incidencia de factores de riesgo relacionados con las principales enfermedades y aumentar la incidencia de factores que protejan la salud y el bienestar durante todo el ciclo vital:
 - ★ Promoción de la actividad física regular y moderada y zonas accesibles para su práctica.
 - ★ Directrices para una alimentación sana y control del consumo de tabaco y alcohol.
 - ★ Asesoramiento en el cuidado propio positivo y en las prácticas de estilo de vida saludable.
 - ★ Reducir el riesgo de aislamiento social.
 - ★ Apoyar la importancia de la salud mental.
 - ★ Fortalecer la autoeficacia y la autoconfianza.

- ✪ Desarrollar sistemas sanitarios y de servicios sociales que destaquen la promoción de la salud, la prevención de las enfermedades y la provisión de cuidados a largo plazo rentables, equitativos y dignos.

- ✪ Preservar la independencia de los mayores creando entornos físicos seguros y eficaces: parques, calles, transportes públicos.

Se pone de manifiesto que para un envejecimiento productivo y saludable son fundamentales tanto el buen funcionamiento de los servicios sanitarios como la existencia de unas infraestructuras adecuadas que faciliten las actividades

| INTRODUCCIÓN

cotidianas y el apoyo social, sin olvidar la puesta en práctica de un estilo de vida saludable basado en la práctica de actividad física y una alimentación sana.

Múltiples estudios están de acuerdo en que implicarse en una actividad física adecuada, una alimentación sana, no fumar, y el consumo prudente de alcohol y medicamentos pueden reducir la incidencia de patologías crónicas y el declive funcional, prolongar la longevidad y mejorar la calidad de vida (Castillo et al., 2005; Edwards, 2001; M. Fiatarone, 2002; Rikli, 2005; Rowe, 1991).

Dado que, hoy por hoy, el elixir de la eterna juventud no se ha encontrado, lo importante es tener presente que no se trata de vivir más años sino de vivirlos mejor, conservando el buen estado de las capacidades funcionales y, por tanto, de la salud y la calidad de vida. Para ello, una de las opciones es mantener o mejorar los atributos que componen el fitness o condición física y salud: resistencia cardiorrespiratoria, fuerza y resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal. Lo más sensato es, por tanto, tomar la responsabilidad personal de cuidar de nuestra propia salud e intentar evitar la enfermedad e incapacidad típica de la edad.

2.4 LA MUJER POSTMENOPÁUSICA CON MODERADO RIESGO DE FRACTURA DE CADERA.

2.4.1 La menopausia en la mujer de mediana edad.

Uno de los procesos biológicos que están programados en los genes de la mujer y que acentuarán los cambios estructurales y funcionales característicos del periodo de envejecimiento en detrimento de su salud y su calidad de vida, es el fenómeno de la menopausia.

Éste forma parte de una etapa larga en la vida de la mujer denominada *climaterio*, entendido como el periodo que engloba todos los cambios que influyen en la pérdida de la capacidad reproductora de la mujer (periodo previo, concomitante y posterior a la menopausia). No existe una línea abrupta que indique el comienzo de la menopausia, de hecho existe un proceso *premenopáusico* que comienza alrededor de los 35 años (Simon, 2006), en el que la mujer comienza a experimentar cambios hormonales que le ocasionarán los primeros trastornos que preceden al cese de la menstruación. En términos clínicos se considera que una mujer es *menopáusica* cuando lleva 12 meses sin menstruar y *postmenopáusica* cuando alcanza al menos los 5 años de amenorrea (Gómez, Carmi, Espinosa, Sepúlveda, & López, 2007; Muntané, 1994).

La menopausia natural es variable según la persona, pero suele manifestarse alrededor de los 51.4 años, con un espectro que va de los 45 a los 55 años (Asikainen, Kukkonen-Harjula, & Miilunpalo, 2004; Bonita, 1998; Laskin, Costlow, López, Taub, & Kronenberg, 1994; Muntané, 1994), coincidiendo con la mediana edad tardía, y por ella pasan el 90% de las mujeres. Existe otro tipo de menopausia no natural denominada *menopausia quirúrgica*, que se practica en caso de tumores malignos o afecciones importantes y que consiste en la extirpación médica de los ovarios causando la amenorrea.

Se puede definir como: “los años durante los que el cuerpo de la mujer experimenta los reajustes que conlleva la finalización de los ciclos menstruales” (Laskin et al., 1994). De forma más precisa: “el cese permanente de la menstruación” (Muntané, 1994).

Consiste en un proceso fisiológico degenerativo celular transcrito en el código genético de la mujer mediante el cual el ovario agota sus folículos. Estos folículos

| INTRODUCCIÓN

albergan a los óvulos, que se encargan de la producción hormonal (estrógenos y progesterona). En consecuencia, desaparece la ovulación, se reduce la producción hormonal y desaparece el ciclo menstrual (Greeves, Cable, Reilly, & Kingsland, 1999; Muntané, 1994).

En la literatura médica el periodo del climaterio, y en concreto la menopausia, se acompañan a corto plazo de un conjunto de síntomas clínicos conocidos como *síndrome climatérico* (Rivas & Navarro, 2003) relacionados con cambios fisiológicos del organismo. Éstos dependen del grado de reducción de la producción hormonal de estrógenos y progesterona, que no afectará a todas las mujeres por igual.

Los síntomas a corto plazo más importantes son (Blumel, 2001; Davis, 2002; Muntané, 1994):

- ★ Trastornos vasomotores: sofocaciones y sudores.
- ★ Alteraciones relacionadas con la ansiedad: palpitaciones cardiacas, tensión o nerviosismo, dificultades para dormir, dificultad para concentrarse.
- ★ Alteraciones relacionadas con la depresión: sensación de fatiga, pérdida de interés, llantos, mal genio.
- ★ Alteraciones somáticas: sensación de vértigo o desmayos, hormigueo de diferentes partes del cuerpo, dolores de cabeza, musculares o articulares, dificultad para respirar.
- ★ Alteraciones derivadas de la atrofia o debilitamiento del tracto urinario o urogenital: sequedad vaginal.

Múltiples estudios afirman que, a medio plazo, la falta de estrógenos y progesterona acelera los cambios estructurales y funcionales propios de la edad en el organismo, a los que nos hemos referido en el apartado 2.3.1; a su vez, estos cambios están relacionados con los atributos del fitness citados en el apartado 2.1.3 de este trabajo: un estudio longitudinal de 6 años (Poehlman, Toth, & Gardner, 1995) confirma que, en su muestra, las mujeres postmenopáusicas tenían un metabolismo basal más reducido, menor masa libre de grasa (músculo y hueso) y mayor porcentaje graso que las mujeres premenopáusicas. Kuh (Kuh et al., 2005) halló unos resultados similares, relacionando la distribución lipídica de las mujeres postmenopáusicas con mayor riesgo de padecer patologías cardiovasculares. En un estudio descriptivo, Alessandri (Alessandri et al., 2007)

encontró incrementos en patologías que aumentan el riesgo cardiovascular desde la premenopausia a la postmenopausia; y Simon (Simon, 2006), expone que existe relación entre la pérdida de estrógenos y el deterioro de la fisiología cardiovascular y las patologías cardiovasculares asociadas. Por otro lado, en la etapa postmenopausica también se han encontrado disminuciones en la fuerza y la masa muscular (Humphries et al., 1999; Kamel, Maas, & Duthie, 2002; Van Langendonck, Claessens, Lysens, Koninckx, & Beunen, 2004) y reducciones vertiginosas en la DMO (Cenci et al., 2000; Humphries et al., 1999; Riggs, Khosla, & Melton, 1998), entre otros cambios.

A modo de resumen, y basándonos en los estudios anteriores, citamos que la pérdida menopáusica de estrógenos puede producir:

- ★ El aumento del porcentaje graso del organismo, y sus consecuentes cambios en la composición corporal que pueden asociarse a la obesidad y aumentar el riesgo de sufrir patologías cardiovasculares como la aterosclerosis o la cardiopatía isquémica.
- ★ El deterioro de la fisiología cardiovascular y las patologías cardiovasculares asociadas.
- ★ La reducción de la DMO, que ocasionará un primer proceso denominado osteopenia que posteriormente se agravará en forma de osteoporosis.
- ★ La reducción de la masa y la fuerza muscular, que se van a traducir en una movilidad disminuida.
- ★ A partir de la menopausia existe mayor riesgo de sufrir determinados tipos de cáncer, como el de mama o el de endometrio (Rivas & Navarro, 2003).

Los resultados que muestran estos estudios apoyan la afirmación de que la menopausia se traducirá en un aumento de la morbilidad e incluso de la mortalidad de las mujeres postmenopáusicas por el deterioro estructural que ocasiona y su asociación a determinadas patologías crónicas.

2.4.1.1 El riesgo de fractura de cadera en la mujer postmenopáusica.

Las fracturas de cadera son la mayor causa de pérdida funcional, dependencia y riesgo de muerte en los mayores (Keene, Parker, & Pryor, 1993; Meunier et al., 1999) y, debido al aumento de la población mayor, su incidencia está creciendo en todo el mundo (Kannus et al., 2000; Runge, Rehfeld, & Resnicek, 2000).

| INTRODUCCIÓN

Existe controversia en cuanto a los valores de referencia para indicar el grado de riesgo de fractura de cadera. Esto es debido a que habitualmente las densitometrías por ultrasonidos (QUS) y por rayos X (DXA) se han venido utilizando indistintamente para medir la DMO, utilizando los valores que indica la OMS para discriminar entre una DMO normal (T-score >-1) y la osteoporosis (T-score $<-2,5$) (WHO, 1994, 2003). Entendiéndose T-score como el número de desviaciones estándar que se aleja el valor SI (índice de rigidez del hueso o stiffness) tomado del sujeto de un valor medio para una persona sana y joven de su misma raza y sexo (Woolf & Pflieger, 2003).

En la actualidad, estudios recientes demuestran que el método más efectivo para la medición del riesgo de fractura de cadera son los densitómetros QUS, existiendo una alta correlación entre las mediciones que se realizan en la zona del calcáneo y el riesgo de fractura de cadera (Bouxsein, Coan, & Lee, 1999; Hans, Hartl, & Krieg, 2003; Larijani et al., 2004; Stewart, Kumar, & Reid, 2006; Stewart & Reid, 2000). Por otro lado, los densitómetros DXA no son tan efectivos en cuanto a esto pero sí lo son midiendo valores de DMO (Stewart et al., 2006).

Estos hallazgos demuestran que tomar como referencia las indicaciones de la OMS en cuanto a la DMO son un error si las mediciones se realizan con QUS y por tanto surge la necesidad de determinar un rango de referencia en relación a las fracturas de cadera. Debido a la falta de consenso de los estudios que han tenido en cuenta estas pautas, en el presente estudio se han tomado como referencia los resultados de Hans (Hans et al., 2003) obtenidos con una muestra similar a la del presente estudio y el mismo densitómetro. Éste determina que para el análisis mediante QUS con el densitómetro Lunar Achilles Express, un riesgo bajo de fractura de cadera se indica mediante T-score $>-1,2$ y un riesgo alto de fractura de cadera mediante T-score $>-2,5$.

La menopausia y los años posteriores a ella, están íntimamente relacionados con el riesgo de fractura de cadera (Bouxsein et al., 1999; Hans et al., 2003; Larijani et al., 2004; Stewart et al., 2006).

Estudios demuestran que un elevado riesgo de fractura de cadera está relacionado con una baja densidad de masa ósea u osteoporosis (Bouxsein

et al., 1999; Hans et al., 2003; Larijani et al., 2004; Stewart et al., 2006; Stewart & Reid, 2000).

La osteoporosis es una patología muy conocida y bien definida a lo largo del tiempo: “una reducción en la densidad de tejido óseo” (Guillén, 1977), “síndrome de fractura con traumatismo mínimo en regiones corporales con reducida masa esquelética” (Heaney, 1989), “patología sistemática del esqueleto caracterizada por baja densidad de masa ósea y deterioro de la microarquitectura del hueso, que origina fragilidad ósea e incremento del riesgo de fracturas” (Meunier et al., 1999), “fallas en el control de la rigidez ósea del proceso de modelación” (Cointry et al., 2003), “excesiva disminución de la masa ósea” (Johnell & Hertzman, 2006).

Una vez que la mujer alcanza la menopausia y disminuyen los niveles de estrógeno y progesterona, la pérdida de DMO se acelera (Humphries et al., 1999; Riggs et al., 1998; Smith, Khairi, Norton, & Johnston, 1976), coincidiendo con los datos que aportan Dawson-Hughes y Cadogan en la figura 5, donde sitúan la mayor tasa de pérdida entre los 40 y los 50 años (Dawson-Hughes & Cadogan, 2006).

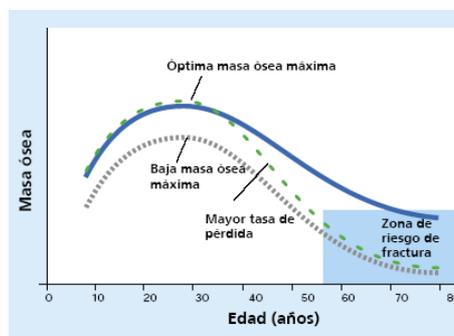


Figura 5. Cambios en la DMO según la edad. (Dawson-Hughes & Cadogan, 2006)

La pérdida de DMO durante la menopausia puede llegar a alcanzar el 2,2-3,0% anual (Heaney, 1989) y se va incrementando a medida que avanza la edad. A los 70 años, las mujeres han perdido el 25-30% de su DMO total, mientras que los hombres pierden del 12 al 15% (Kimbrough, 2006). Y a los 85 años, las mujeres pueden haber perdido hasta el 50% de su DMO (Woolf & Pflieger, 2003).

La osteoporosis está íntimamente relacionada con el riesgo de fracturas (Dawson-Hughes & Cadogan, 2006). Se producen alrededor de 650.000

| INTRODUCCIÓN

fracturas por causa osteoporótica al año en la Unión Europea (Johnell & Hertzman, 2006). Las fracturas osteoporóticas más frecuentes son las de muñeca, vértebra y cadera (Melton & Riggs, 1989). En concreto, las fracturas de cadera son la consecuencia más seria de la osteoporosis (Meunier et al., 1999).

Sin embargo esta condición no tiene por qué cumplirse necesariamente en todos los casos, dado que las caídas también son responsables de las fracturas de cadera en estas edades (Runge et al., 2000).

El 16% de las mujeres postmenopáusicas sufrirá una fractura de cadera (Runge & Schacht, 2005) que, en la mayoría de los casos, irá precedida de una caída y que, muchas de ellas no lograrán superar. Según estudios recientes (Cranney, Jamal, Tsang, Josse, & Leslie, 2007), las mujeres de edades comprendidas entre 50 y 64 años sufren caídas más frecuentemente que las mayores de 64 años, aunque las consecuencias de estas últimas suelen ser peores.

Las caídas que generalmente producen fractura de cadera son las que se originan desde la posición de pie, golpeando el suelo de lado en la región del trocánter. Éstas dependen del peso, la altura, la alineación de la articulación y la dirección del impacto pero son consideradas “traumas de alta intensidad” (Runge et al., 2000) ya que generan una fuerza de impacto de 3.500 a 1.2000 Newtons, fuerza que es capaz de fracturar la cadera de cualquier persona mayor de 70 años independientemente de su salud ósea.

El aumento de las caídas con la edad viene determinado por la reducción de la capacidad para controlar la postura corporal durante la locomoción (Runge & Schacht, 2005) es decir, por la reducción de la movilidad (Runge, Rittweger, Russo, Schiessl, & Felsenberg, 2004). Ésta viene determinada por múltiples factores como la fuerza y la potencia muscular de las extremidades inferiores, la artritis, el equilibrio, el consumo de medicamentos, la pérdida de visión o la salud mental (Johnell & Hertzman, 2006; Runge & Schacht, 2005; Taaffe & Marcus, 2000; Tinetti, 2003), de entre las que predomina la capacidad del sistema muscular (Izquierdo, Ibáñez, Larrión, & Gorostiaga, 2003; Karlsson, 2002; Winters & Snow, 2000). En concreto, parece existir relación entre la potencia de salto del tren inferior

y la movilidad y el riesgo de caídas (Kalapotharakos et al., 2005; Runge et al., 2004).

La combinación entre una baja DMO y una baja movilidad incrementa el riesgo de caídas que tendrán como resultado una fractura de cadera (Runge & Schacht, 2005).

Este tipo de fracturas están asociadas a un elevado nivel de morbilidad, disminuyendo la condición física y produciendo un declive funcional severo y la reducción de la salud y la calidad de vida (Boonen et al., 2004; N. Fox, Chan, Thamer, & Melton, 1997; C. W. Miller, 1978; Woolf & Pfleger, 2003). También se relacionan con un alto grado de mortalidad, sobre todo en poblaciones de entre 65 y 70 años (Moran, Wenn, Sikand, & Taylor, 2005; Todd et al., 1995; White, Fisher, & Laurin, 1987).

Adicionalmente, el miedo a las caídas y sus consecuentes fracturas se traduce en una autorrestricción de la actividad física y social e inicia un ciclo vicioso de falta de acondicionamiento físico e inactividad (Runge & Schacht, 2005). Curiosamente, los últimos datos del MSC (MSC, 2006b) indican que a partir de los 45 años, el porcentaje de mujeres que tienen un estilo de vida físicamente activo desciende de un 62,69% hasta un 53,79% a la edad de 65 años.

Podemos concluir que, tras la menopausia, las mujeres van a experimentar un efecto negativo aumentado en los atributos que componen la condición física, que va asociado al riesgo de caídas y fracturas de cadera, y que se acentuará a su vez por una posible inactividad física consecuencia del propio deterioro de los atributos del fitness, creándose así un círculo vicioso difícil de superar.

Con lo que, los efectos de la menopausia en sí mismos magnifican los cambios estructurales y funcionales propios de la edad, siendo perjudiciales para el mantenimiento de los atributos que componen la condición física y, por consiguiente, para el estado funcional, la salud y la calidad de vida de las mujeres de mediana edad.

Por otro lado, es importante mencionar que cuando la mujer llega a la menopausia, su salud puede estar ya arruinada, no a causa de su estado hormonal, sino por las

| INTRODUCCIÓN

secuelas dejadas por los factores extrínsecos citados anteriormente. Siempre y cuando la mujer haya adoptado un estilo de vida saludable y lo mantenga a partir de este periodo, incluyendo la práctica de actividad física y una alimentación adecuada, sabrá que a partir de este momento le queda un tercio de su vida por delante, y que esos años serán agradables y productivos, dado que puede llegar a ser fisiológicamente 10 o 20 años más joven que aquellas mujeres sedentarias (Drinkwater, 1984). No hay más que ver que un sinnúmero de mujeres mayores de 50 años corren carreras de 10 Km, medias maratones o maratones todos los años. Sin ir más lejos, un ejemplo de una mujer española, Lucrecia Zurdo, que fue capaz de sobreponerse a la obesidad, la artrosis y la depresión que padecía a los 40 años y eligió un estilo de vida activo y saludable basado en una alimentación sana y la práctica de actividad física. En la actualidad, a la edad de 88 años, ha escrito varios libros sobre cocina y ha participado en multitud de eventos deportivos. El pasado junio de 2008 corrió la II edición del Triatlón de la Mujer celebrado en la Casa de Campo de Madrid. No hay más que buscar su nombre en internet para darse cuenta de la repercusión mediática que ha conseguido esta mujer por su perseverancia en pos de la salud y la calidad de vida.

2.5 EL ESTILO DE VIDA DE LA MUJER POSTMENOPÁUSICA CON MODERADO RIESGO DE FRACTURA DE CADERA.

Debido a que la mujer postmenopáusica experimenta una disminución general de todos los aspectos que componen el fitness, como se ha indicado anteriormente, tiene una tendencia a encontrar las capacidades de su sistema cardiorrespiratorio y musculoesquelético disminuidas; y el porcentaje graso aumentado, modificando su composición corporal. El estilo de vida aconsejado para ella podría ser el mismo que para cualquier persona con estas características (Asikainen et al., 2004), es decir, mayores o personas físicamente inactivas.

En nuestro caso, y dado que nuestra muestra de mujeres postmenopáusicas cuenta con un moderado riesgo de fractura de cadera y una posible osteopenia, existen unas consideraciones generales que se deben tener en cuenta para preservar su estado funcional, su salud y su calidad de vida; que a su vez están relacionadas con la mejora de la DMO y de los factores relacionados con el riesgo de caídas. Son muchos los autores y los estudios que aconsejan para ellas tanto una dieta equilibrada rica en macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos) y micronutrientes (vitaminas y minerales), con un aporte adicional de calcio y vitamina D; como la práctica de actividad física habitual (Chang et al., 2004; Dawson-Hughes & Cadogan, 2006; M. Fiatarone, 2002; Guillén, 1977; Hill et al., 2005; Kimbrough, 2006; Minnie & Pymont, 2005; Oyster, Morton, & Kinnell, 1984; Palacios, 2006; Steinberg, 1989; Trivedi, Doll, & Khaw, 2003).

Otro tipo de intervenciones como la terapia hormonal sustitutiva (McClung et al., 2001; Quandt, Thompson, Schneider, Nevitt, & Black, 2005) o la utilización de prótesis (Kannus et al., 2000) han probado su eficacia en la reducción del riesgo de fractura de cadera en personas de mediana edad y mayores.

Por otro lado, el sistema sanitario indica que solo si existe una gran incidencia del síndrome climatérico en la mujer y se prevén riesgos elevados en cuanto a la aparición de enfermedades crónicas y la pérdida de calidad de vida, es conveniente aplicar la terapia de reemplazo hormonal (THR) como tratamiento de ayuda y prevención ante estos riesgos. Existen estudios que afirman que esta terapia mejora la funcionalidad del sistema cardiovascular y ayuda a reducir los riesgos cardiovasculares (Kirkwan et al., 2004; Preston, 2007; Sumino et al., 2003), la pérdida de DMO (K. W. Miller, 2001), mejora la masa muscular (Kamel et al., 2002), y reduce el porcentaje graso (Hoffman et al., 2004; Sumino et al., 2003).

| INTRODUCCIÓN

Sin embargo, hay que ser cautelosos con la THR e indicarla solo cuando sus beneficios superen los riesgos menopáusicos dado que esta terapia parece que aumenta levemente el riesgo de cáncer de mama (Blumel, 2001) o endometrio (Smith et al., 1976), e incluso puede incidir sobre los niveles de colesterol (Sumino et al., 2003).

Dado que las recomendaciones para un estilo de vida saludable en las mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera se basan fundamentalmente en la dieta y la práctica de actividad física, en los siguientes apartados se detallarán ambas especificaciones, profundizando en la práctica de actividad física por su relación con los objetivos del presente estudio.

2.5.1 La dieta de la mujer postmenopáusica con moderado riesgo de fractura de cadera.

La Asociación Americana del Corazón (American Heart Association, AHA) recomienda para personas sanas una ingesta media de 2000 kcal diarias (Lichtenstein et al., 2006) repartidas en frutas, vegetales y cereales (especialmente integrales), carne baja en grasa, legumbres, y pescado al menos dos veces en semana; reduciendo el consumo de productos prefabricados ricos en azúcares y colesterol.

Éstas recomendaciones y la distribución de los alimentos dependen de las necesidades de cada persona: ganancia o pérdida de peso, edad; y de la cantidad de actividad física que se realice. En cualquier caso, la distribución diaria de alimentos para una dieta de 2000 kcal en personas sanas recomendada por la AHA es la siguiente (tabla 2):

Tabla 2. Recomendaciones dietéticas diarias de la AHA para una dieta de 2000kcal. Adaptado de (Lichtenstein et al., 2006)

PRODUCTO	RACIÓN/DÍA	CANTIDAD/RACIÓN
Cereales	6-8 raciones*	1 rebanada de pan, 40gr cereales, ½ taza de arroz o pasta
Vegetales y legumbres	4-5 raciones*	120gr vegetales de hojas verdes o legumbres, 240gr vegetales crudos o cocinados.
Frutas	4-5 raciones*	½ fruta, ½ taza de zumo de fruta
Lácteos bajos en grasa	2-3 raciones	1 taza de leche, 1 yogur, 60gr de queso
Aceite y grasas	2-3 raciones	1 cucharada de aceite de oliva, margarina o mayonesa baja en grasa
Carne magra o pescado	200gr	
Dulces y azúcares añadidos	0-5 raciones	1 cucharada de azúcar o miel, 120gr de sorbetes y helados de hielo

*Estas cantidades variarán dependiendo de las raciones del resto de productos.

Para las mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera, la importancia de una dieta equilibrada radica en que son muchos los nutrientes importantes para el mantenimiento de unos huesos fuertes y sanos (Palacios, 2006) y para preservar la eficacia del sistema muscular (Jansen, Samson, & Verhaar, 2002), por ejemplo: proteínas, magnesio, fósforo, flúor, potasio, hierro, zinc o cobre, que se encuentran en legumbres, pescado, carne, frutos secos o cereales; las vitaminas A, D y K, magnesio o boro, abundantes en frutas y verduras. Pero los dos nutrientes claves para la salud ósea y muscular son el calcio y la vitamina D (Dawson-Hughes & Cadogan, 2006; Jansen et al., 2002).

El calcio es uno de los componentes fundamentales del hueso cortical (parte externa del hueso), de hecho, el 99% del calcio del cuerpo está almacenado en el esqueleto (Dawson-Hughes & Cadogan, 2006). La absorción del calcio se realiza en el intestino delgado tanto por difusión pasiva como por un mecanismo activo del que es responsable la hormona paratiroidea (HPT) y que requiere la participación indispensable de la vitamina D. La HPT también se encarga de la reabsorción del calcio en los túbulos renales. De ahí pasa al torrente sanguíneo, donde es requerido tanto para la correcta mineralización del hueso como para la contracción muscular, la conducción nerviosa y la función general de todas las células del organismo (FAO/WHO, 2004).

Si la ingesta de calcio y vitamina D no es adecuada y por tanto, los niveles de calcio en sangre disminuyen, el calcio necesario para el funcionamiento de otros

| INTRODUCCIÓN

sistemas corporales es extraído directamente del hueso al torrente sanguíneo por la HPT. De ahí la importancia de una ingesta y una absorción adecuada de calcio y, consecuentemente, de vitamina D.

La OMS recomienda unas cantidades diarias de calcio para las mujeres de 19 años hasta la menopausia de 1000 mg al día, que durante la menopausia y en el periodo postmenopáusico ascienden a 1300 mg al día (FAO/WHO, 2004).

Los alimentos ricos en calcio son fundamentalmente los lácteos (leche, yogur y queso), la soja y el pescado azul (sardinas y arenques). Otras fuentes de calcio son los vegetales verdes (brócoli, col), los frutos secos, algunas frutas (higos, naranjas), cereales (pan blanco o integral) o arroz (Dawson-Hughes & Cadogan, 2006).

En cuanto a la vitamina D, la OMS recomienda unas cantidades diarias de 10-15 µg diarios para adultos mayores de 50 años (FAO/WHO, 2004).

Es obtenida principalmente por biosíntesis cutánea en presencia de rayos solares UVB (Hill et al., 2005). España es un país privilegiado en relación a esto debido a la gran cantidad de horas de sol de las que se puede disfrutar en cualquier época del año. También puede obtenerse a través de alimentos o suplementos dietéticos como el aceite de hígado de bacalao, pescados azules (salmón, caballa, atún, sardinas) o huevos.

Una vez detalladas las recomendaciones para el mantenimiento de una dieta equilibrada rica en calcio y vitamina D y su importancia en la mejora de los factores relacionados con las caídas y fracturas de las mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera, en el siguiente apartado nos centraremos en qué tipo de actividad física es recomendable para ellas, si es suficiente con la mera realización de actividades físicas propias de la vida cotidiana o por el contrario, si necesitan practicar ejercicio planificado, estructurado y dirigido como complemento para mejorar los componentes de la condición física y el riesgo de fractura de cadera.

2.5.2 Actividad física para la mujer postmenopáusica con moderado riesgo de fractura de cadera.

2.5.2.1 Recomendaciones generales de actividad física y salud para personas de mediana edad y mayores.

De un tiempo a esta parte han sido muchos los estudios que confirman que la actividad física es una de las herramientas más eficaces para la promoción de la salud y la calidad de vida en cualquier tipo de población, incidiendo de manera especial en el deterioro estructural y funcional de la población de mediana edad y los mayores.

Estos estudios demuestran que realizar actividad física no estructurada de forma regular, como ir a trabajar caminando o en bicicleta, están inversamente relacionados con el riesgo de mortalidad tanto en hombres como en mujeres de mediana edad; incluso pueden ayudar a mantener algunos atributos del fitness y del bienestar psicológico (Barengo et al., 2004; Coupland et al., 1999; Di Pietro et al., 1998; Dunn et al., 2006; Kaplan et al., 1996; Matthews et al., 2007; Nguyen, Sambrook, & Eisman, 1998; Nies, Reisenberg, Chruscial, & Artibee, 2003; Schnohr, Scharling, & Jensen, 2003).

Las primeras recomendaciones de actividad física para la mejora de la salud fueron publicadas por el American College of Sports Medicine (ACSM) en 1978 y se referían a que se debía realizar un trabajo fundamentalmente aeróbico, como correr o nadar, de 3 a 5 días en semana, a una intensidad del 60-90% del VO_2 max y con una duración de entre 15 y 90 minutos por sesión (Dubbert, 2002) (tabla 3).

Evidentemente, estas recomendaciones no eran de actividad física sino de ejercicio, limitándose no solo a mejorar la salud sino también la capacidad aeróbica; y solo un pequeño porcentaje de personas de mediana edad, y sobre todo de mayores, eran capaces de realizar un ejercicio tan intenso como éste.

De esta manera, y basándose en estudios como los citados anteriormente, 1996 el ACSM y el Centers for Disease Control and Prevention (CDC) llegaron a la conclusión de que para la mejora de la salud no era necesario trabajar a intensidades tan altas, y completaron las recomendaciones sobre actividad física y salud indicando que todas las personas de mediana edad y

| INTRODUCCIÓN

mayores debían acumular 30 minutos o más de cualquier actividad de moderada intensidad preferiblemente todos los días de la semana (Blair, LaMonte, & Nichaman, 2004; Gaesser, 2005; Jones et al., 1998; Slack, 2006) (tabla 3).

A su vez, se definió como actividad moderada la que se realizaba a una intensidad de 3-6 METs, cuya equivalencia es para personas de mediana edad el 40-60% de la capacidad aeróbica máxima (VO_2max) (Pollock et al., 1998); o el gasto de 150kcal/día o 1000Kcal/semana (Jones et al., 1998).

Un **MET** es un equivalente metabólico que expresa el coste energético de una actividad física multiplicado por el equivalente metabólico en reposo (Byrne, Hills, Hunter, Weinsier, & Schultz, 2005). Éste depende de las características individuales de cada persona, como el peso o la edad, y debería adaptarse a éstas. Sin embargo, y para hacer extensible éste concepto, se ha estandarizado su equivalencia a: $1MET=3,5ml/kg/min$, o $1MET=1kcal/kg/h$ (Byrne et al., 2005).

Tabla 3. Evolución de las recomendaciones de actividad física/ejercicio-salud.

AÑO	FRECUENCIA (días)	INTENSIDAD	DURACIÓN (minutos)	TIPO
1978	3-5	Alta (60-90% VO_2max)	15-90	Ejercicio aeróbico
1996	7	Moderada (3-6 METs; 40-60% VO_2max ; 150Kcal/día, 1000Kcal/semana)	>30	Actividad física o ejercicio

Esta última recomendación, que se sigue aplicando en la actualidad, contempla dentro de las actividades moderadas a cualquier actividad física diaria no estructurada, como las tareas domésticas, así como a cualquier ejercicio planificado y estructurado. Algunos ejemplos de actividades moderadas que cumplen los requisitos planteados son (Jones et al., 1998; Slack, 2006) (tabla 4):

Tabla 4. Actividades que cumplen las recomendaciones de actividad física-salud para personas de mediana edad y mayores.

Lavar el coche. 45-60 minutos.	Ciclismo 8km en 30 minutos.
Yoga. 30 minutos.	Baile ligero. 30 minutos.
Tareas domésticas. 45-60 minutos.	Aeróbic acuático. 30 minutos.
Voleibol. 45 minutos.	Natación. 20 minutos.
Jardinería. 30-45 minutos.	Correr 2,5km en 15 minutos.
Caminar 3km en 35 minutos.	Quitar nieve. 15 minutos.
Baloncesto. 30 minutos.	Subir escaleras. 15 minutos.

Estas recomendaciones generales de actividad física para personas de mediana edad y mayores son efectivas para la mejora de la salud, pero ¿son suficientes para la mejora de los atributos de la condición física en mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera?

2.5.2.2 Recomendaciones generales de ejercicio para la mejora de la condición física y el estado de salud en mujeres postmenopáusicas y en mayores.

Según diversos autores, y como el ACSM promulgó en 1998, para la mejora del fitness y de la DMO es necesario que la actividad física se practique de manera regular y sistemática y a una intensidad adecuada (Castillo et al., 2005; Pollock et al., 1998), y más aún en el periodo postmenopáusico (Kemmler, Weineck, Kalender, & Engelke, 2004); es lo que hemos definido al principio de esta revisión como *ejercicio*.

Las recomendaciones de ejercicio que el ACSM realizó en 1998 para la mejora del fitness indicaban que (Ashe & Khan, 2004; Pollock et al., 1998):

- ★ Para la mejora de la capacidad aeróbica y la composición corporal es necesario realizar:
 - ★ *Tipo de actividad:* aeróbica, que reclute grandes grupos musculares y que pueda ser mantenida de forma continua, como andar, correr, montar en bicicleta, esquiar, aeróbic, bailes, nadar, patinar, deportes colectivos, etc.
 - ★ *Frecuencia de entrenamiento:* 3-5 días/semana.
 - ★ *Intensidad de entrenamiento:* 40-90% del $VO_2\text{max}$. 40-50% del $VO_2\text{max}$ para personas físicamente inactivas y a partir del 55% del

| INTRODUCCIÓN

VO₂max para personas físicamente activas. Escala de esfuerzo percibido (Escala de Borg) de intensidad media-alta.

- ★ *Duración del entrenamiento:* entre 20-60 minutos continuos o a intervalos. Cuanto mayor sea la intensidad, menor será la duración del entrenamiento.
- ⊛ Para la mejora de la fuerza, resistencia muscular y composición corporal es necesario realizar:
 - ★ *Tipo de actividad:* trabajo de fuerza con cargas adicionales que reclute los grupos musculares generales.
 - ★ *Frecuencia de entrenamiento:* 2-3 días/semana.
 - ★ *Intensidad de entrenamiento:* 8-12 repeticiones con cargas intensas, o 10-15 repeticiones con cargas moderadas.
- ⊛ Para la mejora de la flexibilidad es necesario realizar:
 - ★ *Tipo de actividad:* ejercicios de estiramiento muscular estáticos y dinámicos.
 - ★ *Frecuencia de entrenamiento:* 2-3 días/semana.
 - ★ *Intensidad de entrenamiento:* 10-30 segundos.

La efectividad de las pautas de actuación indicadas por el ACSM para la mejora del fitness en personas de mediana edad y mayores ha sido probada y contrastada en diversos estudios hasta la actualidad, demostrando que estas recomendaciones pueden especificarse más dependiendo de la intensidad, la duración, el tipo de ejercicio y la población analizada.

En términos generales, la investigación indica que el ejercicio incide de forma positiva sobre los atributos del fitness o condición física y salud de las personas de mediana edad y mayores: función cardiovascular, musculoesquelética y endocrinometabólica, además de sobre la función inmunológica y psiconeurológica (Castillo et al., 2005); paliando incluso el efecto de sus patologías crónicas asociadas (M. A. Fiatarone, 2004) y de otro tipo de patologías como el cáncer (Friedenreich, 2001; Greiwe, Cheng, Rubin, Yarasheski, & Semenkovich, 2001), los trastornos de las funciones

cognitivas (Singh-Manoux, Hillsdon, Brunner, & Marmot, 2005) o las patologías relacionadas con el dolor como la fibromialgia (Rooks, Silverman, & Kantrowitz, 2002), y mejorando el estado de salud físico y mental (Bravo, Gauthier, Roy, Payette, & Gaulin, 1997; Devereux, Robertson, & Briffa, 2005)

De forma específica, en la realización de esta tesis doctoral es interesante conocer qué tipo de ejercicios han sido aplicados con mujeres postmenopáusicas y mayores, consiguiendo resultados positivos sobre los atributos del fitness y el estado de salud físico y mental.

1. Programas de ejercicio aeróbico.

Habitualmente el programa de ejercicio aeróbico que se aplica con mujeres de mediana edad y postmenopáusicas se basa en la caminata. Estudios de entre 5 y 6 meses de duración en los que se ha realizado un entrenamiento de caminata continuo a una intensidad de 45-55% VO_2max , o interválico al 40-70% VO_2max , durante 4-5 días/semana, han encontrado mejoras significativas en la capacidad aeróbica máxima y la fuerza isométrica de piernas, y reducciones significativas del porcentaje graso de mujeres postmenopáusicas (Asikainen et al., 2002; Nemoto, Gen-no, Masuki, Okazaki, & Nose, 2007).

Estudios similares, en los que el protocolo ha sido aplicado durante menos tiempo o a intensidades más bajas, no han encontrado diferencias significativas en la capacidad aeróbica máxima pero sí en la reducción del porcentaje graso, el colesterol (HDL) y el índice de masa corporal y, por tanto, en el riesgo de patologías cardiovasculares (Keller, Robinson, & Pickens, 2004; Murphy & Watsford, 2005).

Otras investigaciones en las que se ha utilizado la caminata y otras actividades de impacto como carrera, subir gradas o escaleras, además del cicloergómetro como métodos conjuntos de entrenamiento, a intensidades de 50-85% VO_2max y 55-75% VO_2max , durante 3-5 meses, 3-4 días/semana, han encontrado también mejoras significativas de la capacidad aeróbica máxima además de una tendencia al mantenimiento de la DMO en mujeres pre y postmenopáusicas (Heinonen, Oja, Sievänen, Pasanen, & Vuori, 1998; Sarsan et al., 2006).

2. Programas de fuerza muscular.

La mayoría de los programas de fuerza muscular con mujeres postmenopáusicas y mayores se realizan con máquinas en gimnasio. Este tipo de programas, en los que se trabaja la fuerza tanto del tren superior como del inferior durante 3-6 meses con una intensidad que varía entre el 40-60% del 1RM y el 70-80% del 1RM, consiguen mejoras significativas de la fuerza dinámica general, en la fuerza explosiva del tren inferior y disminuciones significativas del índice de masa corporal (González, Delgado, Vaquero, & Contreras, 2002; Henwood & Taaffe, 2006; Host et al., 2007; Sarsan et al., 2006). En investigaciones en las que han realizado un trabajo parecido en gimnasio pero de 2 años de duración, se han observado mejoras en la DMO (Kerr, Ackland, Maslen, Morton, & Prince, 2001), la fuerza isométrica lumbar y el estado de salud (A. Häkkinen, Sokka, Kotaniemi, & Hannonen, 2001).

A su vez, estudios de similares duraciones e intensidades en los que solo se trabaja el tren inferior en gimnasio demuestran que se pueden conseguir beneficios significativos en la fuerza isométrica, dinámica y en la capacidad de salto del tren inferior de mujeres postmenopáusicas (K. Häkkinen et al., 1998; K. Häkkinen et al., 2001; Kalapotharakos et al., 2005).

Con el trabajo de fuerza localizado en la zona lumbar durante 3 meses, ya sea mediante trabajo isométrico o mediante circuitos, las mujeres pre y postmenopáusicas mejoran la fuerza lumbar tanto isométrica como isocinética, y se reduce el dolor de espalda, mejorando el estado de salud físico y mental (Chien, Yang, & Tsauo, 2005; Risch et al., 1993).

Por otro lado, el trabajo de fuerza en cicloergómetro con mujeres mayores de 65 años durante 4 meses, a velocidades altas y cargas moderadas y a velocidades medias y cargas altas, produce mejoras significativas en la fuerza isométrica y la fuerza explosiva de piernas (Macaluso, Young, Gibb, Rowe, & De Vito, 2003).

En cuanto a los estudios con mayores que incluyen además del trabajo de fuerza, ya sea con cargas ligeras o pesadas; el de

flexibilidad, obtienen mejoras significativas en el rango de movimiento, pero menores que los grupos que solo practican ejercicios de flexibilidad (Raab, Agre, McAdam, & Smith, 1988). Estudios similares en los que se trabaja la fuerza y la flexibilidad en casa, obtienen mejoras significativas en el equilibrio y la disminución del riesgo de caídas (Barnett, Smith, Lord, Williams, & Baumand, 2003; Campbell et al., 1997; Robertson, Devlin, Gardner, & Campbell, 2001).

3. Programas de impacto.

Los programas de impacto aplicados a mujeres postmenopáusicas se componen de ejercicios en circuito basados en multisaltos, aeróbic o saltos desde diferentes alturas. Tras un año de aplicación de este tipo de entrenamiento, 2 días/semana, se han conseguido aumentos significativos en la capacidad de salto y una tendencia al mantenimiento de la DMO (Bassey, Rothwell, & Littlewood, 1998; Sipilä et al., 2001; Taaffe et al., 2005).

4. Programas combinados de ejercicio aeróbico, fuerza e impacto.

La aplicación de programas combinados de 6 meses de duración, 2 días/semana compuestos por trabajos de fuerza en circuito y juegos de impacto durante 70 minutos, y caminata durante 30 minutos, producen mejoras en la estructura y geometría del hueso y por tanto previenen el riesgo de fracturas, pero no mejoran la DMO sino que la mantienen (Adami, Gatti, Braga, Bianchini, & Rossini, 1999).

Sin embargo, programas de 1 año de duración, 2 días/semana, compuestos por trabajo de fuerza en gimnasio al 50-90% 1RM, multisaltos, fuerza isométrica y carrera durante 20 minutos, además de producir mejoras en la fuerza isométrica general y en la capacidad aeróbica máxima, consigue beneficios significativos en la DMO de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas (Kemmler, Engelke, Weineck, Hensen, & Kalender, 2003).

Con programas en los que no se aplica trabajo de impacto, sino de fuerza en gimnasio al 80% 1RM y trabajo aeróbico en cicloergómetro durante 40 minutos, pero de 2 años de duración, también se observan mejoras en la DMO de mujeres postmenopáusicas (Kerr et al., 2001).

| INTRODUCCIÓN

La revisión bibliográfica muestra que para la mejora de los atributos del fitness y el estado de salud en las mujeres postmenopáusicas sería recomendable realizar ejercicios fundamentalmente aeróbicos, así como de fuerza general con cargas adicionales, de impacto, o la combinación de estos tres programas.

Según una revisión de diferentes estudios realizada por Asikainen (Asikainen et al., 2004), el programa ideal para la mejora del fitness de las mujeres postmenopáusicas debería incluir:

- ★ 30 minutos al día, todos los días de la semana, caminata moderada.
- ★ 2 días a la semana, ejercicios de resistencia muscular con carga adicional.
- ★ Antes de cada sesión, ejercicios de calentamiento y después, ejercicios de vuelta a la calma basados en estiramientos.

De esta manera, según esta autora, las mujeres postmenopáusicas conseguirían mejorar su capacidad cardiorrespiratoria y su fuerza muscular, preservar su DMO y su peso, mejorar la flexibilidad y reducir problemas de hipertensión y metabólicos (Asikainen et al., 2004).

Adicionalmente, y según la revisión realizada en el presente estudio, para la mejora de la DMO de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas habría que indicar que estas recomendaciones deberían ser mantenidas durante al menos 1 año y que se incluyera el trabajo de impacto basado en multisaltos, aeróbico o juegos.

Por otro lado, y tratándose de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera, hay que ser cautos con este tipo de trabajos dado que, debido su condición, estas mujeres corren el riesgo de sufrir caídas y fracturas con consecuencias realmente graves para su salud y su calidad de vida que pueden llegar a producir incluso la muerte.

2.5.2.3 El ejercicio en el medio acuático para la mujer postmenopáusica con moderado riesgo de fractura de cadera.

En la puesta en marcha de esta tesis doctoral se eligió el medio acuático como medio de aplicación de dos tratamientos diferentes de ejercicio: uno basado en actividades fundamentales de natación en piscina profunda y otro, en actividades de impacto con resistencias adicionales en piscina poco

profunda. Como finalidad, ambos tratamientos estaban orientados a la mejora del fitness o condición física y salud de dos muestras de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.

La elección del medio acuático para realizar ambos programas de ejercicios se fundamentó en las propiedades del agua. Éstas por un lado, facilitaban en trabajo, dándoles confianza y seguridad en sus movimientos y eliminado en mayor medida el incipiente riesgo de caídas y fracturas que caracteriza a este tipo de población; y por otro, ofrecía la posibilidad de trabajar los atributos que componen en fitness con el fin de mejorar la condición física de las mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera, su estado funcional, su salud y su calidad de vida.

Las propiedades del agua son fundamentalmente dos:

- ✦ **Flotación:** todos los cuerpos están sujetos a la fuerza de gravedad que actúa perpendicularmente hacia abajo. En el agua esta fuerza también se encuentra presente pero está contrarrestada parcialmente por la fuerza de flotación, que actúa hacia arriba (G. Martin, 2001). La base de la fuerza de flotación es el Principio de Arquímedes, que dice así: “todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del líquido que desaloja” (Giancoli & Campos, 2006). La flotación es específica de cada persona dependiendo de la proporción de masa magra, de la distribución de masa grasa corporal o de las medidas antropométricas, pero de todas maneras y debido a la flotación, toda persona que se sumerja en el agua experimentará una sensación de pérdida de peso, que le permitirá realizar movimientos con una percepción de autocarga más ligera, ya que solo soportará el peso de las partes corporales que sobresalgan del agua (Colado, 2004). Adicionalmente, facilitará la ejecución de ejercicios vigorosos por la reducción del impacto y la fricción de las superficies articulares (G. Martin, 2001), muy aconsejado para personas con algún tipo de limitación en su movilidad, con la pertinente mejora psicológica que estos aspectos llevarán asociados (Colado, 2004).

✪ **Fuerzas de resistencia:**

- ★ *Fuerza cohesiva:* es una fuerza con dirección paralela a la superficie del agua (G. Martin, 2001), formada por la unión de las moléculas de agua. Produce una ligera presión sobre la superficie corporal denominada presión hidrostática, que facilita la adopción de la posición vertical del cuerpo, dificultando el riesgo de caídas, favoreciendo la propiocepción, la circulación de retorno y la mejora de los músculos respiratorios (Colado, 2004).
- ★ *Fuerza de empuje:* es la fuerza que se genera frente al objeto en sentido contrario al movimiento, ejerciendo una presión sobre éste que será mayor cuanto mayor sea su superficie y la fuerza que se aplique (G. Martin, 2001). Ésta dificulta el movimiento corporal, que unido a la mayor viscosidad del medio acuático (12 veces) (Colado, 2004), hace que sea un medio ideal para el trabajo de la fuerza, siendo más efectiva la activación muscular con el uso de implementos y posiciones no hidrodinámicas (Masumoto, Takasugi, Hotta, Fujishima, & Iwamoto, 2004).
- ★ *Fuerza de arrastre:* es la turbulencia que se crea en la parte posterior del cuerpo durante el movimiento (G. Martin, 2001) y que facilita el trabajo excéntrico del segmento corporal, favoreciendo una doble resistencia al movimiento junto con la fuerza de empuje. Cuanto mayor sea el área del objeto o zona a mover y menor su colocación hidrodinámica, mayor será la oposición al movimiento de estas dos resistencias (Colado, 2004).

De acuerdo con estas propiedades, el medio acuático es muy recomendable para el trabajo de personas con movilidad reducida o discapacidad, ya que la flotación actuará como soporte para dar a estas personas confianza en la realización de movimientos, minimizando los miedos y los riesgos asociados a las caídas (Ashe & Khan, 2004; Devereux et al., 2005; Heyneman & Premo, 1992). Por otro lado, la flotación y las fuerzas de resistencia propias de este medio ofrecen la posibilidad de realizar ejercicios aeróbicos y con carga adicional, permitiendo el trabajo de los componentes del fitness o condición física (Colado, 2004) además de otro tipo de atributos como la coordinación, la mejora postural o la relajación (Jardi, 2002; Sanders, 2003)

Las propiedades del medio acuático han sido y son utilizadas en la actualidad de forma multidisciplinar. Por un lado, el ámbito de la fisioterapia utiliza el medio acuático en la aplicación de terapias para el tratamiento de patologías crónicas como el dolor de espalda (Sanders, 2003), y para la rehabilitación (Steadman, Rodkey, & Rodrigo, 2001).

Por otro, el ámbito del fitness utiliza este medio para la mejora de la condición física en personas sanas y con patologías crónicas, con movilidad reducida o riesgo de caídas. Melton-Rogers y colaboradores (Melton-Rogers, Hunter, Walker, & Harrison, 1996) demostraron que personas de mediana edad con artritis reumatoide en la rodilla y movilidad reducida, conseguían alcanzar las recomendaciones del ACSM para la mejora cardiovascular con el entrenamiento en cicloergómetro o en carrera en el medio acuático. Gehlsen y colaboradores (Gehlsen, Grigsby, & Winant, 1984), con un trabajo de natación en piscina profunda combinado con un trabajo de impacto en piscina poco profunda, consiguieron reducir la fatiga muscular y mejorar la fuerza de personas con esclerosis múltiple. Volaklis y colaboradores (Volaklis, Spassis, Tokmakidis, & Greece, 2007) obtuvieron mejoras significativas en la fuerza muscular, en la tolerancia al ejercicio y en la composición corporal con un trabajo aeróbico y de fuerza muscular en el medio acuático, en personas con patologías cardiovasculares.

Otros estudios demuestran que se pueden mejorar los atributos del fitness y el estado de salud de mujeres postmenopáusicas y de mediana edad mediante el ejercicio en el medio acuático, ya sea de natación en piscina profunda o de acondicionamiento físico general en piscina poco profunda.

1. Natación en piscina profunda combinada con trabajo de fuerza:

Según Cancela y Ayán (Cancela & Ayán, 2007), en mujeres mayores de 65 años, la actividad física en el medio acuático durante 5 meses basada en ejercicios de natación combinados con trabajo muscular de alta intensidad en máquinas acuáticas, mejora significativamente la fuerza del tren superior e inferior, la flexibilidad y el equilibrio, además de la independencia funcional y las capacidades cognitivas.

Martín y colaboradores (W. H. Martin et al., 1987) encontraron mejoras significativas de la capacidad cardiovascular y adaptaciones

significativas de los componentes de este sistema en hombres y mujeres de mediana edad (38-48 años), mediante un trabajo de natación continuo e interválico de 3km/día combinado con el entrenamiento de la fuerza dinámica general en circuito 2 veces/semana, durante 3 meses, 6días/semana.

2. Acondicionamiento físico general en piscina poco profunda:

Takeshima y colaboradores (Takeshima et al., 2002) y Tsourlou y colaboradores (Tsourlou, Benik, Zafeiridis, & Kellis, 2006) con mujeres postmenopáusicas; y Bravo y colaboradores (Bravo et al., 1997) con mujeres postmenopáusicas y osteopénicas, aplicando un programa de ejercicio de 1 hora de duración en piscina poco profunda basado en actividades de impacto, como la carrera o el aerobio con un componente aeróbico de intensidad media-alta (40-50% VO_2max y 50-70% VO_2max), y actividades de resistencia muscular con cargas adicionales, durante 2, 6 y 12 meses respectivamente, 3 días/semana; consiguieron mejorar la fuerza, la resistencia cardiovascular y la flexibilidad de estas mujeres sin obtener resultados significativos respecto a su composición corporal, aunque sí sobre su estado de salud.

En cuanto a los beneficios de este tipo de programas sobre la DMO de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas existe controversia. El estudio de Bravo anteriormente citado (Bravo et al., 1997) muestra que la aplicación de ejercicio de impacto y resistencias adicionales en piscina poco profunda durante 1 año no produce cambios significativos en la DMO a nivel de la columna vertebral y la cadera. Sin embargo, Ay y Yurtkuran (Ay & Yurtkuran, 2005), con un estudio de características similares pero de solo 6 meses de duración sí que obtuvieron mejoras significativas de la DMO del calcáneo.

Douris y colaboradores (Douris et al., 2003) y Roth y colaboradores (Roth, Miller, Richard, Ritenour, & Chapman, 2006) vieron que la actividad física en piscina poco profunda, conseguía mejorar el control postural y el equilibrio en personas mayores, disminuyendo el riesgo de caídas.

El deterioro de la condición física propio de la edad y el riesgo de caídas y fracturas de cadera que trae consigo, evidencia el grado de fragilidad que la mujer postmenopáusica y osteopénica puede adquirir con su entrada en la fase del climaterio y en los años sucesivos, si no tiene en cuenta determinadas medidas saludables con respecto a su estilo de vida, para mantener e incluso mejorar su condición física y salud y por tanto, su capacidad funcional, su salud y calidad de vida en ésta, una de las etapas fisiológicamente más complicadas de la vida.

Como indica esta revisión, no es difícil encontrar programas de ejercicio llevados a cabo en cualquier medio con los que se pueda mejorar la DMO y los componentes de la condición física en mujeres postmenopáusicas, algunos de ellos relacionados con el riesgo de caídas, como la fuerza y la potencia del tren inferior. Por el contrario, no existen datos convincentes sobre la relación entre el ejercicio físico y la reducción del riesgo de fracturas (Runge & Schacht, 2005) debido a que para obtener resultados positivos, los estudios deben durar más de 5 años y tener un tamaño muestral cercano a las 7000 personas (Karlsson, 2002).

3

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

| OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 OBJETIVOS.

✪ **Objetivo general:**

- ★ Estudiar el efecto de dos programas de actividad física en el medio acuático sobre la condición física relacionada con la salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.

✪ **Objetivos intermedios:**

- ★ Analizar el efecto de dichos programas sobre el estado de salud físico y mental de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ★ Comparar la efectividad de ambos programas entre sí y con respecto al grupo control.

✪ **Objetivos específicos:**

- ★ Analizar el efecto de un programa de actividad física en el medio acuático basado en ejercicios propios de la natación y realizado en piscina profunda (PN), sobre la fuerza biocinética del tren superior, la fuerza isométrica máxima lumbar y de piernas, la capacidad de salto, la flexibilidad activa de tronco, la capacidad aeróbica máxima y la composición corporal de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ★ Observar la incidencia del PN sobre el estado de salud físico y/o mental de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ★ Analizar el efecto de un programa de actividad física en el medio acuático basado en ejercicios de impacto y resistencias adicionales y realizado en piscina poco profunda (PIR), sobre la fuerza biocinética del tren superior, la fuerza isométrica máxima lumbar y de piernas, la capacidad de salto, la flexibilidad activa de tronco, la capacidad aeróbica máxima y la composición corporal de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.

- ★ Observar la incidencia del PIR sobre el estado de salud físico y/o mental de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ★ Contrastar la existencia de diferencias entre el PN, el PIR y el grupo control al final del estudio en las variables relacionadas con la condición física-salud y el estado de salud.
- ★ Indicar la posible relación entre las variables de condición física-salud y de estado de salud en toda la muestra al finalizar el estudio.

3.2 HIPÓTESIS.

En función de la literatura revisada y de los objetivos del estudio, nos planteamos las siguientes hipótesis:

- ⊛ **Hipótesis 0:** los programas PN y PIR no surtirán ningún efecto sobre las variables relacionadas con la condición física-salud ni sobre el estado de salud físico y mental de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera. No se encontrarán diferencias entre grupos al finalizar el estudio.
- ⊛ **Hipótesis 1:** con el PN se encontrarán beneficios sobre las variables relacionadas con la condición física-salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ⊛ **Hipótesis 2:** el PN mejorará el estado de salud físico y mental de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ⊛ **Hipótesis 3:** con el PIR se encontrarán beneficios sobre las variables relacionadas con la condición física-salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ⊛ **Hipótesis 4:** el PIR mejorará el estado de salud físico y mental de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ⊛ **Hipótesis 5:** el PN conseguirá mayores beneficios sobre la fuerza biocinética del tren superior que el PIR; y ambos superan al grupo control.
- ⊛ **Hipótesis 6:** el PIR conseguirá mayores beneficios sobre la capacidad de salto que el PN; en ambos grupos los beneficios son mayores que en el control.
- ⊛ **Hipótesis 7:** el PIR conseguirá mayores beneficios sobre la fuerza isométrica máxima lumbar y de piernas que el PN; y en ambos, ésta será mayor que en el grupo control.
- ⊛ **Hipótesis 8:** el PN conseguirá mayores beneficios sobre la capacidad aeróbica máxima que el PIR y en ambos, ésta será mayor que en el grupo control.

- ✿ **Hipótesis 9:** con los programas PN y PIR se conseguirá una categoría de fitness mayor que en el grupo control.
- ✿ **Hipótesis 10:** el PIR conseguirá mayores beneficios sobre la flexibilidad activa de tronco que el PN; y en ambos, ésta será mayor que en el grupo control.
- ✿ **Hipótesis 11:** en los programas PN y PIR se conseguirá un mantenimiento de la composición corporal que no ocurrirá en el grupo control.
- ✿ **Hipótesis 12:** con los programas PN y PIR se conseguirán mejores puntuaciones en el estado de salud físico y mental que con el grupo control.
- ✿ **Hipótesis 13:** al finalizar el estudio se encontrarán relaciones entre las variables de condición física y de estado de salud en toda la muestra.

4

METODOLOGÍA

4.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación llevada a cabo se corresponde con la aplicación del *método experimental*, en el que se ha utilizado un *diseño de grupos aleatorizados*, con tres niveles de la variable independiente:

1. Programa de natación en piscina profunda, que será llevado a cabo por denominado Grupo de Natación (GN).
2. Programa de ejercicios de impacto y cargas adicionales en piscina poco profunda, llevado a cabo por el Grupo de Impacto y Resistencias (GIR).
3. Sin tratamiento, representado por el Grupo Control (GC).

La finalidad del método experimental aplicado es establecer relaciones de causa-efecto de las variables independientes arriba mencionadas sobre las variables dependientes analizadas, relacionadas con la condición física y el estado de salud de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas de Toledo capital, que son:

1. Fuerza biocinética del tren superior:
 - ★ Fuerza pico máxima biocinética del tren superior en posición prono (FPMp).
 - ★ Fuerza pico máxima biocinética del tren superior en posición supino (FPMs).
 - ★ Fuerza-Resistencia biocinética del tren superior en posición prono (FR).
2. Fuerza isométrica máxima:
 - ★ Fuerza isométrica máxima lumbar (FIMI).
 - ★ Fuerza isométrica máxima de piernas (FIMp).
3. Capacidad de salto (CS).
4. Flexibilidad activa de tronco:
 - ★ Flexibilidad profunda de tronco (FlexP).
 - ★ Flexibilidad lateral de tronco (FlexL).
5. Capacidad aeróbica máxima (VO_2max) e índice de fitness (IF).
6. Composición corporal:
 - ★ Índice de masa corporal (IMC).
 - ★ Porcentaje graso (%graso).
7. Estado de salud percibido:
 - ★ Estado de salud físico (SF12_Físico).
 - ★ Estado de salud mental (SF12_Mental).

| METODOLOGÍA

Para ello se realizaron mediciones pre-tratamiento de las variables dependientes en el test inicial (Test I). A continuación, se aplicaron los programas de actividad física correspondientes a cada grupo durante 1 año. Y finalmente se llevaron a cabo las mediciones post-tratamiento respectivas en el test final (Test F) (figura 6).



Figura6. Diseño de investigación.

Por otro lado, se ha tenido en cuenta el posible cambio de la variable de control: riesgo de fractura de cadera (RFC) y la posible influencia sobre el efecto de las variables independiente de las variables contaminantes: cambios en los hábitos de actividad física (CHAF) y cambios en los hábitos alimentarios (CHA).

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

Al inicio del estudio se contó con 90 mujeres postmenopáusicas y con moderado riesgo de fractura de cadera que se asignaron aleatoriamente (1:1:1) a los distintos grupos del estudio mediante una aleatorización centralizada, que asegura el correcto encubrimiento de la distribución de los participantes a estos grupos: GN=30 mujeres, GIR=30 mujeres, y GC= 30 mujeres (n=90 mujeres). Las integrantes del GN tenían una media ($n \pm DT$) de edad de $58,83 \pm 6,54$ años, peso medio de $64,35 \pm 8,31$ kg, talla media de $157,11 \pm 5,90$ cm y porcentaje graso medio de $34,01 \pm 6,35$ %. Por otro lado, el GIR lo formaban mujeres de $55,86 \pm 6,90$ años de media, peso medio de $66,76 \pm 15,12$ kg, talla media de $155,91 \pm 6,34$ cm, y porcentaje graso medio de $35,68 \pm 7,46$ %. La media de edad de las componentes del CG era de $56,60 \pm 6,30$ años, peso medio de $63,99 \pm 10,10$ kg, talla media de $153,51 \pm 9,03$ cm y porcentaje graso medio de $33,99 \pm 6,84$ %.

De este modo, al comenzar el segundo año de tratamiento, que es el que se ha utilizado para la realización de esta tesis doctoral, se disponía de 59 mujeres postmenopáusicas y con moderado riesgo de fractura de cadera en total, que formaban los tres grupos con la siguiente distribución: GN=21 mujeres, GIR=21 mujeres, GC=17 mujeres (n=59 mujeres). El GN lo componían mujeres de $59,14 \pm 7,00$ años de media de edad, peso medio de $61,15 \pm 7,7$ kg, altura media de $156,3 \pm 6,98$ cm, índice de masa corporal (IMC) de $24,99 \pm 2,39$ kg/m² y porcentaje graso (Pgraso) medio de $33,07 \pm 4,85$ %. El GIR estaba formado por mujeres de $55,90 \pm 5,88$ años de media de edad, peso medio de $64,44 \pm 15,74$ kg, altura media de $155,5 \pm 6,42$ cm, IMC de $26,56 \pm 5,56$ kg/m² y Pgraso medio de $34,98 \pm 6,65$ %. Por último, las mujeres del GC tenían una media de edad de $55,59 \pm 5,01$ años, peso medio de $64,32 \pm 10,94$ kg, altura media de $154,18 \pm 5,45$ cm, IMC de $27,20 \pm 5,50$ kg/m² y Pgraso medio de $35,15 \pm 7,06$. Las características de las integrantes de los grupos al inicio y al final del estudio se detallan en la tabla 5. Al término de este segundo año de tratamiento, y del Proyecto Osteoaqua simultáneamente, abandonaron el programa un total de 20 mujeres. Se produjeron 4 bajas en el GN: 1 por motivos familiares, 2 por otras patologías y 1 por abandono, quedando un total de 17 participantes en la evaluación final. 7 bajas en el GIR: 1 por fractura osteoporótica, 2 por motivos familiares, 3 por otras patologías y 1 por abandono, quedando un total de 14 participantes en la evaluación final. Y 9 bajas en el GC por otras patologías, quedando un total de 8 participantes en la evaluación final.

Tabla 5: Características de los grupos al inicio y al final del estudio.

Grupo	Estadísticos	Evaluación Inicial					Evaluación Final			
		Edad	Peso_I (kg)	Talla_I (cm)	IMC_I (kg/m ²)	Pgraso_I (%)	Peso_F (Kg)	Talla_F (cm)	IMC_F (kg/m ²)	Pgraso_F (%)
GN (n_I = 21) (n_F = 17)	Media	59,14	61,15	156,30	24,99	33,07	63,65	156,73	26,07	34,46
	Desv. típ.	7,00	7,70	6,98	2,39	4,85	7,05	7,64	2,30	3,19
	Mínimo	42	46,50	144,40	21,19	21,50	48,30	144,10	22,17	28,20
	Máximo	69	72,90	169,20	29,45	39,50	74,20	169,80	29,92	39,50
GIR (n_I = 21) (n_F = 14)	Media	55,90	64,44	155,50	26,56	34,98	61,89	155,50	25,59	32,55
	Desv. típ.	5,88	15,74	6,42	5,56	6,65	8,08	6,52	3,00	6,06
	Mínimo	40	50,30	143,10	21,21	22,70	50,40	142,50	21,31	22,90
	Máximo	66	124,40	165,50	47,23	53,50	74,00	164,60	29,97	41,50
GC (n_I = 17) (n_F = 8)	Media	55,59	64,32	154,18	27,20	35,15	60,51	155,65	25,03	31,24
	Desv. típ.	5,01	10,94	5,45	5,50	7,06	5,10	4,24	2,38	5,61
	Mínimo	46	49,40	146,00	22,46	21,70	52,70	151,10	22,09	21,00
	Máximo	66	96,10	164,20	44,29	50,00	65,73	161,70	28,41	39,20

4.2.1 Criterios de inclusión:

Debido al carácter específico del Proyecto y al programa de actividad física en el medio acuático en el que los sujetos iban a participar, que incluiría la realización pruebas de valoración de la condición física, se diseñaron unos requisitos mínimos indispensables para la selección de las participantes.

Por otro lado, se permitió a las participantes del Proyecto continuar con la realización de otras actividades físicas a las que ya estaban habituadas, entre las que destacaba la caminata, el senderismo de fin de semana o la gimnasia de mantenimiento. Al permitir que las participantes no abandonaran sus hábitos de actividad física se le ha querido dar más importancia a la validez externa del estudio ya que, como indica el MSC, cada vez hay más mujeres españolas de entre 45-64 años que no son sedentarias (MSC, 2006).

Los requisitos establecidos para la selección de las participantes se detallan a continuación:

- ★ Mujeres postmenopáusicas con al menos cinco años de amenorrea.
- ★ Con moderado riesgo de fractura de cadera comprobada mediante ultrasonografía del calcáneo.
- ★ Edad menor o igual a 70 años.
- ★ Pertenecientes a la zona de Toledo capital.
- ★ La menopausia debía haberse producido de forma natural, no quirúrgica ni farmacológica.
- ★ No padecer patologías neurológicas ni musculoesqueléticas que las incapaciten para la actividad física.

- ★ Sin antecedentes de fractura osteoporótica.
- ★ No utilizar para el tratamiento de la osteoporosis la Terapia Hormonal Sustitutiva. Aunque sí, otros medicamentos, calcio y vitamina D.
- ★ Sin fobia al medio acuático.

La selección de la muestra se llevó a cabo mediante la realización de una densitometría de calcáneo con el densitómetro *Aquiles Express 2000 (General Electric, Lunar Corporation)* y la cumplimentación de un cuestionario informativo inicial (anexo 1), diseñado por los médicos del Proyecto, a 665 mujeres de Toledo capital provenientes de las consultas externas de atención primaria y especializada del Centro de Salud de Palomarejos y del Centro Especializado de Diagnóstico y Tratamiento del SESCAM (ambos de Toledo capital). Ambas pruebas permitieron seleccionar a las mujeres que cumplían los requisitos anteriormente citados. Éstas sumaron un total de 180 mujeres, de las cuales 90 accedieron a participar en Proyecto, firmando un formulario de consentimiento de participación (anexo 2), y habiendo sido previamente informadas de las condiciones del mismo.

4.3 MÉTODOS.

4.3.1 Condiciones pretest.

Previamente a la iniciación del programa de actividad física en el medio acuático, y estando seguros de que las participantes cumplían los requisitos biológicos previstos gracias a la supervisión del equipo médico del Proyecto Osteoaqua, las participantes llevaron a cabo un test piloto donde se incluían cada una de las valoraciones que se iban a realizar durante el Proyecto, con el fin de familiarizarse con los protocolos de ejecución, facilitando a su vez a los evaluadores la elección de la forma más adecuada de explicar los test y la detección de cualquier problema que pudiera surgir en el desarrollo de los mismos o en el uso y calibración de los instrumentos de medida; en definitiva, se quiso verificar que todo el material y los métodos funcionaban como se especifica, y que el uso de estos métodos y equipos se desempeñaba de manera eficaz para asegurar la validez y fiabilidad de los mismos.

A su vez, se determinaron las pautas que las participantes debían seguir antes y durante la realización de los test planteados en el Proyecto: no realizar ningún tipo de actividad física y fumar o beber alcohol justo antes de las pruebas, llevar siempre ropa deportiva y calzado cómodo y no olvidarse la botella de agua y de algo de comida para reponerse después del ejercicio si era necesario.

Obviamente, estas condiciones se dieron en la primera evaluación que se hizo antes de comenzar el Proyecto Osteoaqua. Al inicio del segundo año de tratamiento, que coincide con la primera evaluación para esta tesis doctoral, las participantes y los evaluadores estaban ya adiestrados en el desarrollo de los protocolos de los test. No obstante, siempre se recordaba a las mujeres que componían la muestra las pautas a seguir los días de las pruebas.

4.3.2 Recogida de datos.

Los días de realización de las pruebas se distribuyeron de la siguiente manera: la evaluación inicial se realizó en miércoles 10 y jueves 11, lunes 15 y martes 16 de enero de 2007; y la final, en miércoles 12 y jueves 13, lunes 17 y martes 18 de diciembre de 2007. La distribución de las pruebas se hizo así respetando los días y horas que cada grupo tenía asignados para la realización de su programa de actividades acuáticas. De tal manera que las participantes del GN acudían el lunes y el miércoles en su horario de mañana (09:45h) o de tarde (17:45h), y las

del GIR, el martes y el jueves a las mismas horas. Las componentes del GC, al no estar incluidas en los programas de actividad física en el medio acuático, tenían la posibilidad de elegir el grupo con el que realizarían las pruebas.

Se asignaron los test sistemáticamente en los mismos días de la semana de cada evaluación: miércoles y jueves se realizaban los test de fuerza biocinética, fuerza isométrica, capacidad de salto y flexibilidad activa de tronco; y lunes y martes, las mediciones de antropometría y riesgo de fractura de cadera, el test de capacidad aeróbica máxima y los cuestionarios de estado de salud, hábitos de actividad física y hábitos alimentarios. El reparto se hizo de esta manera para no fatigar a las participantes con demasiada carga de trabajo, ya que el test de capacidad aeróbica máxima es el más exigente y, por otro lado, no compartía el mismo calentamiento que el resto de test; garantizando así la eficacia en la ejecución de los ejercicios. Estos datos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 6. Periodización de las pruebas.

	DÍAS	GRUPOS	HORARIOS	PRUEBAS
EVALUACIÓN INICIAL Enero 2007	Miércoles, 10	GN+GC	09:45	Fuerza Biocinética
			17:45	Fuerza Isométrica
	Jueves, 11	GIR+GC	09:45	Capacidad de salto
			17:45	Flexibilidad
	Lunes, 15	GN+GC	09:45	Antropometría
			17:45	RFC
	Martes, 16	GIR+GC	09:45	VO2max
			17:45	Cuestionarios
EVALUACIÓN FINAL Diciembre 2007	Miércoles, 12	GN+GC	09:45	Fuerza Biocinética
			17:45	Fuerza Isométrica
	Jueves, 13	GIR+GC	09:45	Capacidad de salto
			17:45	Flexibilidad
	Lunes, 17	GN+GC	09:45	Antropometría
			17:45	RFC
	Martes, 18	GIR+GC	09:45	VO2max
			17:45	Cuestionarios

| METODOLOGÍA

La realización de los test se llevó a cabo en el Laboratorio de Entrenamiento Deportivo (LED) de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo, donde se encontraban los instrumentos necesarios y el ambiente adecuado para llevar a cabo las pruebas. Adicionalmente, se utilizó el pabellón polideportivo perteneciente al mismo centro para realizar el test de capacidad aeróbica máxima.

Los responsables de la organización, puesta en práctica y coordinación de los test fueron los becarios investigadores responsables del Proyecto Osteoaqua: Germán Díaz Ureña y María Carrasco Poyatos. Así mismo, se solicitó la colaboración del resto de los becarios integrantes del LED para ayudar en el desarrollo de los mismos. Cada uno era el responsable de una de las pruebas y debía encargarse de explicar la ejecución del test a las participantes, de hacer una demostración práctica si fuera necesario y de la recogida de datos de forma manual. Éstos habían sido previamente instruidos en el uso y calibración de los instrumentos de medida que iban a utilizar. En su caso, se podía disponer de un ayudante que organizara a las participantes y se encargara de la recogida de datos. Las responsabilidades de cada evaluador se detallan en la siguiente tabla (tabla 7).

Tabla 7. Responsables de los test.

EVALUADORES	RESPONSABILIDAD
Evaluador 1	RFC VO2max Fuerza Isométrica Cuestionarios
Evaluador 2	Fuerza Biocinética VO2max Antropometría Cuestionarios
Evaluador 3	Capacidad Salto
Evaluador 4	Flexibilidad
Evaluador 5	Calentamiento Recogida de datos
Evaluador 6	Recogida de datos

4.3.3 Test y protocolos de aplicación.

De los test relacionados con la condición física, el de capacidad de salto, fuerza isométrica, capacidad aeróbica máxima y flexibilidad lateral de tronco fueron tomados de una batería de test propuesta para personas mayores y validada por el UKK Institute (Sunii, Miilunpalo et al., 1998; Sunii et al., 1996). A estos se añadió el test de flexibilidad profunda de tronco, tomado de la batería Eurofit para adultos (Oja & Tuxworth, 1995), y el de fuerza biocinética del tren superior.

Para ver la compilación de todos los test realizados y los instrumentos utilizados en el presente estudio remitirse a la tabla 10 de este documento.

1. Test de fuerza biocinética del tren superior:

- ⊗ **Descripción:** *Fuerza* se define como lo que modifica o intenta modificar el estado de reposo o movimiento de un objeto (Komi, 2002). La Fuerza dinámica requiere una acción concéntrica, excéntrica o concéntrico-excéntrica del músculo, es decir, la existencia de un movimiento muscular que produzca la fuerza y el efecto deseado, y depende de la masa y la aceleración del segmento (Komi, 2002). La característica isocinética de la fuerza dinámica indica que un grupo muscular trabaja a una velocidad constante durante todo el rango de movimiento de la articulación (Heyward, 2002). En este caso, los valores de fuerza dependerían tanto de la masa que realiza el movimiento como del tiempo que tarda en realizarlo. A diferencia de ésta, la fuerza biocinética indica que durante todo el rango de movimiento la aceleración es constante, con lo que los valores de fuerza solo dependerían de la masa que produce el movimiento, es decir, del músculo. Al realizarse en ambos casos un movimiento articular, el movimiento que se describe es angular y por tanto la fuerza será angular y la aceleración se medirá en $^{\circ}/s^2$ en lugar de en m/s^2 .

$$F=m \cdot a \qquad a=V/t^2 \qquad F=m \cdot V/t^2$$

Un buen mantenimiento del fitness musculoesquelético del tren superior indicará que se tiene la capacidad de realizar IADL (Kell, Bell, & Quinney, 2001) como levantar una silla, subir una persiana, coger una olla del fuego, tender la ropa mojada, etc. Generalmente,

en la literatura se suelen encontrar estudios realizados con mayores en los que se trabaja y se evalúa la fuerza dinámica del tren superior con máquinas en el gimnasio mediante 1RM (Henwood & Taaffe, 2005, 2006; Porter et al., 2002). En nuestro caso, y dada la fragilidad de nuestra muestra, se consideró más adecuado realizar esta medición con un banco biocinético que impidiera la ejecución de movimientos bruscos o descontrolados, permitiendo realizar contracciones máximas con menor riesgo de lesión.

- ⊛ **Variables que mide:** con este test se pretende medir las siguientes variables:
 - ★ *Fuerza pico máxima biocinética del tren superior en posición prono (FPMp):* la máxima fuerza aplicada en una flexión de hombro desde 180° en el plano frontal en posición prono.
 - ★ *Fuerza pico máxima biocinética del tren superior en posición supino (FPMs):* la máxima fuerza aplicada en una adducción de hombro desde 180° en el plano frontal en posición supino.
 - ★ *Fuerza-Resistencia biocinética del tren superior en posición prono (FR):* entendida como la aplicación de fuerza submáxima en un esfuerzo de un tiempo determinado, en este caso de 30 segundos, mediante la flexo-extensión del hombro desde 180° en el plano frontal.

- ⊛ **Criterios de interpretación:** la diferencia positiva entre la medición inicial y la final de cada variable (FPMp, FPMs, FR) significará que se ha mejorado la fuerza biocinética especificada. Los valores de fuerza de las tres variables se tomarán en Newtons (N), por ser el valor que ofrece el instrumento y el que indica el Sistema Internacional de Medida en lo referente a la fuerza.

- ⊛ **Instrumentación:** para el desarrollo del test se utilizará el *Biometer Swim Bench (Sport Fahnmann)*. Este es un instrumento biocinético capaz de mantener una aceleración constante en función de la fuerza que se aplica, permitiendo a un grupo muscular realizar contracciones máximas a una aceleración controlada sin peligro para las articulaciones (Heyward, 2002). Está especialmente diseñado por la empresa alemana Sport Fahnmann para el entrenamiento o la

realización de test relacionados con la natación y la rehabilitación, ya que permite el uso de la articulación en todo su rango de movimiento así como simular cualquier estilo de natación. Mide valores absolutos y medios de los parámetros de fuerza, trabajo, potencia, longitud y frecuencia de brazada. Y permite seleccionar la aceleración constante en una escala del 1 al 9, donde el nivel 1 corresponde a la aceleración más lenta: $1,44 \text{ } \%/s^2$; y el nivel 9, a la más rápida: $3,07 \text{ } \%/s^2$. Por otro lado, este instrumento da la opción de medir el movimiento solo de un brazo o de los dos simultánea o alternativamente. A su vez, se puede programar el tiempo de ejecución en minutos y segundos. La descripción del instrumento se completa con las fotos que se aportan a continuación (figuras 7 y 8).



Figura 7.

Biomater Swim Bench



Figura 8.

Panel de control del Biomater

✪ **Procedimiento:** para la ejecución de la fuerza pico máxima se estableció una aceleración constante de $3=1,85 \text{ } \%/s^2$, que obliga a ejercer mayor resistencia en la ejecución; y para la fuerza-resistencia se estableció una aceleración constante de $7=2,66 \text{ } \%/s^2$, reduciendo la resistencia que es necesario aplicar, según la escala del 1 al 9 descrita anteriormente.

★ **Calentamiento:** 5 minutos en cicloergómetro Monark Ergomedic 828E a 25 wats (figura 10) y 1x8 repeticiones de cada ejercicio en posición prono y supino sin carga en el Vasa Trainer (figura 9), un ergómetro utilizado comúnmente para mejorar la técnica, la fuerza y la capacidad cardiovascular de nadadores y remeros.



Figura 9.
Vasa Trainer



Figura 10.
Monark Ergonomic 828E

- ★ *Fuerza pico máxima biocinética del tren superior en posición prono (FPMp)*: las participantes se sitúan tumbadas en posición prona en el banco del Biometer de manera que éste quede a la altura del pecho para permitir suficiente movilidad de los brazos, y realizan un movimiento desde delante a atrás en el plano vertical con ambos brazos simultáneamente, aplicando la máxima fuerza sobre una aceleración constante de 3 (figura 11). La ejecución se repite dos veces y se obtiene el valor máximo. Este test ha sido realizado y validado en varios estudios (Gehlsen, Grigsby, & Winant, 1984; Neuffer, Costill, Fielding, Flynn, & Kirwan, 1987).



Figura 11. Ejecución del test FPMp.

- ★ *Fuerza pico máxima biocinética del tren superior en posición supino (FPMs)*: las participantes se sitúan tumbadas supino sobre el banco, con la cabeza y los pies apoyados en el mismo para una posición correcta de la espalda, y realizan un movimiento de apertura desde arriba a abajo en el plano horizontal con ambos brazos simultáneamente, aplicando la máxima fuerza sobre una aceleración constante de 3 (figura 12). La ejecución se repite dos veces y se obtiene el valor máximo. Debido a que este instrumento ha sido utilizado mayoritariamente para el análisis del estilo libre (crol) con

nadadores jóvenes de competición, la posición más comúnmente adoptada ha sido la posición prona, por ser la más similar a la de este estilo. Esta situación nos llevó a diseñar un protocolo propio de actuación en posición supino que analizara la FPM en una adducción de hombro para así completar el análisis biocinético de la fuerza pico del tren superior.



Figura 12. Ejecución del test FPMs.

- ★ *Fuerza-Resistencia biocinética del tren superior en posición prona (FR):* las participantes se sitúan en la misma posición que en el test FPMp y realizarán el mismo movimiento con ambos brazos simultáneamente durante 30 segundos, aplicando la máxima fuerza sobre una aceleración constante de 7. La ejecución se realiza solo una vez y se toma el valor medio obtenido. Este test ha sido adoptado de otros en los que se ha analizado la FR en waterpolistas o personas sedentarias mediante un protocolo incremental (Gehlsen et al., 1984; Konstantaki, Trowbridge, & Swaine, 1998), con la diferencia de que para evaluar la fuerza, en el presente estudio se realizó solo un estadío.

2. Test de salto:

- ⊛ **Descripción:** se eligió el test de salto con contramovimiento o contermovement jump (CMJ) por ser un salto sencillo de ejecutar, en el que, mediante la flexo-extensión de piernas, se aprovecha su carácter elástico-explosivo para una mayor elevación del centro de gravedad, dado que el trabajo excéntrico (flexión) que precede al concéntrico (extensión) hace que se almacene energía elástica que será reutilizada en la fase de empuje. Así mismo, la fase excéntrica permite que los sujetos con un porcentaje alto de fibras lentas tengan más tiempo para reclutar fibras rápidas (Bosco, 1994), lo que se adecuaba a las características de nuestra muestra. El CMJ está

relacionado con el componente explosivo (puramente muscular) de la fuerza que ejerce la musculatura flexo-extensora de las piernas (fuerza elástico-explosiva) (Vanezis & Lees, 2005), utilizando las articulaciones de tobillos, rodillas y cadera como componentes de la cadena cinética. Además de la fuerza muscular, en la realización del salto influyen otros factores de nivel neuronal, de coordinación intermuscular y de especificidad de la fibra muscular utilizada (Bosco, 1994; Deschenes & Kraemer, 2002; Vanezis & Lees, 2005) que van a ser determinantes en la eficacia del mismo, y que dependerán de la ejecución del gesto técnico (Bobbert & Van Soest, 1994) y del tipo de entrenamiento llevado a cabo (Gehri, Ricard, Kleiner, & Kirkendall, 1998; Markovic, 2007; Potteiger et al., 1999). Un buen fitness musculoesquelético del tren inferior es fundamental para la realización de IADL (Kell et al., 2001) como bajar o subir escaleras, levantarse o sentarse en el sofá. Según los estudios revisados, se pueden conseguir mejoras significativas en la capacidad de salto en mayores mediante varios métodos: el trabajo de resistencia muscular del tren inferior en gimnasio (González, Delgado, Vaquero, & Contreras, 2002), la combinación del trabajo de resistencia muscular y ejercicios de impacto (Taaffe et al., 2005), o el entrenamiento en cicloergómetro (Macaluso, Young, Gibb, Rowe, & De Vito, 2003). Por tanto resulta interesante analizar qué efecto tienen los programas de impacto y natación llevados a cabo en el medio acuático en este estudio.

- ⊛ **Variables que mide:** con este test se pretende medir:
 - ★ *Capacidad de salto (CS):* se entiende por *capacidad de salto* la altura que el centro de gravedad alcanza en un salto.

- ⊛ **Criterios de interpretación:** la diferencia positiva entre la medición inicial y la final de la capacidad de salto significará que posiblemente se haya mejorado la fuerza elástico-explosiva del tren inferior o el resto de los componentes que influyen en la realización del mismo. El valor de la variable de estudio se tomará en centímetros (cm) como indica el Sistema Internacional de Medida.

- ⊛ **Instrumentación:** para llevar a cabo el test de salto se ha utilizado el *Ergo-Jump Bosco System* (figuras 13 y 14). Este instrumento parte

del tiempo de vuelo para el cálculo directo de la elevación del centro de gravedad (Bosco, 2000). Se compone de una plataforma de infrarrojos conectada a un sistema de cronometraje electrónico que es accionado automáticamente por el mismo sujeto que salta en el momento del despegue, cerrándolo en el momento en el que el pie contacta otra vez con el terreno. Lleva siendo utilizado por federaciones, clubes, centros de investigación y Facultades Universitarias desde hace mucho tiempo para diferentes trabajos técnicos y científicos.



Figura 13.

Ergo-Jump Bosco System.



Figura 14.

Sistema de cronometraje.

✦ **Procedimiento:**

- ★ *Calentamiento:* 5 minutos en cicloergómetro Monark Ergomedic 828E a 25 wats (figura 10) y ensayo del salto: 5-7 CMJ previos a la realización del test.
- ★ *Test de salto:* las participantes se sitúan en la plataforma de infrarrojos, entre el emisor y el receptor, con pies a la anchura de las caderas y manos en la cintura. Tras la indicación “preparadas, ¡ya!” se realiza un salto con contramovimiento, que consiste en la semiflexión-extensión de las piernas. Se parte desde la posición erecta, llegando hasta una semiflexión de rodilla aproximada de 90°, intentando que el tronco esté lo más recto posible para evitar su influencia en el movimiento de las piernas (Bosco, 1994), seguida de una extensión intentando llegar lo más alto posible, sin la ayuda de los brazos (figuras 15 y 16). El periodo de tiempo entre la fase excéntrica (flexión) y la concéntrica (extensión) debe ser corto para que la energía elástica acumulada sea aprovechada en el salto. El test se repitió dos veces, obteniéndose el valor máximo de los dos intentos. Este procedimiento ha sido validado por su utilización en múltiples estudios (Cottini et al., 1996; Vilijanen, Viitasalo, & Kujala, 1991).



Figura 15.

Fase excéntrica del salto



Figura 16.

Fase concéntrica del salto

3. Test de fuerza isométrica máxima:

✪ **Descripción:** a diferencia de la fuerza dinámica, la fuerza isométrica se caracteriza porque los ejercicios se realizan de forma estática, es decir, no varía la longitud del músculo (García, 2002). Se define como la máxima fuerza ejercida contra un objeto inamovible (Macaluso & De Vito, 2004). Continuando con el estudio de la fuerza en nuestra muestra, y para completar su evaluación, se han introducido dos test de fuerza isométrica: uno de ellos para analizar la fuerza isométrica de la zona lumbar, y el otro para las extremidades inferiores, por considerar estas regiones importantes para la realización de IADL como sostener la bolsa de la compra, aguantar una silla en peso para cambiarla de sitio, o levantar un sillón para barrer. Ambos test constituyen un “clásico” en la evaluación de la fuerza entre grandes grupos de poblaciones ya que, al contrario de ser perjudiciales, y siempre y cuando se siga un protocolo adecuado de calentamiento, son muy útiles para analizar la fuerza de determinadas zonas corporales donde las articulaciones puedan estar dañadas y hayan perdido movilidad por el uso o la edad (ACSM, 1998), como suele ser el caso de la región lumbar o las rodillas. Incluso se ha utilizado este método para el entrenamiento de la fuerza en mayores, por no causar inflamación o daño articular (ACSM, 1998), y en personas con patologías lumbares (Risch et al., 1993; Sakai, Matsuyama, & Ishiguro, 2005).

✪ **Variables que mide:** con este test se pretende medir:

- ★ *Fuerza Isométrica Máxima lumbar (FIMI)*: la mayor fuerza que es capaz de desarrollar la zona lumbar por medio de una contracción máxima voluntaria sin variación en la longitud muscular.
 - ★ *Fuerza Isométrica Máxima de piernas (FIMp)*: la mayor fuerza que son capaces de desarrollar las piernas simultáneamente, por medio de una contracción máxima voluntaria sin variación en la longitud muscular.
- ⊛ **Criterios de interpretación**: la diferencia positiva entre la medición inicial y la final de cada variable (FIMI, FIMp) significará que se ha mejorado la fuerza isométrica especificada. Los valores de fuerza que ofrece el instrumento se tomarán en Kilogramos (kg) y se convertirán a Newtons (N) para homogeneizar los resultados como indica el Sistema Internacional de Medida. La conversión será: 1kg=9,81N.
- ⊛ **Instrumentación**: los test se han llevado a cabo utilizando el siguiente material:
- ★ *Fuerza Isométrica Máxima lumbar (FIMI)*:
 - *Dinamómetro isométrico de espalda y piernas T.K.K. 5402 (Takei Scientific Instruments CO.LTD.)* (figura 17): el dinamómetro se compone de una base de apoyo para realizar los test en posición de pie y una pantalla digital LCD que muestra los resultados con la mejor resolución. En su parte superior incorpora un gancho donde se acoplará una cadena autoajustable con empuñadura, que permite adaptar el instrumento a las dimensiones de cada participante, asegurando así que su uso sea lo más confortable posible. Realiza mediciones con un rango de 20-300kg y un margen de graduación de 0,5kg.



Figura 17. Dinamómetro Isométrico T.K.K. 5402.

- *Cuña de 90°/45°/45°* (figura 18): consiste en una cuña en forma de triángulo rectángulo isósceles de fabricación “casera”, hecha con cartón-piedra. Sus dimensiones son $a=25\text{cm}$, $b=25\text{cm}$, $c=35,35\text{cm}$; $A=90^\circ$, $B=45^\circ$, $C=45^\circ$. De esta forma, la arista b queda apoyada en la pared, y la c en la zona lumbar del examinado, siendo el ángulo B el que determina la flexión de tronco. Dado que el dinamómetro utilizado en el estudio se usa en posición de pie, se fabricó este instrumento con una doble función, por un lado asegura que las participantes mantengan una flexión de tronco de 45° y por otro, sirve de apoyo de la zona lumbar durante la contracción isométrica para evitar posibles patologías.

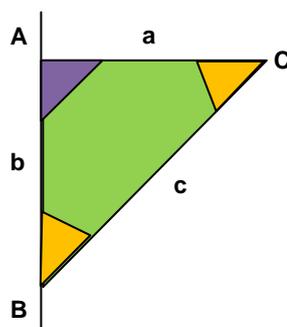


Figura 18. Cuña de 90°/45°/45°.

- ★ *Fuerza Isométrica Máxima de piernas (FIMp):*
 - *Dinamómetro isométrico de espalda y piernas T.K.K. 5402 (Takei Scientific Instruments CO.LTD.).* Descrito en el punto anterior (figura 17).

- *Goniómetro JAMAR 8060 (Sammons Preston. Psymtec)* (figura 19): medidor de ángulos de hierro y carbono de 180° y 20cm de largo, que mide incrementos angulares de 1°.



Figura 19. Goniómetro JAMAR 8060

✪ **Procedimiento:**

- ★ *Calentamiento:* 5 minutos en cicloergómetro Monark Ergomedic 828E a 25 wats (figura 10) y 1x8 repeticiones de cada ejercicio en posición prona y supina sin carga en el Vasa Trainer (figura 9).
- ★ *Fuerza Isométrica Máxima lumbar (FIMl):* las participantes se situaban de pie, sobre el dinamómetro y de espaldas a la pared, con piernas estiradas y cadera estabilizada y pegada a la pared para prevenir la posible influencia de éstas en los resultados del test, y talones algo separados de ésta para mejorar la estabilidad. En esta posición se acoplaba a la examinada la cuña de 90°/45°/45° en la zona lumbar, como se ha indicado anteriormente, para mantener una flexión de tronco de 45°. Una vez adoptada la posición correcta, la examinada cogía la empuñadura del dinamómetro ajustándose a la medida de la cadena con los brazos estirados. Una vez adoptada la posición idónea, se procedía a tirar desde la zona lumbar hacia arriba con la máxima fuerza posible durante 5 segundos. Ver un ejemplo de la realización de este test en la figura 20. Se indicaba a las participantes que focalizaran su atención en la zona lumbar. El test se repetía dos veces, descansando 20 segundos entre mediciones, para tomar el valor máximo. Este test ha sido validado en otros estudios (Coldwells, Atkinson, & Reilly, 1994).



Figura 20. Ejecución del test FIMl.

- ★ *Fuerza Isométrica Máxima de piernas (FIMp)*: las participantes se situaban de pie, encima del dinamómetro, con cadera, espalda y cabeza pegadas a la pared y piernas estiradas, dejando los talones algo separados para mejorar la estabilidad. Desde esta posición, las participantes van flexionando rodillas dirigidas por el examinador hasta llegar a una flexión de 120° , que es medida con el goniómetro descrito anteriormente desde la articulación de la rodilla hasta el hueso del fémur. Una vez conseguida la posición correcta, las examinadas cogían la empuñadura del dinamómetro, ajustándose la medida de la cadena con los brazos estirados. A partir de aquí, tiraban hacia arriba con la máxima fuerza posible durante 5 segundos, centrando la fuerza en las piernas. El test se repetía dos veces, descansando 20 segundos entre mediciones, para tomar el valor máximo. Se muestra como ejemplo la figura 21. Este test ha sido validado en otros estudios (Coldwells et al., 1994).

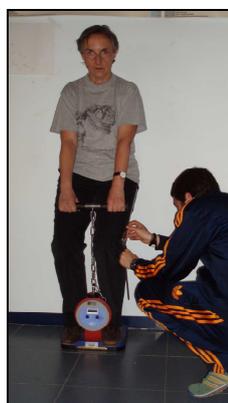


Figura 21. Ejecución del test FIMp.

4. Test de capacidad aeróbica máxima:

✧ **Descripción:** existen numerosos métodos para medir la capacidad aeróbica máxima. Los métodos directos, aunque más fiables, requieren un equipamiento e instrumental específico que suele ser complicado conseguir y aplicar. Por otro lado, con los métodos indirectos resulta más fácil la aplicación del test y permiten predecirla. Estos test se pueden llevar a cabo de varias formas, las más comunes son utilizando un cicloergómetro (Macaluso et al., 2003) o simplemente la caminata (Laukkanen, Kukkonen-Harjula, Oja, Pasanen, & Vuori, 2000; Suni, Oja et al., 1998), como es el caso del test utilizado en este estudio. El test de la caminata UKK, o test UKK, fue especialmente diseñado y validado por el UKK Institute (Urho Kaleva Kekkonen Institute for Health Promotion Research) a través de múltiples estudios, para predecir de forma indirecta la capacidad aeróbica máxima de adultos sanos o con sobrepeso. Desarrollaron una fórmula estandarizada capaz de calcular el *índice de fitness (IF)* a partir del tiempo dedicado en la prueba, la frecuencia cardiaca justo al terminar la prueba, el índice de masa corporal, la edad y el género. La fórmula que indica la Guía del Test UKK (Oja, Laukkanen, Lojonen, Pasanen, & Kukkonen-Harjula, 1998) para calcular el IF de las mujeres se indica a continuación:

$$IF = 304 - \{[(\text{min} \cdot 8,5) + (\text{s} \cdot 0,14) + (\text{ppm} \cdot 0,32) + (\text{kg}/\text{m}^2 \cdot 1,1)] - (\text{edad} \cdot 0,4)\}$$

(min=minutos, s=segundos, ppm=pulsaciones por minuto, kg/m²=IMC)

El resultado obtenido indica el IF correspondiente a cada participante respecto a personas de la misma edad, que se refleja en la siguiente tabla (tabla 8):

Tabla 8. Categorías de fitness según el IF. Tomado de (Oja et al., 1998).

Índice de Fitness	Categoría de Fitness
< 70	Considerablemente bajo la media
70 – 89	Ligeramente bajo la media
90 – 110	Media
111 – 130	Ligeramente por encima de la media
>130	Considerablemente por encima de la media

Por otro lado, diseñaron unos valores de referencia de capacidad aeróbica máxima ($VO_{2max_{referencia}}$) para un IF de 100 según la edad y el género que, multiplicados por el IF obtenido a partir de los datos del test, pueden predecir la capacidad aeróbica máxima real ($VO_{2max_{real}}$) del participante a través de la siguiente fórmula tomada de la misma Guía (Oja et al., 1998):

$$VO_{2max_{real}} = (IF * VO_{2max_{referencia}}) / 100$$

Los valores de referencia del VO_{2max} que indica el UKK Institute se detallan en la tabla 9:

Tabla 9. Valores de referencia de VO_{2max} sobre un IF de 100 según género y edad. Tomado de (Oja et al., 1998).

Edad (años)	Hombres	Mujeres
20	50,2	39,3
25	48,5	37,9
30	46,8	36,5
35	45,1	35,1
40	43,4	33,7
45	41,7	32,3
50	40,0	30,9
55	38,3	29,5
60	36,6	28,1
65	34,9	26,7

Con estos valores se pretende determinar de forma indirecta la capacidad funcional del sistema cardiorrespiratorio y su habilidad para realizar actividades físicas fundamentales para la realización de IADL como correr para alcanzar el autobús o subir escaleras.

- ⊛ **Variables que mide:** el test de la caminata mide la variable:
 - ★ *Capacidad aeróbica máxima (VO_{2max}):* se conoce al VO_{2max} como la habilidad de realizar un ejercicio dinámico usando varios grupos musculares a moderada-alta intensidad y en periodos prolongados de tiempo (Heyward, 2002), o el ritmo máximo de suministro de oxígeno del aire inspirado a los tejidos musculoesqueléticos y la utilización del oxígeno por los músculos durante el ejercicio (ACSM, 2000). Es considerado el

mejor indicador del fitness físico (Oja et al., 1998) y por tanto, se hará referencia a su correspondiente índice de fitness.

- *Índice de Fitness (IF)*: categoría en la que se encuentran el conjunto de atributos relacionados con la habilidad de realizar actividades físicas (Caspersen, Powell, & Christensen, 1985).

✪ **Criterios de interpretación:** la diferencia positiva entre la medición inicial y la final de la capacidad aeróbica máxima (VO_2max) significará que se ha mejorado la resistencia cardiovascular y, en su caso, el IF. Los valores obtenidos en el análisis del VO_2max se reflejarán en mililitros/kilogramo/minuto (ml/kg/min).

✪ **Instrumentación:** para llevar a cabo el análisis del VO_2max se ha utilizado (figura 21):

- ★ *Pulsómetro POLAR S810* para medir la frecuencia cardiaca.
- ★ *Cronómetro Geonaute MTD900* para medir el tiempo empleado en completar los 2Km.
- ★ *Báscula médica electrónica SECA 780 con tallímetro* (figura 25).



Figura 21. Pulsómetro POLAR S810 y Cronómetro Geonaute MTD900.

✪ **Procedimiento:**

- ★ *Calentamiento:* caminar 150 metros en la misma superficie en la que se va a realizar el test y estiramientos de gemelos, cuádriceps y femorales.
- ★ *Test de la caminata UKK:* el test de Caminata UKK es un test diseñado especialmente para adultos, validado por el UKK Institute (Oja et al., 1998) y aplicado en numerosas ocasiones (Suni, Miilunpalo et al., 1998; Suni, Oja et al., 1998). El test consiste en una marcha rápida (en relación con las capacidades del sujeto) y con cadencia regular en superficie llana hasta completar un total de 2 Km. El cálculo del VO_2max se realiza de

forma indirecta como se ha indicado en la descripción del test, para lo que es fundamental registrar los siguientes datos: el tiempo empleado en el recorrido, el ritmo cardíaco justo a la llegada, el índice de masa corporal (calculado con el test de composición corporal correspondiente), la edad y el género. Para facilitar el registro de los datos, el test se llevó a cabo en el pabellón polideportivo de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo, donde se delimitó un área de 20x40m alrededor de la que las participantes marcharían hasta completar los 2 Km. Los examinadores se encargaban de dar la salida, controlar el número de vueltas de cada participante y el tiempo total empleado, y anotar la frecuencia cardíaca justo a la llegada.

5. Test de flexibilidad activa de tronco:

- ⊗ **Descripción:** se entiende como flexibilidad al rango de movimiento de una articulación en una ejecución concreta, en este caso producida por una contracción muscular activa (Jackson, Morrow, Hill, & Dishman, 1999). La pérdida de flexibilidad está relacionada por un lado con la edad, que hace que se desnaturalicen el colágeno y la elastina y, por tanto, la elasticidad de tendones y ligamentos (Alnaqeeb, Al Zaid, & Goldspink, 1984; Bailey, 2001); y por otro, con la inactividad física (Colado, 2004; Kell et al., 2001) y la falta de movilización de las articulaciones. Se ha centrado el análisis de la flexibilidad en el tronco por la frecuente aparición de dolor en la zona baja de la espalda con la edad, que hace que se disminuya el rango de movilidad en la zona de la columna lumbar y la cadera (Jackson et al., 1999; Zhang, Clowers, Wortley, & Krusenklous, 2006). La falta de elasticidad en esta región va en detrimento de la capacidad funcional, impidiendo la correcta ejecución de IADL (Kell et al., 2001) tan sencillas como alcanzar el teléfono, inclinarse para coger un cojín, o alcanzar el mando de la televisión sentado en el sofá. Se utilizaron los test de flexibilidad que aconseja la batería de análisis de la condición física Eurofit para adultos (Oja & Tuxworth, 1995): test de flexibilidad profunda de tronco y test de flexibilidad lateral de tronco.

- ⊗ **Variables que mide:** con este test se pretende medir las siguientes variables:

- ★ Flexibilidad profunda de tronco (FlexP): rango de movimiento de la columna vertebral en una flexión hacia delante de tronco en posición de sentado y con las piernas estiradas.
- ★ Flexibilidad lateral de tronco (FlexL): rango de movimiento de la columna vertebral en una flexión lateral de tronco en posición de pie.

⊛ **Criterios de interpretación:** la diferencia positiva entre la medición inicial y la final de cada variable (FlexP, FlexL) significará que se ha mejorado la flexibilidad en las zonas especificadas. Los valores obtenidos en el análisis de ambas variables serán dados en centímetros (cm) como indica el Sistema Internacional de Medida, ya que se trata de analizar el recorrido de un movimiento articular.

⊛ **Instrumentación:**

- ★ Para el test FlexP se han utilizado:
 - *Cajón de 35×45×32cm* (figura 21).
 - *Cinta métrica Harpenden Anthropometric Tape (Holtain LTD)*, flexible, no elástica, con un espacio sin graduar antes del cero, escala en cm y de fácil lectura (figura 22).

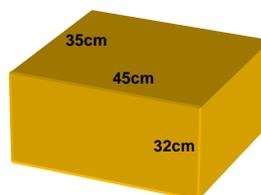


Figura 21.
Cajón 35x45x32



Figura 22.
Cinta métrica

- ★ Para el test de FlexL, ha sido necesario utilizar:
 - *Cinta métrica Harpenden Anthropometric Tape (Holtain LTD)* (figura 22).

⊛ **Procedimiento:**

- ★ *Calentamiento:* 5 minutos en cicloergómetro Monark Ergomedic 828E a 25 wats (figura 10) y 1x8 repeticiones de cada ejercicio en posición prona y supina sin carga en el Vasa Trainer (figura 9).

- ★ *Flexibilidad profunda de tronco (FlexP)*: este ejercicio implica la columna lumbar, la cadera y las piernas. Se parte de posición sentado con cadera, espalda y cabeza apoyadas en la pared y piernas estiradas formando un ángulo de 90° con el tronco. Colocar el cajón apoyando los pies para que formen un ángulo de 90° con las piernas. Estirar los brazos en la horizontal con una mano encima de la otra y sin separar la espalda de la pared. Este es el punto de partida del movimiento. Flexionar el tronco hacia delante, y no las rodillas, con un movimiento suave y progresivo a la vez que se deslizan las manos sobre la cinta métrica hasta donde se pueda. Mantener esta posición durante dos segundos para realizar la medición (figura 23). El test se repite dos veces y se toma el valor mayor. Este test ha sido validado y aplicado en otros estudios con personas mayores (Boreham, McMullen, Cran, & Wallace, 1997; Heyneman & Premo, 1992).



Figura 23. Ejecución del test FlexP.

- ★ *Flexibilidad lateral de tronco (FlexL)*: muestra la flexibilidad lateral del tronco a nivel lumbar. Se parte de posición de pie con espalda y glúteos pegados a la pared y pies algo separados de ésta y a la anchura de las caderas. Los brazos quedan apoyados en la parte lateral de las piernas y el dedo corazón marca la posición de partida del test. Inclinar el tronco hacia un lado sin separar espalda y cabeza de la pared hasta donde se pueda. Mantener dos segundos la posición para anotar el recorrido alcanzado. Repetir el mismo proceso hacia el otro lado (figura 24). Hacer dos repeticiones a cada lado para tomar el valor

mayor. Este test ha sido validado por varios autores (Suni, Miilunpalo et al., 1998; Suni et al., 1996).



Figura 24. Ejecución del test FlexL.

6. Estado de salud percibido.

✪ **Descripción:** como medida complementaria a la evaluación de la condición física-salud, y debido al deterioro predominantemente físico que experimentan las mujeres durante el periodo menopáusico y postmenopáusico, del que se ha hablado en la introducción del presente estudio, se consideró interesante evaluar el estado de salud físico y mental de las mujeres de nuestra muestra tras un año de ejercicio en el medio acuático. De esta manera se busca conocer cuál es su estado de salud físico y mental en la etapa postmenopáusica y si los programas de ejercicio en el medio acuático aplicados tienen algún efecto sobre éste. Se eligió el SF-12 ya que es un instrumento sencillo, rápido y cómodo de utilizar, que está teniendo mucha aceptación en los estudios relacionados con la salud en personas de mediana edad y mayores (Hurst, Ruta, & Kind, 1998).

✪ **Variables que mide:**

★ *Estado de salud físico (SF12_Físico):* puntuación que mide el estado de salud físico.

★ *Estado de salud mental (SF12_Mental):* puntuación que mide el estado de salud mental.

✪ **Criterios de interpretación:** se evaluará el nivel de salud físico y mental en el que se encuentran las mujeres de la presente muestra, teniendo en cuenta que las puntuaciones del SF-12 tienen un rango

de 10=estado de salud patológico a 70=estado de salud sin patología (Osman et al., 2000). Adicionalmente se indicará si esta puntuación se ve modificada al finalizar la aplicación de ambos programas de ejercicio en el medio acuático, mejorando o empeorando el estado de salud de la muestra. Para dicho fin, se llevará a cabo una escala cualitativa nominal (si/no).

- ✪ **Instrumentación:** para llevar a cabo esta medición se utilizó el cuestionario SF-12 (anexo 3) como versión reducida del SF-36, por la pérdida de tiempo que en algunos contextos lleva la cumplimentación de este último. Ambos cuestionarios valoran los estados tanto positivos como negativos de la salud a través de 12 y 36 ítems respectivamente que posteriormente se agrupan en dos: sumario físico (PCS-12) y sumario mental (MCS-12). El procedimiento llevado a cabo para esta agrupación se realizó mediante el SPSS y se explica en el anexo 4. La fiabilidad del SF-12 ha sido demostrada en varios artículos (Hurst et al., 1998; Jekinson et al., 1997; Pickard, Johnson, Penn, Lau, & Noseworthy, 1999).
- ✪ **Procedimiento:** el cuestionario se cumplimentaba el último día de las pruebas en forma de entrevista, de la que se ocupaba el evaluador responsable. Se decidió este procedimiento dado que otras investigaciones han encontrado problemas de interpretación a la hora de cumplimentar el cuestionario (Iglesias, Birks, & Torgerson, 2001).

7. Determinación de la composición corporal:

- ✪ **Descripción:** el cuerpo se compone de masa magra (músculo esquelético, órganos, huesos y tejido conectivo) y masa grasa (grasa subcutánea y grasa visceral). En relación con la salud, es la masa grasa la que determina el grado de obesidad de una persona y por tanto, si su estado es saludable o no. Se define obesidad en hombres cuando su % graso $\geq 25\%$, y en mujeres cuando su % graso $\geq 30\%$ (Jackson et al., 1999). Existen varios métodos para medir la composición corporal. Para este estudio se han seleccionado los dos más utilizados en la actualidad: el Índice de Masa Corporal y la Impedancia Bioeléctrica. El primero de ellos estima el grado de obesidad de una persona con sus valores de peso y estatura. Sin

embargo el segundo método es una técnica más novedosa que estima la cantidad de masa grasa mediante el tiempo que tarda en recorrer el cuerpo una corriente eléctrica muy pequeña.

✧ **Variables que mide:**

- ★ *Índice de masa corporal (IMC ó BMI):* índice que estima la obesidad dividiendo el peso en Kilogramos entre la altura al cuadrado en metros: $IMC = Kg/m^2$.
- ★ *Porcentaje de grasa (Pgraso):* se conoce como la cantidad de masa grasa corporal medida en %.

✧ **Criterios de interpretación:** la diferencia positiva entre la medición inicial y la final de ambas variables (IMC, %graso) significará que se ha reducido tanto el grado de obesidad como la cantidad de masa grasa corporal de la muestra. El IMC se valorará en kilogramos/metro² (kg/m²); y el %graso, en tanto por ciento (%).

✧ **Instrumentación:**

- ★ Para hallar el IMC se utilizó una *báscula médica electrónica SECA 780 con tallímetro*, que da valores de peso en Kg y altura en cm (figura 25).
- ★ Para hallar el % graso, se utilizó un analizador de composición corporal “leg to leg” por impedancia bio-eléctrica *TANITA TBF-300*, que estima el % graso debido a la resistencia que ejerce el paso de una corriente eléctrica pequeña por el cuerpo (150-900 ohms), en este caso, de pierna a pierna (figura 26). Tiene un margen de graduación de 0,1% y 0,2 Kg.



Figura 25.
Báscula SECA 780



Figura 26.
TANITA TBF-300

✧ **Procedimiento:**

- ★ *IMC:* las mujeres se situaban de pie, descalzas, con camiseta y pantalón encima de la plataforma de la báscula SECA y de espaldas al medidor de altura. Siempre el mismo examinador

tomaba nota del peso y procedía a la medición de la altura de las participantes. Este procedimiento ha sido validado en otros test (Di Pietro, Kohl, Barlow, & Blair, 1998; Hartard et al., 1996).

- ★ *Pgraso*: con la misma indumentaria y descalzas, las participantes se sitúan encima de la plataforma del Tanita, y el mismo examinador procede al manejo del instrumento. Era necesario introducir los datos de peso obtenidos con la báscula SECA, edad, género y características: atleta ó standard, para lo cual siempre se seleccionaba *mujer standard*. Este procedimiento ha sido validado en otros test (Newman et al., 2003; Nindl et al., 2000).

8. Medida de otras variables:

■ **Riesgo de fractura de cadera:**

- ⊕ **Descripción:** las mujeres que componen nuestra muestra se caracterizan por tener un riesgo moderado de fractura de cadera, fracturas que están asociadas a un elevado riesgo de morbilidad (Boonen et al., 2004; Fox, Chan, Thamer, & Melton, 1997; Miller, 1978; Woolf & Pflieger, 2003) y mortalidad sobre todo en poblaciones de entre 65 y 70 años (Moran, Wenn, Sikand, & Taylor, 2005; Todd et al., 1995; White, Fisher, & Laurin, 1987). El riesgo de fractura de cadera se ha medido en la zona del calcáneo ya que es la localización más utilizada para la exploración con los densitómetros por ultrasonido (QUS) debido a que se compone en un 95% de hueso trabecular, lo cual unido a un alto ratio superficie-volumen hace que tenga 8 veces el valor de la pérdida metabólica del hueso cortical; por otro lado, se trata de un hueso plano y simétrico de fácil acceso y que permite la localización precisa y exacta del transductor en medidas repetidas. Se relaciona con la fractura de cadera por la elevada correlación que varios estudios han detectado entre ambos (Bouxsein, Coan, & Lee, 1999; Hans, Hartl, & Krieg, 2003; Larijani et al., 2004; Stewart, Kumar, & Reid, 2006). Se eligió un densitómetro QUS porque estudios demuestran que es más fiable a la hora de medir el riesgo de fractura de cadera que los DXA (rayos X) (Stewart et al., 2006).

- ⊛ **Variables que mide:** con esta prueba se pretende medir:
 - ★ *Riesgo de fractura de cadera (RFC):* valor medido por QUS que indica el grado de riesgo de fractura de cadera.
- ⊛ **Criterios de interpretación:** lejos de confundir estos valores de referencia con los que indica la OMS (WHO, 1994, 2003; Woolf & Pflieger, 2003) para determinar la DMO (normal >-1, baja <-2,5 g/cm²), y siguiendo otros estudios similares al nuestro en los que se ha utilizado el mismo densitómetro (Hans et al., 2003), se considerará riesgo de fractura de cadera bajo cuando T-score esté por encima de -1,2 y riesgo alto de fractura de cadera cuando T-score sea menor que -2,5. Las variaciones que experimente esta variable a lo largo del estudio se indicarán en porcentaje (%).
- ⊛ **Instrumentación:** para llevar a cabo este test se utilizó el densitómetro *Aquiles Express 2000 (General Electric, Lunar Corporation)*, que utiliza para la medición la técnica en agua, consistente en el llenado a base de agua a 37° de dos membranas situadas a ambos lados de la región a medir, donde se encuentran los transductores que harán pasar el ultrasonido (figuras 27 y 28). El ultrasonido es una onda mecánica acústica que transmite frecuencias no audibles por el ser humano en rangos que superan los 20 Khz y que permite apreciar propiedades mecánicas del hueso como la atenuación (BUA) y la velocidad con que el sonido atraviesa el hueso (SOS), a partir de las cuales se halla el índice de rigidez del hueso o stiffness (SI), parámetro que refleja el riesgo de fractura (Larijani et al., 2004), utilizando la siguiente fórmula (Njeh & Blake, 1999).

$$SI = 0,67 \times BUA + 0,28 \times SOS - 420$$

A partir del SI se obtienen dos valores frecuentemente utilizados en los estudios:

- ★ Z-Score, es el número de desviaciones estándar que se aleja el valor SI tomado del sujeto de un valor medio para una persona sana de su edad, sexo y raza (Woolf & Pflieger, 2003).

- ★ T-Score es el número de desviaciones estándar que se aleja el valor SI tomado del sujeto de un valor medio para una persona sana y joven de su misma raza y sexo (Woolf & Pflieger, 2003).

T-score es el valor que se utiliza para determinar el riesgo de fractura de cadera y su posible relación con una DMO disminuida.



Figura 27.

Aquiles Express 2000



Figura 28.

Aquiles Express 2000

- ⊛ **Procedimiento:** previamente a la realización del test y con la ayuda del phantoma, se procede a la calibración del densitómetro. Se introducen los datos de la participante en el ordenador, incluida la edad, y se procede a la realización de la densitometría. La participante se sitúa sentada en una silla con el pie derecho descubierto e introduce el talón en la ranura del densitómetro, donde las membranas que se encuentran en los laterales se ajustarán al talón y dejarán pasar los ultrasonidos gracias a un gel conductor. Tras un tiempo aproximado de 60 segundos, el instrumento da los resultados de la prueba. Los datos quedan guardados directamente en el ordenador para ser analizados posteriormente. Este test ha sido validado en otros estudios (Bouxsein et al., 1999; Heinonen et al., 1999).

■ Cambios en los hábitos de actividad física:

- ⊛ **Descripción:** una de las variables que puede actuar junto con la independiente enmascarando o reforzando sus efectos como variable contaminante es la actividad física adicional que realizan diariamente las participantes del estudio. La finalidad de este test es analizar si los hábitos de actividad física se ven modificados respecto a la situación inicial para demostrar, en su caso, si

existe o no influencia sobre los efectos de la variable independiente.

- ⊛ **Variables que mide:** con este test se pretende medir:
 - ★ *Cambios en los Hábitos de Actividad Física (CHAF):* actividad física que realizan las participantes habitualmente, diferente a la programada en el estudio.

- ⊛ **Criterios de interpretación:** se evaluará si existe alguna variación en la frecuencia o el tiempo dedicado a realizar actividades físicas vigorosas, moderadas o a caminar, por su posible influencia en la mejora de los resultados. Se llevará a cabo una escala cualitativa nominal (si/no) para determinar si la CHAF ha variado durante el estudio.

- ⊛ **Instrumentación:** los datos de este test se obtuvieron mediante el *Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ* (anexo 5), en su versión “semanal”, cuya validez ha sido demostrada a nivel internacional por su aplicación en varios estudios (Montoye, Kemper, Saris, & Washburn, 1996). Está compuesto por 7 preguntas que analizan los días y la duración de actividades físicas vigorosas, moderadas, caminata y sedestación realizadas por las participantes en la última semana.

- ⊛ **Procedimiento:** este cuestionario era cumplimentado de forma individual y presencial por las participantes el último día de las pruebas bajo la supervisión del evaluador encargado.

- **Cambios en los hábitos alimentarios:**
 - ⊛ **Descripción:** la modificación de los hábitos alimentarios durante el estudio puede influir, como variable contaminante, en los efectos de las variables independientes sobre la composición corporal. Se trata de controlar los hábitos alimentarios de la muestra, analizando si se ven modificados o no durante la aplicación del estudio.

 - ⊛ **Variables que mide:** con este cuestionario se pretende medir la variable:

- ★ *Cambios en los hábitos alimentarios (CHA)*: variación de las costumbres alimentarias de las participantes durante el estudio.

- ⊛ ***Criterios de interpretación***: en el caso de que se produzca un aumento en la ingesta calórica total en la evaluación final respecto a la inicial, se indicará su posible relación con otras variables. Se llevará a cabo una escala cualitativa nominal (si/no) para determinar si CHA ha variado durante el estudio.

- ⊛ ***Instrumentación***: su control se llevó a cabo utilizando el cuestionario nutricional que incluye un programa especialmente diseñado para el análisis nutricional denominado *MediSystem 2000* (Sanocare Human Systems L.S., Madrid, Spain) (anexo 6), compuesto por 131 ítems organizados en 9 grupos de alimentos: bebidas, carnes, dulces, frutas, licores, lácteos, pescados, verduras y otros, contruidos a partir de diversas bases de datos de alimentos. Este software ha sido utilizado en estudios epidemiológicos sobre nutrición (Schröder, Marrugat, Vila, Covas, & Elosua, 2004).

- ⊛ ***Procedimiento***: el cuestionario nutricional se entregaba a las participantes el primer día de pruebas y debían cumplimentarlo durante una semana.

Tabla 10. Compilación de los test realizados e instrumentos de medida.

TESTS	BREVE DESCRIPCION	UNIDAD/ ESCALA	INSTRUMENTO
FMPp	Máxima fuerza biocinética del tren superior. Posición prona.	Newtos (N)	Biometer Swim Bench (Fahnmann)
FPMs	Máxima fuerza biocinética del tren superior. Posición supina	Newtos (N)	Biometer Swim Bench (Fahnmann)
FR	Fuerza biocinética submáxima tren superior durante 30 segundos. Posición prona	Newtos (N)	Biometer Swim Bench (Fahnmann)
FIMI	Fuerza isométrica máxima lumbar	Newtons (N)	Dinamómetro Isométrico T.K.K. 5402 (Takei Scientific Instruments CO.LTD.)
FIMp	Fuerza isométrica máxima de piernas	Newtons (N)	Dinamómetro Isométrico T.K.K. 5402 (Takei Scientific Instruments CO.LTD.)
CS	Altura alcanzada en un CMJ	Centímetros (cm)	Ergo-Jump Bosco System
FlexP	Flexión profunda de tronco desde posición sentado.	Centímetros (cm)	Cinta métrica Harpenden Anthropometric Tape (Holtain LTD) Cajón de 35×45×32cm
FlexL	Flexión lateral de tronco desde posición de pie	Centímetros (cm)	Cinta métrica Harpenden Anthropometric Tape (Holtain LTD)
VO ₂ max e IF	Ejercicio aeróbico de intensidad media realizado mediante caminata	Mililitros/Kilogramo/minuto (ml/Kg/min)	Pulsómetros POLAR S810 Cronómetros Geonaute MTD900
IMC	Indice de masa corporal	Kg/cm ²	Báscula SECA 780
%graso	Talla del sujeto	%	TANITA TBF-300
SF12_Físico y SF12_Mental	Estado de salud físico y mental	Puntuación	Cuestionario SF-12
RFC	Variación del riesgo fractura cadera	%	Aquiles Express 2000 (G.E, Lunar Corporation)
CHAF	Cambios en los hábitos de actividad física	Puntuación	Cuestionario IPAQ
CHA	Cambios en los hábitos alimentarios	Puntuación	Cuestionario Nutricional del Medisystem 2000 (Sanocare H.S, L.S.)

4.3.4 Variables Independientes.

1. **Programa de Natación (PN):** consistió en un programa de actividad física en piscina profunda basado fundamentalmente en ejercicios propios de la natación. La mayor parte de las actividades se realizaban en posición horizontal, prona o supina, y sin apoyo de los pies en el suelo. El PN fue llevado a cabo por dos grupos, uno a las 09:45h y otro a las 17:45h, dos días en semana (lunes y miércoles). Éstos formaban el denominado *Grupo de Natación (GN)*.

✪ **Descripción de las sesiones:** el GN recibía dos sesiones a la semana de 45 minutos cada una. Cada sesión se componía de:

★ *Calentamiento (10 minutos):* se realizaban 5 minutos de calentamiento en seco, basado fundamentalmente en ejercicios de movilidad articular y estiramientos globales; y 5 minutos de calentamiento en el agua, basado en nado libre a crol, espalda y braza a ritmo lento (150-300m).

★ *Parte principal (30 minutos):* puesta en práctica de la sesión de natación a una intensidad que oscilaba entre moderada y moderada-alta de acuerdo con la Escala de Borg (12-13, 14-15 respectivamente), como se ha realizado en otros estudios (Ay & Yurtkuran, 2005). Se detallan algunos ejemplos de las sesiones realizadas junto con la programación temporal en la tabla 11.

★ *Vuelta a la calma (5 minutos):* estiramientos activos suaves para la relajación muscular en piscina poco profunda, siguiendo las indicaciones del ACSM para la práctica de ejercicio saludable (Ashe & Khan, 2004).

✪ **Material:** el material utilizado para este programa fue:

★ *Material de flotación:* tablas, pull-boys, churros y cinturones de flotación (figura 29). Utilizado en las fases iniciales, para el trabajo y perfeccionamiento de la técnica, y para ayudar a la ejecución correcta de ejercicios más complejos, o como material auxiliar ante la presencia de dolor articular.



Figura 29. Material de flotación.

- ★ *Material de resistencia adicional para PN: palas, manoplas y aletas* (figura 30). Para aumentar la carga de trabajo en brazos y piernas, fortalecer la musculatura, y aumentar el ritmo cardiaco en estadios más avanzados del entrenamiento.



Figura 30. Material de resistencia adicional para PN.

- ⊛ **Programación temporal del PN:** la selección de los ejercicios se hizo con la intención de desarrollar en primer lugar, la resistencia cardiorrespiratoria y en segundo lugar, la resistencia muscular. La programación temporal del entrenamiento se detalla en la tabla 11.

2. Programa de Impacto con Resistencias adicionales (PIR): es un programa de actividad física que se llevó a cabo en piscina poco profunda. La mayor parte de los ejercicios se realizaron en posición erecta, con apoyo o impulso de los pies en el suelo, y con el nivel del agua entre el ombligo y la axila. Se basó fundamentalmente en actividades como: acuaeróbic, step, juegos (carreras, lanzamientos, multisaltos, etc.), bailes, circuitos de musculación. El PIR fue llevado a cabo por dos grupos, uno a las 09:45h y otro a las 17:45h, dos días en semana (martes y jueves). Éstos formaban el denominado *Grupo de Impacto y Resistencias (GIR)*.

- ⊛ **Descripción de las sesiones:** el GIR recibía dos sesiones a la semana de 45 minutos cada una. Cada sesión se componía de:
 - ★ *Calentamiento (10 minutos):* basado fundamentalmente en actividades lúdicas de movilidad articular y activación del sistema

cardiovascular en piscina poco profunda y, ocasionalmente, actividades de natación o juegos en piscina profunda.

- ★ *Parte principal (30 minutos)*: puesta en práctica de la sesión de impacto y resistencias a una intensidad que oscilaba entre moderada y moderada-alta de acuerdo con la Escala de Borg (12-13, 14-15 respectivamente), como se ha realizado en otros estudios (Ay & Yurtkuran, 2005). Se detallan algunos ejemplos de las sesiones realizadas junto con la programación temporal en la tabla 12.
- ★ *Vuelta a la calma (5 minutos)*: estiramientos activos suaves para la relajación muscular en piscina poco profunda siguiendo las indicaciones del ACSM para la práctica de ejercicio saludable (Ashe & Khan, 2004).

⊗ **Material**: el material utilizado para este programa fue:

- ★ *Material de resistencia adicional no lastrado para PIR*: (figura 31)
 - *Minifins*: “aletas” para las muñecas.
 - *Hidroboots*: “aletas” para los tobillos.
 - *Acuafitness*: mancuernas que ejercen más resistencia debido a pequeñas hendiduras.



Figura 31. Material de resistencia adicional no lastrado para PIR.

- ★ *Material de resistencia adicional lastrado para PIR*: (figura 32)
 - *Mancuernas acuáticas*: mancuernas que flotan y pueden rellenarse con hasta 1,5 litros de agua.
 - *Remos*: remos lastrados de 1Kg para trabajo del tren superior.

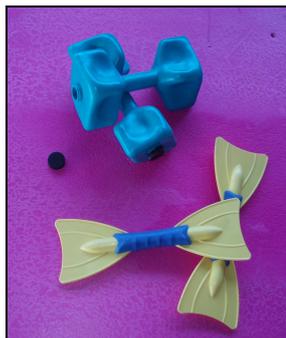


Figura 32. Material de resistencia adicional lastrado para PIR.

- ★ *Otros materiales para PIR:* en ocasiones también se utilizaron pull-boys, churros, palas, aletas, pelotas, aros o picas con finalidad lúdica (figura 33).



Figura 33. Otros materiales para PIR.

- ✪ **Programación temporal del PIR:** La selección de los ejercicios se hizo con la intención de desarrollar principalmente la resistencia muscular y, en segundo lugar, la resistencia cardiorrespiratoria. La programación temporal del entrenamiento se describe en la tabla 12.
3. **Sin Tratamiento (ST):** pertenece al denominado *Grupo Control (GC)*, que es el grupo de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas que no estaba incluido en ninguno de los programas de actividad física en el medio acuático anteriormente descritos, pero seguían realizando su actividad física adicional habitual.

Tabla 11. Programación temporal del PN.

MESES	CAPACIDAD	DESARROLLO
Enero	Resistencia Muscular General	Tonificación sin material de resistencia adicional. Bajo componente aeróbico: técnica, remo, waterpolo. Uso de material de flotación
<i>Ejemplo parte principal:</i> 50m patada de braza con tabla, 50m brazos de braza, 50m coordinación nado completo. Tumbadas supino: remo hacia atrás y hacia adelante con pull boy; agrupadas con rodillas al pecho, desplazarse hacia atrás y hacia adelante, girar sobre sí mismas, probar diferentes zonas donde hacer el remo (más abierto, más cerrado, más abajo, etc). En estático, mantenerse en el sitio con remo de brazos en posición vertical, horizontal y agrupadas. Partido de waterpolo.		
Febrero-Abril	Resistencia aeróbica	Aumenta el componente aeróbico: técnica y más distancia de nado. Uso predominante de material de flotación e introducción de material de resistencia adicional.
<i>Ejemplo parte principal:</i> 50m patada de crol y 50m patada de espalda con tabla. 100m patada de crol y un brazo con tabla, alternando brazos cada 25m. 100m patada de espalda y un brazo con tabla, alternando brazos cada 25m. 50m patada de crol y brazos alternativos con tabla, cambiando la respiración de lado. 50m espalda completo.		
Mayo y Junio	Resistencia a la fuerza	Continúa el componente aeróbico añadiendo el uso de material de resistencia adicional.
<i>Ejemplo parte principal:</i> 50m patada espalda y 50m patada braza suave con tabla. 2x(25m espalda progresivo+25m braza suave). Con palas: 50m patada espalda y brazos alternativos (alternando cada 25m) con tabla, 50m braza completo. 1x (25m espalda prog+25m braza suave). 50-100m relajado al estilo preferido.		
JULIO Y AGOSTO VACACIONES		
Septiembre	Resistencia aeróbica	Retomar la técnica y aumentar la distancia de nado. Uso de material de flotación.
<i>Ejemplo parte principal:</i> 50m patada crol, 50m patada espalda con tabla. 50m patada de crol y un brazo (cambiando cada 25m), 50m patada de espalda y un brazo (cambiando cada 25m) con tabla. Juego: 25m crol por parejas, una hace brazos de crol y la otra la agarra de las piernas y hace patada de crol. 25m espalda por parejas (idem). 50m nado relajado (25m crol y 25m espalda).		
Octubre	Resistencia a la fuerza	Continúa el trabajo aeróbico añadiendo material de resistencia adicional.
<i>Ejemplo parte principal:</i> 50m crol (25m suave, 25m respirando cada 3 brazadas); 50m espalda (25m rápido, 25m lento); 50m braza (25m rápido, 25m lento); 50m crol (25m suave, 25m respirando cada 4 brazadas). Con aletas: 2x (50mcrol respirando cada 3 brazadas, 50m espalda suave).		
Noviembre y Diciembre	Resistencia anaeróbica	Introducción de series, cambios de ritmo. Uso de ambos materiales.
<i>Ejemplo parte principal:</i> con palas: 2x (50m crol rápido+25m espalda lento). 2' descanso. 1x (25m brazos crol rápido+25m lento) con pull boy. Repetir todo a espalda. Con aletas: 50m patada crol (25 rápido, 25 lento), 50m espalda completo suave. 50m patada espalda (25 rápido, 25 lento), 50m crol completo suave. 50-100m relajado al estilo preferido.		

Tabla 12. Programación temporal del PIR.

MESES	CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN
Enero	Resistencia muscular general	Tonificación muscular sin material de resistencia adicional y bajo contenido aeróbico. <i>Ejemplo parte principal:</i> coreografía sencilla de acu aeróbic a ritmo lento.
Febrero y Marzo	Desarrollo de la fuerza	Tonificación muscular con material de resistencia adicional. <i>Ejemplo parte principal:</i> juegos con hidroboots: pillar. Por parejas: una arrastra a otra en flotación. Por tríos: el péndulo, dos arrastran y una se resiste; idem, pero las dos empujan en lugar de arrastrar. Gran grupo: el látigo.
Abril-Junio	Resistencia muscular específica	Tonificación muscular y aumento del contenido aeróbico. Uso de material de resistencia adicional. <i>Ejemplo parte principal:</i> coreografía de step con remos lastrados a ritmo rápido.
JULIO Y AGOSTO VACACIONES		
Septiembre	Resistencia muscular general	Retomar la tonificación muscular adquirida y activación cardiovascular. Sin material adicional. <i>Ejemplo parte principal:</i> coreografía de capoeira. Incluye gingas, patadas frontal y lateral, esquivas frontal y lateral y giros.
Octubre	Desarrollo de la fuerza	Aumento de la tonificación muscular con material de resistencia adicional. <i>Ejemplo parte principal:</i> acuagim con minifins. Consiste en un circuito de musculación en forma de coreografía en el que continuamente se está danzando al ritmo de la música. Incluye los siguientes ejercicios: dorsal: tronco semiflexionado y brazos de delante a atrás; pectoral y hombros: tronco semiflexionado, abro y cierra brazos bajo el pecho y cruzándolos abajo; bíceps y tríceps con el agua a la altura de los hombros; rotadores hombro: codos pegados a la cintura y semiflexionados abro y cierra moviendo solo antebrazo. 3x15 repeticiones.
Noviembre y Diciembre	Resistencia muscular específica	Tonificación muscular y desarrollo de la capacidad aeróbica con material de resistencia adicional: aeróbico, step, danzas adaptadas. <i>Ejemplo parte principal:</i> coreografía de batuka con mancuernas acuáticas llenas de agua. Ritmo rápido.

4.4 Análisis estadístico de los datos.

Para llevar a cabo el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows, lo que permitió la realización de diversos análisis de los mismos:

✪ **Análisis descriptivo:** el análisis descriptivo de las variables dependientes se expresará, en el caso de las *cuantitativas*, como media, desviación típica y rango. Para su estimación se utilizará el error estándar de la media. Para las *cualitativas*, se empleará el % y el error estándar del %. Se aplicará la prueba de normalidad de la muestra para distintas variables estudiadas (Kolmogorov-Smirnov).

✪ **Análisis bivalente:**

- ★ Para analizar los cambios significativos de cada variable en cada grupo se utilizará la prueba de la t para muestras relacionadas.
- ★ Para comparar grupos en bloque (conjunto) en los que se está estudiando una *variable cuantitativa*, se utilizará el análisis de la varianza. En el caso de encontrar diferencias significativas en la evaluación inicial, se utilizará el ANOVA de medidas repetidas. Si se encuentran diferencias significativas y, como indica la literatura (Pérez, 2005; SPSS, 2006), se aplicará la prueba de contraste post hoc de Bonferroni, asumiendo varianzas iguales (homocedasticidad); y la T2 de Tamhane, no asumiendo varianzas iguales.
- ★ Para relacionar las *variables cuantitativas* en los grupos de estudio se aplicará el coeficiente de correlación (r de Pearson) (Peña, 1997, 2001), con el fin de saber si existe correlación entre las variables cuantitativas recogidas en los distintos test. En el caso de encontrar una relación significativa se ensayará una función de regresión para conocer el cambio de una variable en función de otra u otras variables estudiadas.

✪ Todos los procedimientos se realizarán aplicando al menos un margen de error $p < 0,05$.

5

RESULTADOS

| RESULTADOS

5.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

En este apartado se van a exponer los estadísticos descriptivos de cada grupo. La prueba de normalidad (Z de Kolmogorov-Smirnov) indica que la distribución de la muestra es normal, con lo que pasaremos a utilizar métodos paramétricos. En primer lugar se detallarán los resultados del grupo de natación (GN), seguidamente los del grupo de impacto y resistencias (GIR) y finalmente los del grupo control (GC).

5.1.1 Grupo de natación.

En las tablas 13 y 14 se muestran los estadísticos descriptivos (media, desviación típica y rango) de las variables analizadas en las valoraciones inicial y final del GN.

Los datos de la evaluación final revelan aumentos en las variables relacionadas con la composición corporal (IMC y Pgraso), la fuerza biocinética del tren superior (FPMp, FPMs y FR) y la capacidad de salto (CS). A su vez, se encuentran pequeñas mejoras en el índice de fitness (IF) y la capacidad aeróbica máxima (VO₂max). Las variables relacionadas con la fuerza isométrica máxima (FIMI y FIMP) y la flexibilidad activa de tronco (FlexP, FlexLd y FlexLi) disminuyen. Por último, la puntuación del test de estado de salud físico (SF12_Físico) aumenta, mientras que la del estado de salud mental (SF12_Mental) disminuye.

Tabla 13. Estadísticos descriptivos. Evaluación inicial. GN.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
IMC_I (kg/m ²)	21	21,19	29,45	24,99	2,39
Pgraso_I (%)	21	21,50	39,50	33,07	4,85
FPMp_I (N)	21	26,00	63,00	45,19	9,28
FPMs_I (N)	21	30,00	55,00	41,67	7,40
FR_I (N)	21	17,00	37,00	27,43	4,53
CS_I (cm)	21	9,00	26,00	14,05	3,88
FIMI_I (N)	21	358,07	995,72	652,13	150,80
FIMP_I (N)	21	407,12	1265,49	802,08	212,83
IF_I	21	67,59	108,65	92,06	9,21
VO ₂ max_I (ml/kg/min)	21	18,99	32,91	26,20	3,31
FlexP_I (cm)	21	14,70	46,70	27,76	7,49
FlexLd_I (cm)	21	12,20	24,30	18,27	3,32
FlexLi_I (cm)	21	13,20	29,90	18,72	3,69
SF12_Fisico_I	21	36,14	57,05	51,38	6,16
SF12_Mental_I	21	41,43	62,32	52,15	5,01

IMC=índice de masa corporal, **Pgraso**=porcentaje grasa, **FPMp**=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, **FPMs**=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, **FR**=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, **CS**=capacidad de salto, **FIMI**=fuerza isométrica máxima lumbar, **FIMP**=fuerza isométrica máxima piernas, **IF**=índice de fitness, **VO₂max**=capacidad aeróbica máxima, **FlexP**=flexibilidad profunda de tronco, **FlexLd**=flexibilidad lateral derecha de tronco, **FlexLi**=flexibilidad lateral izquierda de tronco. **SF12_Físico**=estado de salud físico. **SF12_Mental**=estado de salud mental.

Tabla 14. Estadísticos descriptivos. Evaluación final. GN.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
IMC_F (kg/m2)	17	22,17	29,92	26,07	2,30
Pgraso_F (%)	17	28,20	39,50	34,46	3,19
FPMp_F (N)	17	40,00	65,00	50,29	7,96
FPMs_F (N)	17	28,00	65,00	44,76	8,44
FR_F (N)	17	25,00	38,00	31,47	3,97
CS_F (cm)	17	10,10	25,10	16,64	3,87
FIMI_F (N)	17	279,59	1049,67	591,20	192,40
FIMp_F (N)	17	230,54	1334,16	654,94	270,93
IF_F	17	55,24	110,23	92,36	13,46
VO2max_F (ml/kg/min)	17	17,07	33,53	26,31	4,28
FlexP_F (cm)	17	11,10	43,50	23,05	7,52
FlexLd_F (cm)	17	11,50	22,00	16,78	3,22
FlexLi_F (cm)	17	12,90	22,70	17,40	3,13
SF12_Físico_F	17	44,11	61,34	52,66	4,11
SF12_Mental_F	17	31,28	60,48	48,71	9,38

IMC=índice de masa corporal, **Pgraso**=porcentaje grasa, **FPMp**=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, **FPMs**=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, **FR**=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, **CS**=capacidad de salto, **FIMI**=fuerza isométrica máxima lumbar, **FIMp**=fuerza isométrica máxima piernas, **IF**=índice de fitness, **VO₂max**=capacidad aeróbica máxima, **FlexP**=flexibilidad profunda de tronco, **FlexLd**=flexibilidad lateral derecha de tronco, **FlexLi**=flexibilidad lateral izquierda de tronco. **SF12_Físico**=estado de salud físico. **SF12_Mental**=estado de salud mental.

5.1.2 Grupo de impacto y resistencias:

En las tablas 15 y 16 se muestran los estadísticos descriptivos (media, desviación típica y rango) de las variables analizadas en las evaluaciones inicial y final del GIR.

Los datos de la evaluación final revelan que existe una reducción en las variables antropométricas (IMC y Pgraso) y en las variables relacionadas con la fuerza isométrica máxima (FIMI y FIMp). Por otro lado, las variables de fuerza biocinética del tren superior FPMp y FR mejoran, mientras que la FPMs disminuye. A su vez, también mejora la capacidad de salto (CS), el índice de fitness (IF) y la capacidad aeróbica máxima (VO₂max), y la flexibilidad activa de tronco (FlexP, FlexLd y FlexLi). Las variables relacionadas con el estado de salud físico y mental (SF12_físico y SF12_mental) mejoran.

| RESULTADOS

Tabla 15. Estadísticos descriptivos. Evaluación inicial. GIR.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
IMC_I (kg/m ²)	21	21,21	47,23	26,56	5,56
Pgraso_I (%)	21	22,70	53,50	34,98	6,65
FPMp_I (N)	21	38,00	69,00	47,14	8,86
FPMs_I (N)	21	23,00	54,00	38,86	8,30
FR_I (N)	21	19,00	41,00	25,24	4,94
CS_I (cm)	21	3,00	23,00	11,86	4,28
FIMI_I (N)	21	259,97	779,90	568,05	102,51
FIMp_I (N)	21	367,88	848,57	661,47	105,41
IF_I	21	38,80	107,82	83,06	18,94
VO ₂ max_I (ml/kg/min)	21	10,90	30,98	24,28	5,59
FlexP_I (cm)	21	7,00	36,00	20,75	7,27
FlexLd_I (cm)	21	9,90	22,50	16,39	3,65
FlexLi_I (cm)	21	7,20	23,40	17,00	3,89
SF12_Fisico_I	21	33,53	57,37	48,43	7,86
SF12_Mental_I	21	23,15	61,87	46,91	9,56

IMC=índice de masa corporal, Pgraso=porcentaje graso, FPMp=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, FPMs=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, FR=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, CS=capacidad de salto, FIMI=fuerza isométrica máxima lumbar, FIMp=fuerza isométrica máxima piernas, IF=índice de fitness, VO₂max=capacidad aeróbica máxima, FlexP=flexibilidad profunda de tronco, FlexLd=flexibilidad lateral derecha de tronco, FlexLi=flexibilidad lateral izquierda de tronco. SF12_Fisico=estado de salud físico. SF12_Mental=estado de salud mental.

Tabla 16. Estadísticos descriptivos. Evaluación final. GIR.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
IMC_F (kg/m ²)	14	21,31	29,97	25,59	3,00
Pgraso_F (%)	14	22,90	41,50	32,55	6,06
FPMp_F (N)	14	36,00	67,00	48,29	9,23
FPMs_F (N)	14	18,00	62,00	36,29	12,27
FR_F (N)	14	18,00	38,00	26,64	5,88
CS_F (cm)	14	9,90	21,00	15,71	3,87
FIMI_F (N)	14	392,40	774,99	557,92	115,83
FIMp_F (N)	14	353,16	853,47	585,38	141,65
IF_F	14	54,87	104,17	89,95	11,80
VO ₂ max_F (ml/kg/min)	14	16,19	32,19	26,15	3,54
FlexP_F (cm)	14	3,50	35,70	21,28	9,21
FlexLd_F (cm)	14	9,40	21,30	16,56	3,54
FlexLi_F (cm)	14	8,90	22,90	17,34	3,73
SF12_Fisico_F	14	38,95	90,47	51,21	13,12
SF12_Mental_F	14	26,88	60,48	48,51	11,08

IMC=índice de masa corporal, Pgraso=porcentaje graso, FPMp=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, FPMs=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, FR=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, CS=capacidad de salto, FIMI=fuerza isométrica máxima lumbar, FIMp=fuerza isométrica máxima piernas, IF=índice de fitness, VO₂max=capacidad aeróbica máxima, FlexP=flexibilidad profunda de tronco, FlexLd=flexibilidad lateral derecha de tronco, FlexLi=flexibilidad lateral izquierda de tronco. SF12_Fisico=estado de salud físico. SF12_Mental=estado de salud mental.

5.1.3 Grupo control:

En las tablas 17 y 18 se muestran los estadísticos descriptivos (media, desviación típica y rango) de las variables analizadas en las evaluaciones inicial y final del GC.

Los datos de la evaluación final revelan que existe una reducción en las variables antropométricas (IMC y Pgraso). Por otro lado, existe un aumento en las variables de fuerza biocinética del tren superior (FPMp, FPMs y FR), en la capacidad de salto (CS), en el índice de fitness (IF) y la capacidad aeróbica máxima (VO₂max), y la flexibilidad activa de tronco (FlexP, FlexLd y FlexLi). En cuanto a las variables relacionadas con la fuerza isométrica máxima, se perciben mejoras en la FIMI y una pequeña reducción en la FImp. La puntuación del estado de salud físico (SF12_físico) disminuye mientras que la del estado de salud mental (SF12_mental) se mantiene.

Tabla 17. Estadísticos descriptivos. Evaluación inicial. GC.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
IMC_I (kg/m2)	17	22,46	44,29	27,20	5,50
Pgraso_I (%)	17	21,70	50,00	35,15	7,06
FPMp_I (N)	17	34,00	54,00	42,24	4,87
FPMs_I (N)	17	29,00	49,00	39,65	5,36
FR_I (N)	17	16,00	32,00	24,29	4,63
CS_I (cm)	17	4,00	17,00	10,88	3,84
FIMI_I (N)	17	358,07	750,47	534,93	105,66
FImp_I (N)	17	279,59	873,09	584,56	198,16
IF_I	17	46,37	110,47	78,56	19,05
VO2max_I (ml/kg/min)	17	13,68	32,59	22,80	5,27
FlexP_I (cm)	17	5,60	29,80	20,85	6,45
FlexLd_I (cm)	17	9,50	25,70	16,79	3,74
FlexLi_I (cm)	17	12,20	21,70	16,39	2,53
SF12_Fisico_I	17	30,39	57,76	47,65	9,14
SF12_Mental_I	17	26,85	57,07	43,40	10,13

IMC=índice de masa corporal, **Pgraso**=porcentaje graso, **FPMp**=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, **FPMs**=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, **FR**=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, **CS**=capacidad de salto, **FIMI**=fuerza isométrica máxima lumbar, **FImp**=fuerza isométrica máxima piernas, **IF**=índice de fitness, **VO₂max**=capacidad aeróbica máxima, **FlexP**=flexibilidad profunda de tronco, **FlexLd**=flexibilidad lateral derecha de tronco, **FlexLi**=flexibilidad lateral izquierda de tronco. **SF12_Físico**=estado de salud físico. **SF12_Mental**=estado de salud mental.

| RESULTADOS

Tabla 18. Estadísticos descriptivos. Evaluación final. GC.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
IMC_F (kg/m ²)	8	22,09	28,41	25,03	2,38
Pgraso_F (%)	8	21,00	39,20	31,24	5,61
FPMp_F (N)	8	40,00	49,00	46,50	3,38
FPMs_F (N)	8	35,00	49,00	43,25	4,77
FR_F (N)	8	21,00	31,00	26,13	3,83
CS_F (cm)	8	7,00	20,50	14,79	4,48
FIMI_F (N)	8	485,60	740,66	606,77	90,87
FIMP_F (N)	8	323,73	779,90	582,15	162,79
IF_F	8	61,23	97,54	86,29	11,47
VO ₂ max_F (ml/kg/min)	8	18,06	29,88	25,94	3,89
FlexP_F (cm)	8	11,00	34,00	22,04	8,23
FlexLd_F (cm)	8	12,10	22,00	18,14	3,04
FlexLi_F (cm)	8	14,30	20,10	17,25	2,00
SF12_Fisico_F	8	19,57	58,37	42,79	14,76
SF12_Mental_F	8	21,91	59,47	43,60	14,51

IMC=índice de masa corporal, **Pgraso**=porcentaje graso, **FPMp**=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, **FPMs**=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, **FR**=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, **CS**=capacidad de salto, **FIMI**=fuerza isométrica máxima lumbar, **FIMP**=fuerza isométrica máxima piernas, **IF**=índice de fitness, **VO₂max**=capacidad aeróbica máxima, **FlexP**=flexibilidad profunda de tronco, **FlexLd**=flexibilidad lateral derecha de tronco, **FlexLi**=flexibilidad lateral izquierda de tronco. **SF12_Fisico**=estado de salud físico. **SF12_Mental**=estado de salud mental.

5.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este apartado se van a exponer en primer lugar, las diferencias entre grupos en todas las variables analizadas. Debido a la existencia de diferencias significativas entre grupos en la evaluación inicial, paso a considerar con ayuda del análisis de medidas repetidas, las posibles diferencias entre el grupo de natación (GN), el grupo de impacto y resistencias adicionales (GIR) y el grupo control (GC) en cada una de las variables de estudio. En segundo lugar, se analizará la comparación entre la evaluación inicial y la final de cada variable en cada grupo, indicando los cambios significativos. Para ello se aplicará la prueba t para muestras relacionadas. Por último, se indicarán las correlaciones entre variables de cada grupo y las ecuaciones de regresión oportunas.

Los resultados se organizarán por grupos de variables, como se detalla en la metodología.

5.2.1 Fuerza biocinética del tren superior.

Las variables que componen la fuerza biocinética del tren superior son: fuerza pico máxima en posición prono (FPMp), fuerza pico máxima en posición supino (FPMs) y fuerza-resistencia (FR).

5.2.1.1 Comparación entre grupos.

La tabla 19 muestra que los distintos tratamientos no muestran diferencias estadísticas entre ellos en las variables FPMp, FPMs y FR.

| RESULTADOS

Tabla 19. Análisis de medidas repetidas de las diferencias de la evaluación inicial y final entre los tres grupos de tratamiento en las variables FPMp, FPMs y FR.

FPMp						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	45,19±9,28	17	50,29±7,96		
GIR	21	47,14±8,86	14	48,29±9,23	0,52	2
GC	17	42,24±4,87	8	46,50±3,38		

FPMs						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	41,67±7,40	17	44,76±8,44		
GIR	21	38,86±8,30	14	36,29±12,27	2,21	2
GC	17	39,65±5,36	8	43,25±4,77		

FR						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	27,43±4,53	17	31,47±3,97		
GIR	21	25,24±4,94	14	26,64±5,88	1,42	2
GC	17	24,29±4,63	8	26,13±3,83		

*La diferencia de medias es significativa a nivel de .05.

5.2.1.2 Comparación pretest-postest.

En la tabla 20 se aprecian diferencias significativas ($p < 0,01$) entre la valoración inicial y la final de la FR en GN. No se encuentran cambios significativos en GIR ni en GC (tablas 21 y 22).

Tabla 20. Comparación pretest-postest de la FR. GN.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error tip. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GN	FPMp_I (N) - FPMp_F (N)	-3,82	8,95	2,17	-8,42	,78	-1,762	16	,097
	FPMs_I (N) - FPMs_F (N)	-2,53	7,33	1,78	-6,30	1,24	-1,422	16	,174
	FR_I (N) - FR_F (N)	-3,41	4,35	1,05	-5,65	-1,18	-3,237	16	,005

Tabla 21. Comparación pretest-postest de la FR. GIR.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error tip. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GIR	FPMp_I (N) - FPMp_F (N)	-1,07	7,81	2,09	-5,58	3,44	-,513	13	,616
	FPMs_I (N) - FPMs_F (N)	3,21	9,14	2,44	-2,06	8,49	1,316	13	,211
	FR_I (N) - FR_F (N)	-1,07	3,15	,84	-2,89	,75	-1,273	13	,225

Tabla 22. Comparación pretest-postest de la FR. GN.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación tip.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GC	FPMp_I (N) - FPMp_F (N)	-1,63	4,60	1,63	-5,47	2,22	-1,000	7	,351
	FPMs_I (N) - FPMs_F (N)	-,13	4,12	1,46	-3,57	3,32	-,086	7	,934
	FR_I (N) - FR_F (N)	-1,50	4,81	1,70	-5,52	2,52	-,882	7	,407

La figura 34 muestra el análisis pre-post de la FR en GN, GIR y GC. En GN se observa un aumento significativo ($p < 0,01$) de 10,44%. En GIR y GC se observa un aumento no significativo 3,44% y 4,94% respectivamente.

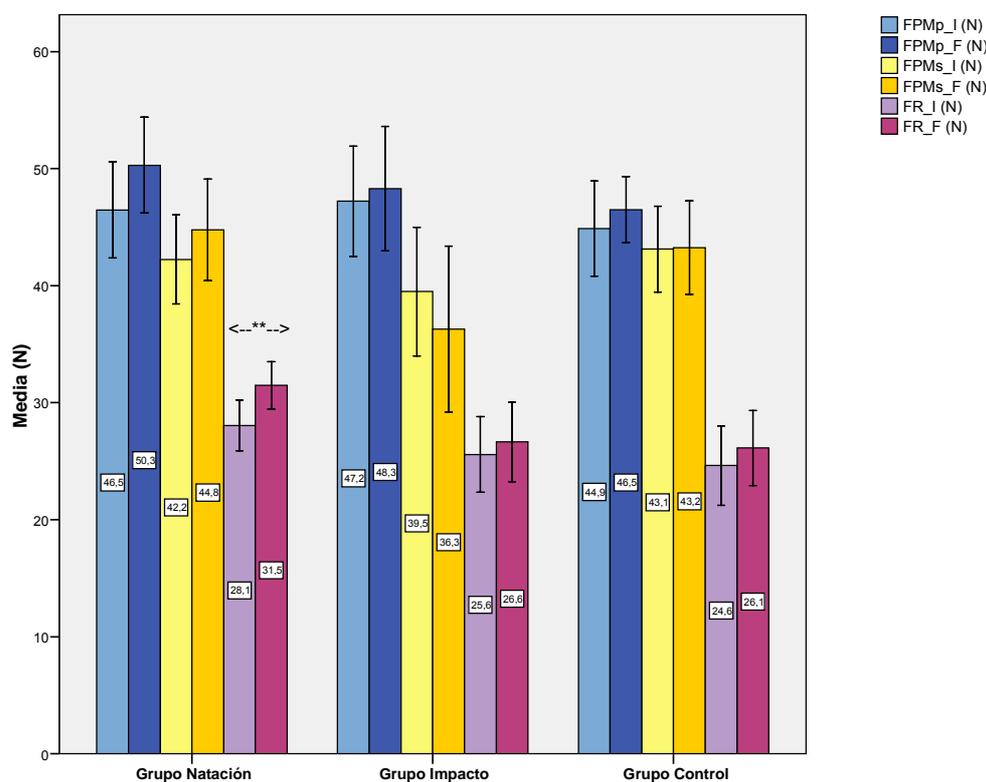


Figura 34. Análisis pretest-postest de la FR en GN, GIR y GC.

5.2.1.3 Correlación entre las variables de estudio.

☛ Toda la muestra.

La tabla 23 muestra las correlaciones de las tres variables de fuerza biocinética del tren superior con el resto de variables en la valoración final de toda la muestra. En ella se encuentra una correlación significativa positiva entre FPMp, FPMs, FR, FIMI, FIMP, FlexP y FlexLd (valores comprendidos entre $r=0,33$ y $r=0,72$). Entre FPMs, FR, CS, FIMI, FlexLd y FlexLi (valores comprendidos entre

| RESULTADOS

$r=0,36$ y $r=0,62$). Y entre FR, CS, FIMI, FIMp, FlexP, FlexLd y FlexLi (valores comprendidos entre $r=0,36$ y $r=0,48$).

Tabla 23. Correlaciones de la fuerza biocinética del tren superior con el resto de variables. Toda la muestra.

	FPMp_F (N)			FPMs_F (N)			FR_F (N)		
	Correlación de Pearson	Valor-p	N	Correlación de Pearson	Valor-p	N	Correlación de Pearson	Valor-p	N
FPMp_F (N)	1		39	,519**	,001	39	,723**	,000	39
FPMs_F (N)	,519**	,001	39	1		39	,616**	,000	39
FR_F (N)	,723**	,000	39	,616**	,000	39	1		39
CS_F (cm)	,314	,051	39	,363*	,023	39	,487**	,002	39
FIMI_F (N)	,482**	,002	39	,417**	,008	39	,403*	,011	39
FIMp_F (N)	,421**	,008	39	,286	,077	39	,418**	,008	39
VO2max_F (ml/kg/min)	,231	,157	39	,188	,253	39	,310	,055	39
FlexP_F (cm)	,326*	,043	39	,138	,403	39	,372*	,020	39
FlexLd_F (cm)	,388*	,015	39	,377*	,018	39	,460**	,003	39
FlexLi_F (cm)	,297	,066	39	,368*	,021	39	,365*	,022	39
SF12_Fisico_F	,086	,605	39	-,055	,739	39	,170	,301	39
SF12_Mental_F	,138	,401	39	,019	,907	39	,139	,398	39

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

IMC=índice de masa corporal, Pgraso=porcentaje graso, FPMp=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, FPMs=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, FR=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, CS=capacidad de salto, FIMI=fuerza isométrica máxima lumbar, FIMp=fuerza isométrica máxima piernas, IF=índice de fitness, VO₂max=capacidad aeróbica máxima, FlexP=flexibilidad profunda de tronco, FlexLd=flexibilidad lateral derecha de tronco, FlexLi=flexibilidad lateral izquierda de tronco. SF12_Fisico=estado de salud físico. SF12_Mental=estado de salud mental.

★ Ecuación de regresión FPMp – FR. Toda la muestra.

La tabla 24 y la figura 35 indican que al final del estudio, en toda la muestra existe una probabilidad del 97% de que para una FPMP de 48,79N, el 51% de los casos tengan una FR de 28,64N.

Tabla 24. Ecuación de regresión FIMI-FIMp. GN.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	,723	,523	,510	3,675

a Variables predictoras: (Constante), FPMp_F (N)

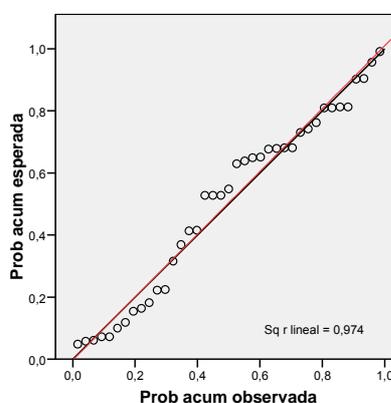


Figura 35. Gráfico normal de regresión FPMp-FR. Toda la muestra.

5.2.2 Capacidad de salto (CS).

5.2.2.1 Comparación entre grupos.

La tabla 25 muestra que los distintos tratamientos no muestran diferencias estadísticas entre ellos en la variable CS.

Tabla 25. Análisis de medidas repetidas de las diferencias de la evaluación inicial y final entre los tres grupos de tratamiento en la variable CS.

CS						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	14,05±3,88	17	16,64±3,87	0,62	2
GIR	21	11,86±4,28	14	15,71±3,87		
GC	17	10,88±3,84	8	14,79±4,48		

*La diferencia de medias es significativa a nivel de .05.

5.2.2.2 Comparación pretest-postest.

En las tablas 26, 27 y 28 se aprecian diferencias significativas ($p < 0,01$) entre la valoración inicial y la final de la CS en GN, GIR y GC.

Tabla 26. Comparación pretest-postest de la CS. GN.

Diferencias relacionadas									
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GN	CS_I (cm) - CS_F (cm)	-2,46	2,65	,64	-3,83	-1,10	-3,828	16	,001

Tabla 27. Comparación pretest-postest de la CS. GIR.

Diferencias relacionadas									
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GIR	CS_I (cm) - CS_F (cm)	-3,71	4,10	1,10	-6,08	-1,34	-3,387	13	,005

Tabla 28. Comparación pretest-postest de la CS. GC.

Diferencias relacionadas									
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GC	CS_I (cm) - CS_F (cm)	-2,79	1,93	,68	-4,40	-1,17	-4,076	7	,005

| RESULTADOS

La figura 36 muestra el análisis pre-post de CS en GN, GIR y GC. En los tres grupos se observa un aumento significativo ($p < 0,01$) de 14,74%, 22,64% y 20,39% respectivamente.

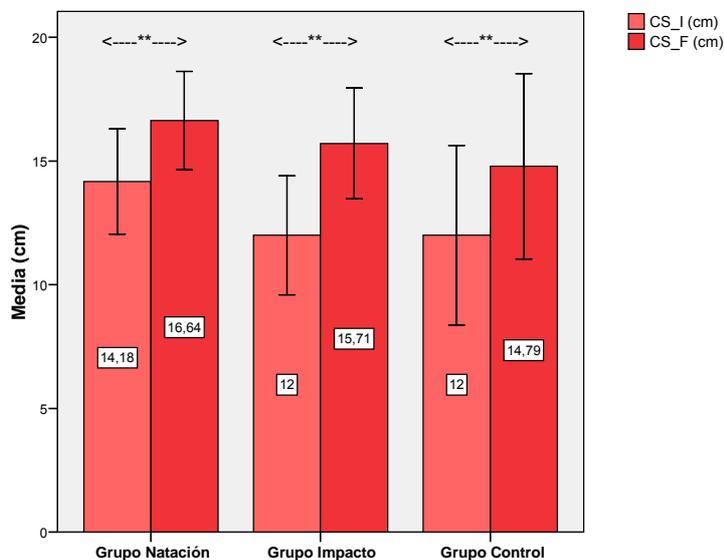


Figura 36. Análisis pretest-postest de la CS en GN, GIR y GC.

5.2.2.3 Correlación entre las variables de estudio.

✪ Toda la muestra.

La tabla 29 muestra las correlaciones de toda la CS con el resto de variables en la valoración final de toda la muestra. En ella se encuentra una correlación significativa positiva entre CS, FPMs, FlexP, FlexLd y el estado de salud mental (valores comprendidos entre $r=0,36$ y $r=0,48$).

Tabla 29. Correlaciones de la capacidad de salto con el resto de variables. Toda la muestra.

	CS_F (cm)		
	Correlación de Pearson	Valor-p	N
FPMp_F (N)	,314	,051	39
FPMs_F (N)	,363*	,023	39
FR_F (N)	,487**	,002	39
CS_F (cm)	1		39
FIMI_F (N)	,234	,151	39
FIMP_F (N)	,285	,079	39
VO2max_F (ml/kg/min)	,298	,065	39
FlexP_F (cm)	,440**	,005	39
FlexLd_F (cm)	,443**	,005	39
FlexLi_F (cm)	,264	,105	39
SF12_Fisico_F	,118	,473	39
SF12_Mental_F	,402*	,011	39

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

IMC=índice de masa corporal, Pgraso=porcentaje graso, FPMp=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, FPMs=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, FR=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, CS=capacidad de salto, FIMI=fuerza isométrica máxima lumbar, FIMP=fuerza isométrica máxima piernas, IF=índice de fitness, VO₂max=capacidad aeróbica máxima, FlexP=flexibilidad profunda de tronco, FlexLd=flexibilidad lateral derecha de tronco, FlexLi=flexibilidad lateral izquierda de tronco. SF12_Fisico=estado de salud físico. SF12_Mental=estado de salud mental.

5.2.3 Fuerza isométrica máxima.

Las variables que componen la fuerza isométrica máxima son: fuerza isométrica máxima lumbar (FIMI) y fuerza isométrica máxima de piernas (FIMP).

5.2.3.1 Comparación entre grupos.

La tabla 30 muestra que los distintos tratamientos no muestran diferencias estadísticas entre ellos en las variables FIMI y FIMP.

Tabla 30. Análisis de medidas repetidas de las diferencias de la evaluación inicial y final entre los tres grupos de tratamiento en las variables FIMI y FIMP.

FIMI						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	652,13±150,80	17	591,20±192,40		
GIR	21	568,05±102,51	14	557,92±115,83	2,66	2
GC	17	534,93±105,66	8	606,77±90,87		
FIMP						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	802,08±212,83	17	654,94±270,93		
GIR	21	661,47±105,41	14	585,38±141,65	1,7	2
GC	17	584,56±198,16	8	582,15±162,79		

*La diferencia de medias es significativa a nivel de .05.

| RESULTADOS

5.2.3.2 Comparación pretest-postest.

En la tabla 31 se aprecian diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la valoración inicial y la final de FIMI y FIMp en GN. No se encuentran cambios significativos en GIR y GC (tablas 32 y 33).

Tabla 31. Comparación pretest-postest de FIMI y FIMp. GN.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GN	FIMI_I (N) - FIMI_F (N)	95,79	148,29	35,97	19,55	172,04	2,663	16	,017
	FIMp_I (N) - FIMp_F (N)	187,28	209,10	50,72	79,77	294,79	3,693	16	,002

Tabla 32. Comparación pretest-postest de FIMI y FIMp. GIR.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GIR	FIMI_I (N) - FIMI_F (N)	5,10	126,01	33,68	-67,65	77,86	,152	13	,882
	FIMp_I (N) - FIMp_F (N)	64,54	148,08	39,58	-20,96	150,03	1,631	13	,127

Tabla 33. Comparación pretest-postest de FIMI y FIMp. GC.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GC	FIMI_I (N) - FIMI_F (N)	-22,47	134,28	47,47	-134,72	89,79	-,473	7	,650
	FIMp_I (N) - FIMp_F (N)	107,00	204,37	72,26	-63,86	277,86	1,481	7	,182

La figura 37 muestra el análisis pre-post de FIMI y FIMp en GN, GIR y GC. En GN se observa una disminución significativa ($p < 0,05$) de 14,09% en FIMI y de 22,18% ($p < 0,01$) en FIMp. En GIR se observa una disminución no significativa de 0,18% y 8,72% en FIMI y FIMp respectivamente. Y en GC se observa un aumento no significativo de 3,59% en FIMI y una disminución no significativa de 13,61% en FIMp.

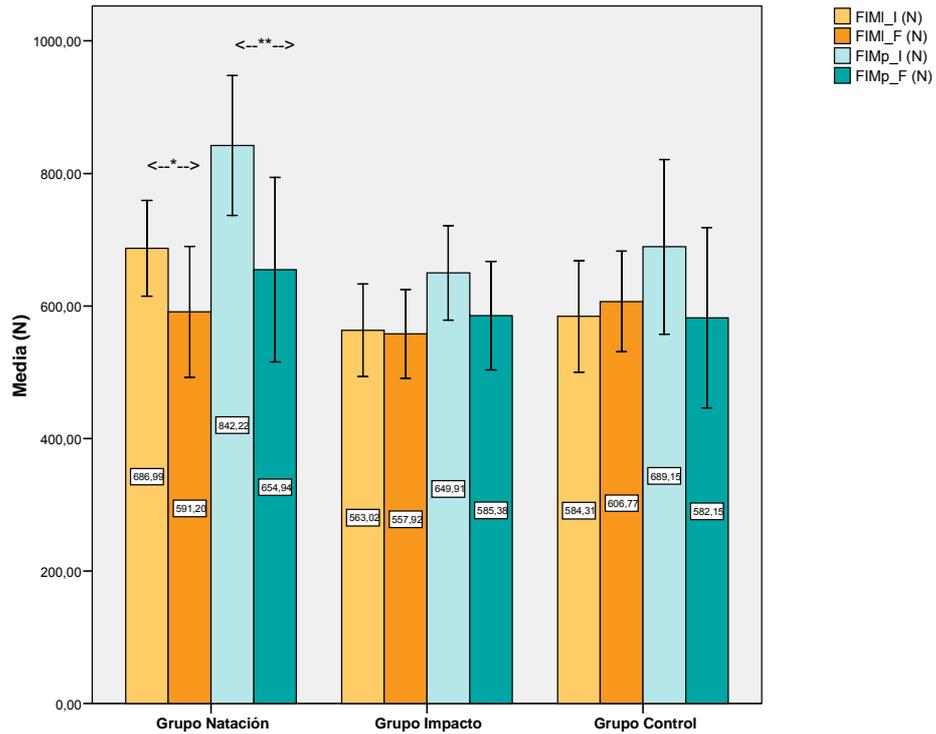


Figura 37. Análisis pretest-postest de la CS en GN, GIR y GC.

5.2.3.3 Correlación entre las variables de estudio.

🌀 Toda la muestra.

La tabla 34 muestra las correlaciones de las variables que componen la fuerza isométrica máxima con el resto de variables en la valoración final de toda la muestra. En ella se encuentra una correlación significativa positiva entre FIMI, FPMp, FPMs, FR, FPMp y FlexP (valores comprendidos entre $r=0,32$ y $r=0,77$). Y entre FIMp, FPMp y FR (valores de $r=0,42$).

Tabla 34. Correlaciones de la fuerza isométrica máxima con el resto de variables.

Toda la muestra.

	FIMI_F (N)			FIMp_F (N)		
	Correlación de Pearson	Valor-p	N	Correlación de Pearson	Valor-p	N
FMPp_F (N)	,482**	,002	39	,421**	,008	39
FPMs_F (N)	,417**	,008	39	,286	,077	39
FR_F (N)	,403*	,011	39	,418**	,008	39
CS_F (cm)	,234	,151	39	,285	,079	39
FIMI_F (N)	1		39	,769**	,000	39
FIMp_F (N)	,769**	,000	39	1		39
VO2max_F (ml/kg/min)	,060	,719	39	-,006	,970	39
FlexP_F (cm)	,322*	,046	39	,200	,223	39
FlexLd_F (cm)	,250	,124	39	,202	,218	39
FlexLi_F (cm)	,198	,228	39	,146	,375	39
SF12_Fisico_F	,039	,815	39	,028	,866	39
SF12_Mental_F	-,033	,840	39	-,043	,794	39

** - La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

IMC=índice de masa corporal, Pgraso=porcentaje graso, FPMp=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, FPMs=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, FR=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, CS=capacidad de salto, FIMI=fuerza isométrica máxima lumbar, FIMp=fuerza isométrica máxima piernas, IF=índice de fitness, VO2max=capacidad aeróbica máxima, FlexP=flexibilidad profunda de tronco, FlexLd=flexibilidad lateral derecha de tronco, FlexLi=flexibilidad lateral izquierda de tronco. SF12_Fisico=estado de salud físico. SF12_Mental=estado de salud mental.

★ **Ecuación de regresión de FIMI – FIMp. Toda la muestra.**

La tabla 35 y la figura 38 indican que al final del estudio, en toda la muestra existe una probabilidad del 99% de que para una FIMI de 582,45N, el 58% de los casos tengan una FIMp de 615,04N.

Tabla 35. Ecuación de regresión FIMI-FIMp. Toda la muestra.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	,769(a)	,592	,581	96,178

a Variables predictoras: (Constante), FIMI_F (N)

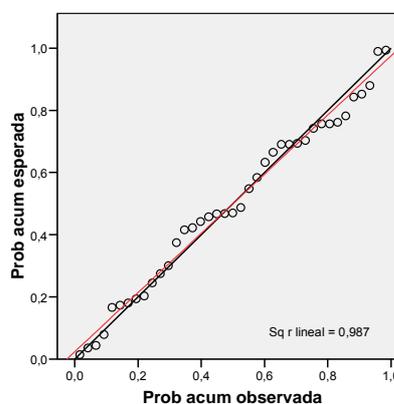


Figura 38. Gráfico normal de regresión FIMI-FIMp. Toda la muestra.

5.2.4 Capacidad aeróbica máxima e índice de fitness (VO₂max e IF).

5.2.4.1 Comparación entre grupos.

La tabla 36 muestra que los distintos tratamientos no muestran diferencias estadísticas entre ellos en las variables VO₂max e IF.

Tabla 36. Análisis de medidas repetidas de las diferencias de la evaluación inicial y final entre los tres grupos de tratamiento en las variables FIMI y FIMp.

IF						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	92,06±9,21	17	92,36±13,46		
GIR	21	83,06±18,94	14	89,95±11,80	1,98	2
GC	17	78,56±19,05	8	86,29±11,47		

VO ₂ max						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	26,20±3,31	17	26,31±4,28		
GIR	21	24,28±5,59	14	26,15±3,54	2,06	2
GC	17	22,80±5,27	8	25,94±3,89		

*La diferencia de medias es significativa a nivel de .05.

5.2.4.2 Comparación pretest-postest.

En la tabla 37 se aprecian diferencias significativas (p<0,05) entre la valoración inicial y la final del VO₂max y del IF en GIR. No se encuentran cambios significativos en GN y GC (tablas 38 y 39).

Tabla 37. Comparación pretest-postest de IF y VO₂max. GN.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GN	IF_I - IF_F	-,72	10,13	2,46	-5,92	4,49	-,291	16	,775
	VO2max_I (ml/kg/min) - VO2max_F (ml/kg/min)	-,15	3,03	,73	-1,71	1,40	-,211	16	,836

Tabla 38. Comparación pretest-postest de IF y VO₂max. GIR.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GIR	IF_I - IF_F	-10,95	17,96	4,80	-21,32	-,58	-2,280	13	,040
	VO2max_I (ml/kg/min) - VO2max_F (ml/kg/min)	-3,12	5,08	1,36	-6,05	-,18	-2,297	13	,039

| RESULTADOS

Tabla 39. Comparación pretest-postest de IF y VO₂max. GC.

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Valor-p
					Inferior	Superior			
GC	IF_I - IF_F	-10,62	21,03	7,44	-28,20	6,97	-1,428	7	,196
	VO ₂ max_I (ml/kg/min) - VO ₂ max_F (ml/kg/min)	-3,27	6,33	2,24	-8,55	2,02	-1,460	7	,188

La figura 39 muestra el análisis pre-post del VO₂max en GN, GIR y GC. En GIR se observa un aumento significativo ($p < 0,05$) del VO₂max en 12,64%. En GN y GIR se observa un aumento no significativo del VO₂max en 0,36% y 12,11% respectivamente.

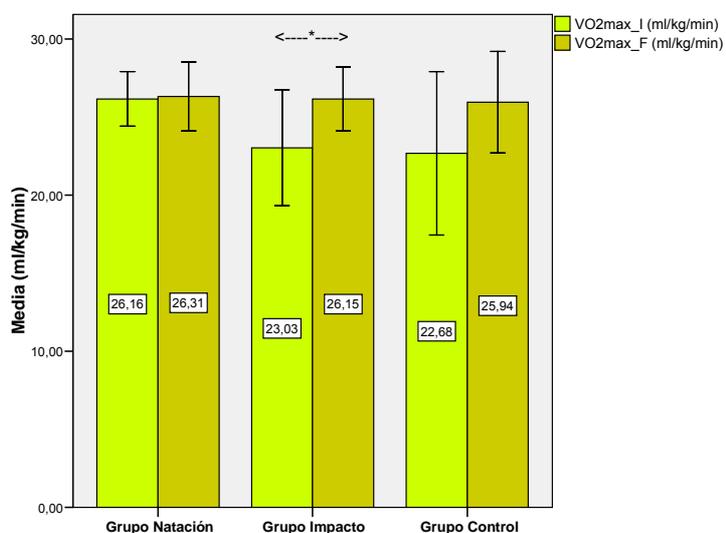


Figura 39. Análisis pretest-postest del VO₂max en GN, GIR y GC.

La figura 40 muestra el análisis pre-post del IF en GN, GIR y GC. En GIR se observa un aumento significativo ($p < 0,05$) de 10,95 puntos, que hace que pase de un IF ligeramente por debajo de lo normal a un IF normal, según lo indicado por el Instituto UKK (Oja, Laukkanen, Loponen, Pasanen, & Kukkonen-Harjula, 1998). En GN y GC se puede observar un aumento no significativo del IF en 0,72 puntos y 10,62 puntos respectivamente. Manteniéndose ambos en sus niveles iniciales: normal y ligeramente por debajo de lo normal (Oja et al., 1998).

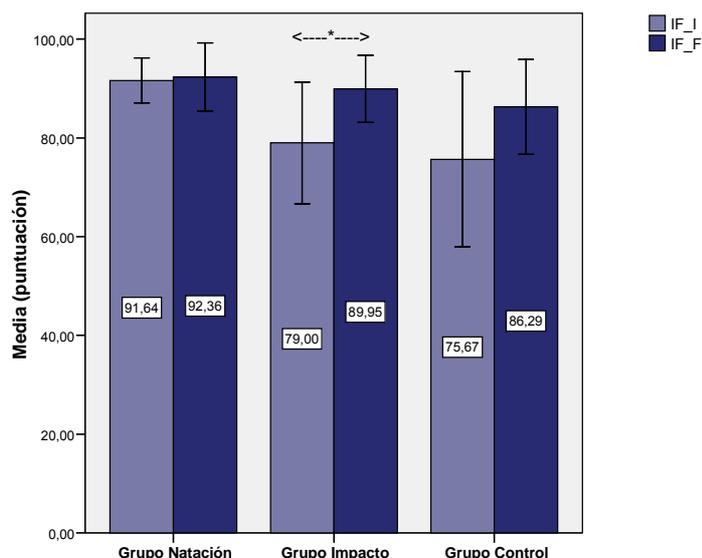


Figura 40. Análisis pretest-postest del IF en GN, GIR y GC.

5.2.4.3 Correlación entre las variables de estudio.

✪ Toda la muestra.

La tabla 40 muestra las correlaciones de la capacidad aeróbica máxima con el resto de variables en la valoración final de toda la muestra. En ella se encuentra una correlación significativa positiva entre VO₂max, FlexP y FlexLd (valores comprendidos entre r=0,35 y r=0,39).

Tabla 40. Correlaciones de la capacidad aeróbica máxima con el resto de variables. Toda la muestra.

	VO2max_F (ml/kg/min)		
	Correlación de Pearson	Valor-p	N
FPMp_F (N)	,231	,157	39
FPMs_F (N)	,188	,253	39
FR_F (N)	,310	,055	39
CS_F (cm)	,298	,065	39
FIMI_F (N)	,060	,719	39
FIMp_F (N)	-,006	,970	39
VO2max_F (ml/kg/min)	1		39
FlexP_F (cm)	,393*	,013	39
FlexLd_F (cm)	,349*	,029	39
FlexLi_F (cm)	,167	,309	39
SF12_Fisico_F	-,064	,700	39
SF12_Mental_F	-,063	,705	39

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

IMC=índice de masa corporal, Pgraso=porcentaje graso, FPMp=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, FPMs=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, FR=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, CS=capacidad de salto, FIMI=fuerza isométrica máxima lumbar, FIMp=fuerza isométrica máxima piernas, IF=índice de fitness, VO₂max=capacidad aeróbica máxima, FlexP=flexibilidad profunda de tronco, FlexLd=flexibilidad lateral derecha de tronco, FlexLi=flexibilidad lateral izquierda de tronco. SF12_Fisico=estado de salud físico. SF12_Mental=estado de salud mental.

| RESULTADOS

5.2.5 Flexibilidad activa de tronco.

Las variables que componen la flexibilidad activa de tronco son: flexibilidad profunda de tronco (FlexP), flexibilidad lateral derecha de tronco (FlexLd) y flexibilidad lateral izquierda de tronco (FlexLi).

5.2.5.1 Comparación entre grupos.

La tabla 41 muestra que los distintos tratamientos no muestran diferencias estadísticas entre ellos en las variables FlexP, FlexLd y FlexLi.

Tabla 41. Análisis de medidas repetidas de las diferencias de la evaluación inicial y final entre los tres grupos de tratamiento en las variables FlexP, FlexLd y FlexLi.

FlexP						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	27,76±7,49	17	23,05±7,52	2,72	2
GIR	21	20,75±7,27	14	21,28±9,21		
GC	17	20,85±6,45	8	22,04±8,23		
FlexLd						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	18,27±3,32	17	16,78±3,22	1,54	2
GIR	21	16,39±3,65	14	16,56±3,54		
GC	17	16,79±3,64	8	18,14±3,04		
FlexLi						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	18,72±3,79	17	17,40±3,13	0,95	2
GIR	21	17,00±3,89	14	17,34±3,73		
GC	17	16,38±2,53	8	17,25±2,00		

*La diferencia de medias es significativa a nivel de .05.

5.2.5.2 Comparación pretest-postest.

En la tabla 42 se aprecian diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la valoración inicial y la final de la FlexP, FlexLd y FlexLi del GN. No se encuentran cambios significativos en GIR y GC (tablas 43 y 44).

Tabla 42. Comparación pretest-postest de FlexP, FlexLd y FlexLi. GN.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GN	FlexP_I (cm) - FlexP_F (cm)	4,98	7,10	1,72	1,33	8,63	2,894	16	,011
	FlexLd_I (cm) - FlexLd_F (cm)	1,52	2,69	,65	,14	2,91	2,332	16	,033
	FlexLi_I (cm) - FlexLi_F (cm)	1,27	2,10	,51	,19	2,35	2,500	16	,024

Tabla 43. Comparación pretest-postest de FlexP, FlexLd y FlexLi. GIR.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GIR	FlexP_I (cm) - FlexP_F (cm)	-,08	8,33	2,23	-4,89	4,73	-,035	13	,973
	FlexLd_I (cm) - FlexLd_F (cm)	,25	2,25	,60	-1,05	1,55	,408	13	,690
	FlexLi_I (cm) - FlexLi_F (cm)	,24	2,97	,79	-1,47	1,95	,302	13	,767

Tabla 44. Comparación pretest-postest de FlexP, FlexLd y FlexLi. GC.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GC	FlexP_I (cm) - FlexP_F (cm)	-2,45	10,03	3,55	-10,83	5,94	-,689	7	,513
	FlexLd_I (cm) - FlexLd_F (cm)	,05	1,87	,66	-1,51	1,62	,079	7	,939
	FlexLi_I (cm) - FlexLi_F (cm)	-,02	2,71	,96	-2,29	2,24	-,022	7	,983

La figura 41 muestra el análisis pre-post de FlexP, FlexLd y FlexLi en GN, GIR y GC. En GN se observa una disminución significativa ($p < 0,05$) de 15,96%, 7,66% y 6,49% en FlexP, FlexLd y FlexLi respectivamente. En GIR se observa un aumento no significativo de 5,46% en FlexP y una disminución no significativa de 0,20% y 1,57% en FlexLd y FlexLi. En GC se observa un aumento no significativo de 10,15% en FlexP, una disminución no significativa en FlexLd de 0,94% y un aumento en FlexLi de 1,04%.

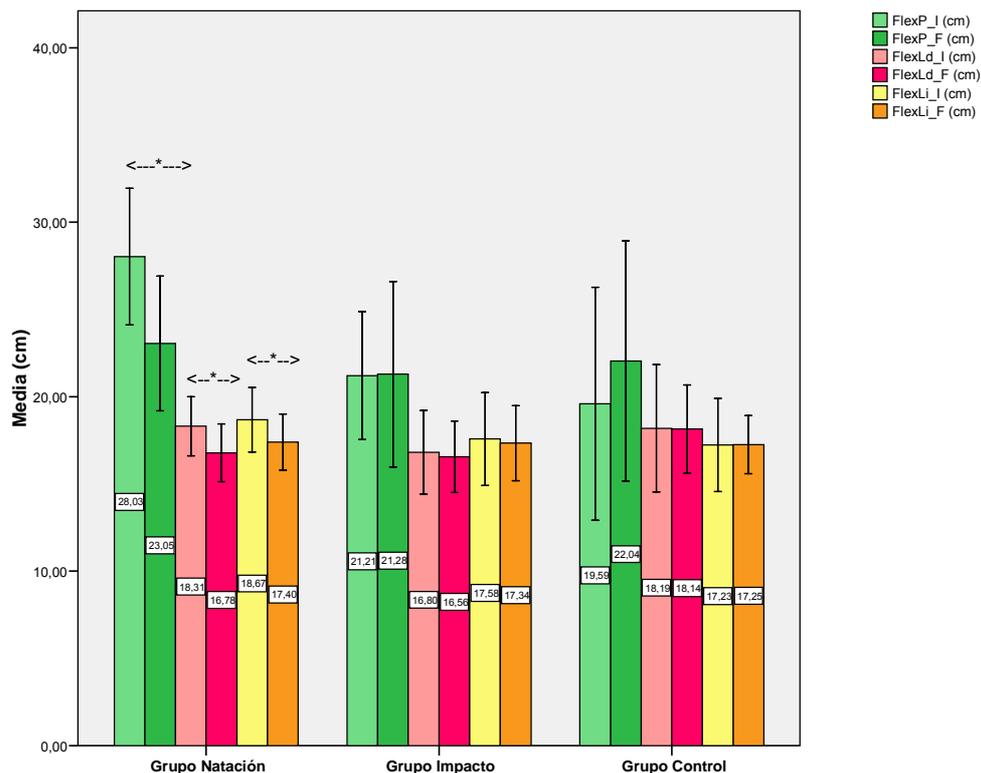


Figura 41. Análisis pretest-posttest de FlexP, FlexLd y FlexLi en GN, GIR y GC.

5.2.5.3 Correlación entre las variables de estudio.

🌀 Toda la muestra.

La tabla 45 muestra las correlaciones de la flexibilidad activa de tronco con el resto de variables en la valoración final de toda la muestra. En ella se encuentra una correlación significativa positiva entre FlexP, FPMp, FR, CS, FIMI, VO_2 max, FlexLd y FlexLi (valores comprendidos entre $r=0,32$ y $r=0,44$). Entre FlexLd, FPMp, FPMs, FR, CS, VO_2 max, FlexP, FlexLi y estado de salud mental (valores comprendidos entre $r=0,35$ y $r=0,79$). Y entre FlexLi, FPMs, FR y FlexP (valores comprendidos entre $r=0,37$ y $r=0,40$).

Tabla 45. Correlaciones de la flexibilidad activa de tronco con el resto de variables. Toda la muestra.

	FlexP_F (cm)			FlexLd_F (cm)			FlexLi_F (cm)		
	Correlación de Pearson	Valor-p	N	Correlación de Pearson	Valor-p	N	Correlación de Pearson	Valor-p	N
FPMp_F (N)	,326*	,043	39	,388*	,015	39	,297	,066	39
FPMs_F (N)	,138	,403	39	,377*	,018	39	,368*	,021	39
FR_F (N)	,372*	,020	39	,460**	,003	39	,365*	,022	39
CS_F (cm)	,440**	,005	39	,443**	,005	39	,264	,105	39
FIMI_F (N)	,322*	,046	39	,250	,124	39	,198	,228	39
FIMP_F (N)	,200	,223	39	,202	,218	39	,146	,375	39
VO2max_F (ml/kg/min)	,393*	,013	39	,349*	,029	39	,167	,309	39
FlexP_F (cm)	1		39	,406*	,010	39	,402*	,011	39
FlexLd_F (cm)	,406*	,010	39	1		39	,792**	,000	39
FlexLi_F (cm)	,402*	,011	39	,792**	,000	39	1		39
SF12_Fisico_F	,308	,056	39	,206	,209	39	,206	,208	39
SF12_Mental_F	-,001	,997	39	,429**	,006	39	,249	,126	39

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

IMC=índice de masa corporal, Pgraso=porcentaje graso, FPMp=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, FPMs=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, FR=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, CS=capacidad de salto, FIMI=fuerza isométrica máxima lumbar, FIMP=fuerza isométrica máxima piernas, IF=índice de fitness, VO₂max=capacidad aeróbica máxima, FlexP=flexibilidad profunda de tronco, FlexLd=flexibilidad lateral derecha de tronco, FlexLi=flexibilidad lateral izquierda de tronco. SF12_Fisico=estado de salud físico. SF12_Mental=estado de salud mental.

★ **Ecuación de regresión de FlexLd – FlexLi. Toda la muestra.**

La tabla 46 y la figura 42 indican que al final del estudio, en toda la muestra existe una probabilidad del 99% de que para una FlexLd de 16,98cm, el 62% de los casos tengan una FlexLi de 17,35cm.

Tabla 46: ecuación de regresión FlexLd-FlexLi. Toda la muestra.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típic. de la estimación
1	,792(a)	,627	,617	1,921

a Variables predictoras: (Constante), FlexLd_F (cm)

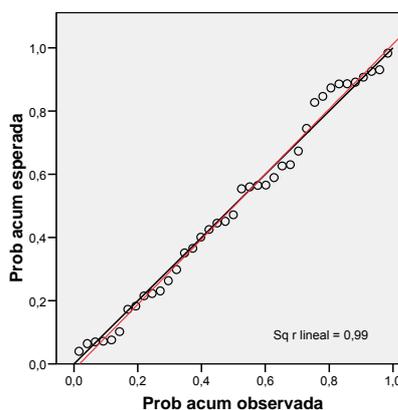


Figura 42. Gráfico normal de regresión FlexLd-FlexLi. Toda la muestra.

| RESULTADOS

5.2.6 Estado de salud percibido.

Las variables que componen el estado de salud son: estado de salud físico (SF12_Físico) y estado de salud mental (SF12_Mental).

5.2.6.1 Comparación entre grupos.

La tabla 47 muestra que los distintos tratamientos no muestran diferencias estadísticas entre ellos en las variables SF12_Físico y SF12_Mental.

Tabla 47. Análisis de medidas repetidas de las diferencias de la evaluación inicial y final entre los tres grupos de tratamiento en las variables SF12_Físico y SF12_Mental.

SF12_físico						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	51,38±6,16	17	52,66±4,11		
GIR	21	48,43±7,86	14	51,21±13,12	2,23	2
GC	17	47,65±9,14	8	42,79±14,76		
SF12_mental						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	52,15±5,01	17	48,71±9,38		
GIR	21	46,91±9,56	14	48,51±11,08	1,26	2
GC	17	43,40±10,13	8	43,60±14,51		

*La diferencia de medias es significativa a nivel de .05.

5.2.6.2 Comparación pretest-postest.

En las tablas 48, 49 y 50 no se aprecian diferencias significativas entre la valoración inicial y la final del SF12_Físico y SF12_Mental en los tres grupos de estudio.

Tabla 48. Comparación pretest-postest del SF12_Físico y SF12_Mental. GN.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GN	SF12_Físico_I - SF12_Físico_F	-,79	5,98	1,45	-3,86	2,29	-,544	16	,594
	SF12_Mental_I - SF12_Mental_F	3,64	10,69	2,59	-1,86	9,13	1,403	16	,180

Tabla 49. Comparación pretest-postest del SF12_Físico y SF12_Mental. GIR.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GIR	SF12_Físico_I - SF12_Físico_F	-3,94	12,88	3,44	-11,38	3,50	-1,144	13	,273
	SF12_Mental_I - SF12_Mental_F	-2,17	11,79	3,15	-8,98	4,63	-,690	13	,502

Tabla 50. Comparación pretest-postest del SF12_Físico y SF12_Mental. GC.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GC	SF12_Físico_I - SF12_Físico_F	5,53	11,73	4,15	-4,28	15,33	1,333	7	,224
	SF12_Mental_I - SF12_Mental_F	-1,18	8,50	3,01	-8,29	5,93	-,392	7	,707

La figura 43 muestra el análisis pre-post de estado de salud físico y mental en GN, GIR y GC. En GN se observa un aumento no significativo de 0,79 puntos en el estado de salud físico y una disminución no significativa de 3,64 puntos del estado de salud mental. En GIR la puntuación del estado de salud físico y mental aumenta no significativamente en 3,94 y 2,18 puntos respectivamente. En GC se observa una disminución no significativa del estado de salud físico en 5,53 puntos y un aumento del estado de salud mental en 1,18 puntos.

| RESULTADOS

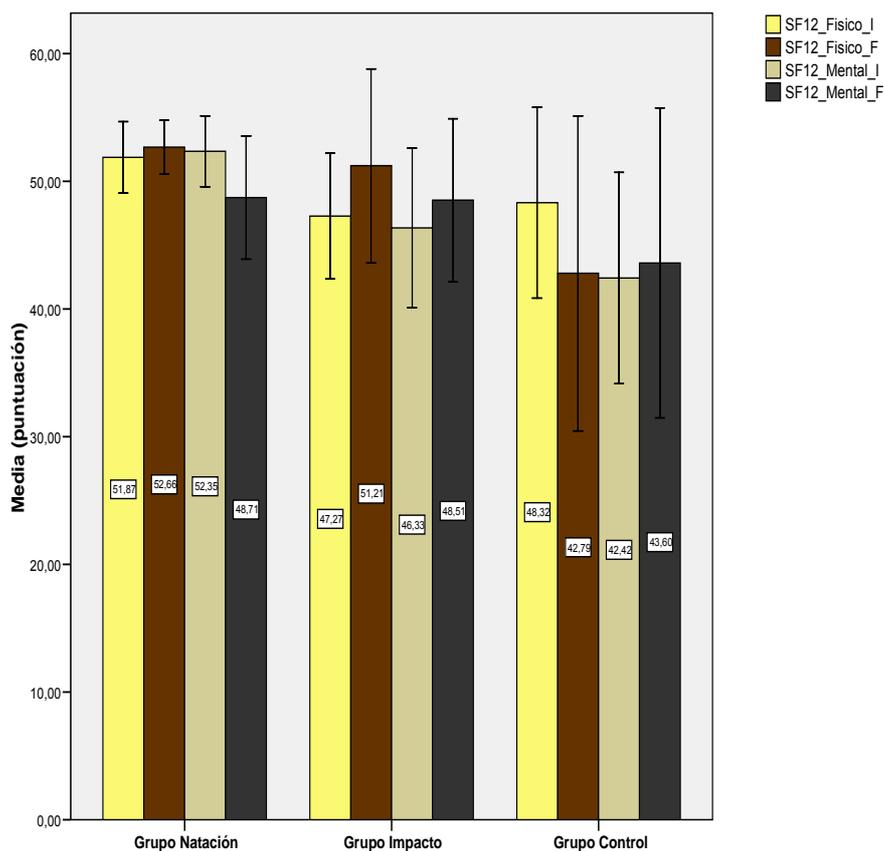


Figura 43. Análisis pretest-postest del SF12_Físico y SF12_Mental en GN, GIR y GC.

5.2.6.3 Correlación entre las variables de estudio.

✪ Toda la muestra.

La tabla 51 muestra las correlaciones del estado de salud físico y mental con el resto de variables en la valoración final de toda la muestra. En ella se encuentra una correlación significativa positiva entre el estado de salud mental, CS, FlexLd y estado de salud físico (valores comprendidos entre $r=0,40$ y $r=0,49$).

Tabla 51. Correlaciones del estado de salud físico y mental con el resto de variables. Toda la muestra.

	SF12_Fisico_F			SF12_Mental_F		
	Correlación de Pearson	Valor-p	N	Correlación de Pearson	Valor-p	N
FPMp_F (N)	,086	,605	39	,138	,401	39
FPMs_F (N)	-,055	,739	39	,019	,907	39
FR_F (N)	,170	,301	39	,139	,398	39
CS_F (cm)	,118	,473	39	,402*	,011	39
FIMI_F (N)	,039	,815	39	-,033	,840	39
FIMp_F (N)	,028	,866	39	-,043	,794	39
IF_F	,055	,740	39	,006	,970	39
VO2max_F (ml/kg/min)	-,064	,700	39	-,063	,705	39
FlexP_F (cm)	,308	,056	39	-,001	,997	39
FlexLd_F (cm)	,206	,209	39	,429**	,006	39
FlexLi_F (cm)	,206	,208	39	,249	,126	39
SF12_Fisico_F	1		39	,494**	,001	39
SF12_Mental_F	,494**	,001	39	1		39

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

IMC=índice de masa corporal, Pgraso=porcentaje graso, FPMp=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición prono, FPMs=fuerza pico máxima biocinética tren superior posición supino, FR=fuerza-resistencia biocinética tren superior posición prono, CS=capacidad de salto, FIMI=fuerza isométrica máxima lumbar, FIMp=fuerza isométrica máxima piernas, IF=índice de fitness, VO₂max=capacidad aeróbica máxima, FlexP=flexibilidad profunda de tronco, FlexLd=flexibilidad lateral derecha de tronco, FlexLi=flexibilidad lateral izquierda de tronco. SF12_Fisico=estado de salud físico. SF12_Mental=estado de salud mental.

5.2.7 Composición corporal.

La composición corporal está formada por las medidas: índice de masa corporal (IMC) y porcentaje graso (Pgraso).

5.2.7.1 Comparación entre grupos.

La tabla 52 muestra que los distintos tratamientos no muestran diferencias estadísticas entre ellos en las variables IMC y Pgraso.

Tabla 52. Análisis de medidas repetidas de las diferencias de la evaluación inicial y final entre los tres grupos de tratamiento en las variables IMC y Pgraso.

IMC						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	24,99±2,39	17	26,07±2,30		
GIR	21	26,56±5,56	14	25,59±3,00	2,6	2
GC	17	27,20±5,50	8	25,03±2,38		

Pgraso						
Grupo	Ev.Inicial		Ev.Final		F	df
	N	X±DT	N	X±DT		
GN	21	33,07±4,85	17	34,46±3,19		
GIR	21	34,98±6,65	14	32,55±6,06	1,29	2
GC	17	35,15±7,06	8	31,24±5,61		

*La diferencia de medias es significativa a nivel de .05.

5.2.7.2 Comparación pretest-postest.

En las tablas 53, 54 y 55 no se aprecian diferencias significativas entre la valoración inicial y la final del IMC y el Pgraso en los tres grupos de estudio.

Tabla 53. Comparación pretest-postest de la composición corporal. GN.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GN	IMC_I (kg/m ²) - IMC_F (kg/m ²)	-,52	1,11	,27	-1,09	,05	-1,951	16	,069
	Pgraso_I (%) - Pgraso_F (%)	,12	1,87	,45	-,84	1,08	,260	16	,798

Tabla 54. Comparación pretest-postest de la composición corporal. GIR.

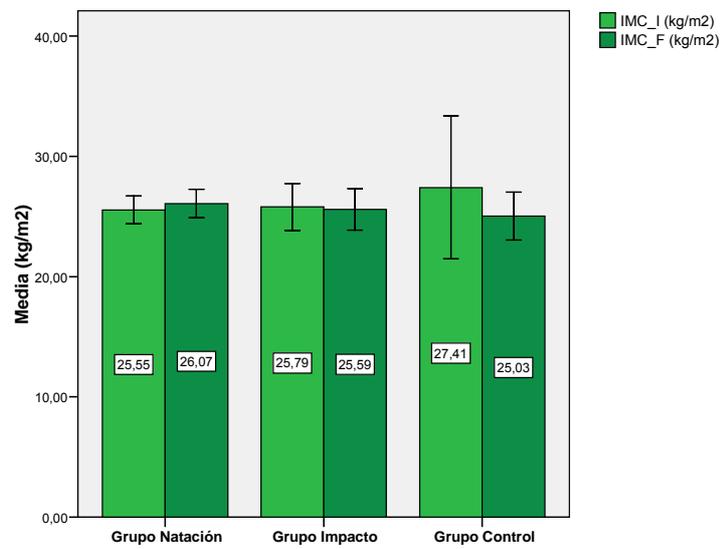
		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GIR	IMC_I (kg/m ²) - IMC_F (kg/m ²)	,20	1,32	,35	-,56	,97	,575	13	,575
	Pgraso_I (%) - Pgraso_F (%)	1,62	4,46	1,19	-,96	4,19	1,359	13	,197

Tabla 55. Comparación pretest-postest de la composición corporal. GC.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Valor-p
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
GC	IMC_I (kg/m ²) - IMC_F (kg/m ²)	2,38	6,29	2,22	-2,88	7,63	1,068	7	,321
	Pgraso_I (%) - Pgraso_F (%)	2,76	6,20	2,19	-2,42	7,94	1,259	7	,248

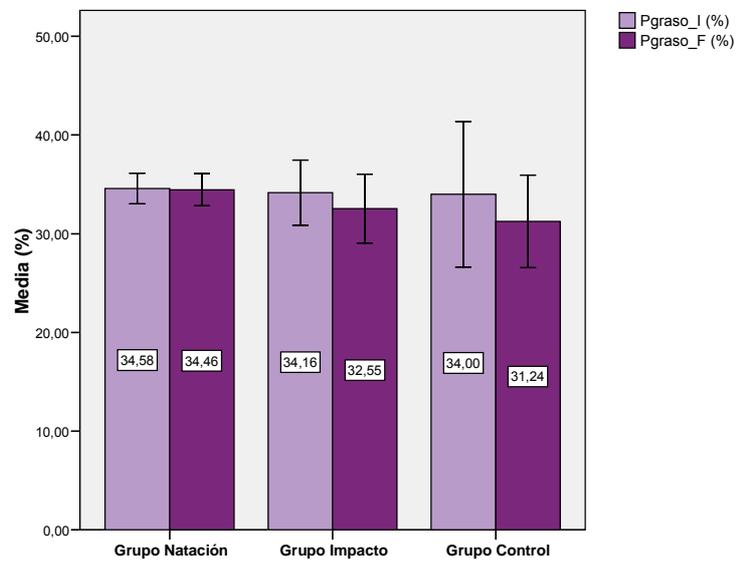
La figura 44 muestra el análisis pre-post del IMC en GN, GIR y GC. En GN se observa un aumento no significativo de 1,94% mientras que en GIR y GC se observa una disminución no significativa de 0,61% y 5,70% respectivamente.

Figura 44. Análisis pretest-postest del IMC en GN, GIR y GC.



La figura 45 muestra el análisis pre-post del Pgraso pretest en GN, GIR y GC. En los tres grupos se puede observar una disminución no significativa de 0,36%, 4,33% y 6,10% respectivamente.

Figura 45. Análisis pretest-postest del Pgraso en GN, GIR y GC.



5.2.7.3 Correlación entre las variables de estudio.

☉ Toda la muestra.

La tabla 56 muestra las correlaciones del IMC y el Pgraso con el resto de variables en la valoración final de toda la muestra. En ella se encuentra una correlación significativa negativa entre IMC, VO₂max, FlexP, FlexLd y FlexLi (valores comprendidos entre $r=0,33$ y $r=0,49$); y una correlación significativa positiva con el Pgraso ($r=0,57$). El Pgraso correlaciona negativamente con la capacidad aeróbica máxima ($r=0,39$).

Tabla 56. Correlaciones del estado de salud físico y mental con el resto de variables. Toda la muestra.

	IMC_F (kg/m2)			Pgraso_F (%)		
	Correlación de Pearson	Valor-p	N	Correlación de Pearson	Valor-p	N
FPMp_F (N)	-,163	,323	39	-,073	,657	39
FPMs_F (N)	-,110	,505	39	-,027	,870	39
FR_F (N)	-,098	,553	39	,061	,713	39
CS_F (cm)	-,148	,369	39	-,253	,121	39
FIMI_F (N)	-,040	,810	39	,076	,645	39
FIMp_F (N)	-,010	,950	39	,035	,833	39
IF_F	-,430**	,006	39	-,300	,064	39
VO2max_F (ml/kg/min)	-,487**	,002	39	-,388*	,015	39
FlexP_F (cm)	-,405*	,011	39	-,109	,508	39
FlexLd_F (cm)	-,407*	,010	39	-,186	,256	39
FlexLi_F (cm)	-,328*	,042	39	,003	,987	39
SF12_Fisico_F	-,204	,212	39	,193	,239	39
SF12_Mental_F	-,045	,785	39	,025	,882	39
IMC_F (kg/m2)	1		39	,571**	,000	39
Pgraso_F (%)	,571**	,000	39	1		39

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

6

DISCUSIÓN

| DISCUSIÓN

Siguiendo el orden establecido durante todo el estudio, la interpretación y discusión de los resultados que se detalla a continuación se organizará por grupos de variables. Para mayor claridad y orden, al final de cada uno se discutirán las correlaciones relevantes para dicho grupo de variables.

6.1. Fuerza biocinética del tren superior.

Nuestros resultados muestran una mejora significativa ($p < 0,01$) de la fuerza-resistencia biocinética del tren superior (FR) en el GN de 10,44%, mientras que las variables relacionadas con la fuerza pico máxima (FPMp y FPMs) no se establecen dichas diferencias, verificando parcialmente las hipótesis 1 y 5 planteadas en el presente estudio (figura 46).

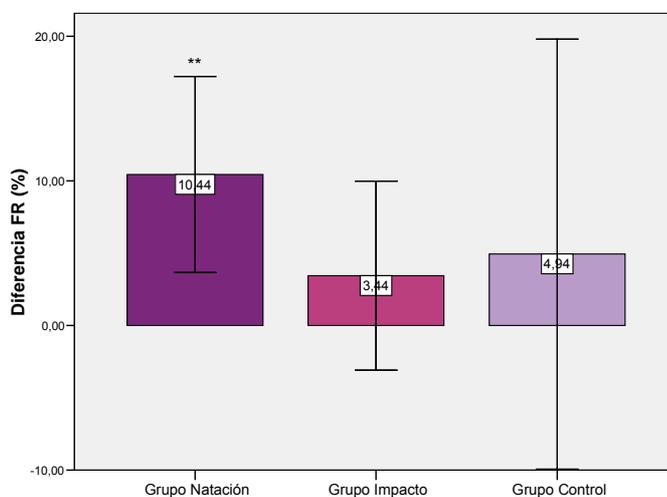


Figura 46. Diferencia porcentual de FR en GN, GIR y GC. (** $p < 0,01$).

En lo relativo a la FR, coincidimos con los resultados de otros estudios de menor duración, realizados en el medio acuático mediante un programa de natación de moderada intensidad con personas de mediana edad (Gehlsen, Grigsby, & Winant, 1984), sin embargo discrepamos con este mismo estudio en cuanto a la fuerza pico máxima realizada mediante una flexo-extensión de hombro, donde sí encuentran diferencias significativas; al igual que en otros trabajos realizados con nadadores jóvenes de alto rendimiento, llevados a cabo a elevada intensidad (Tanaka, Costill, Thomas, Fink, & Widrick, 1993) o mediante la electroestimulación del dorsal ancho en nadadores (Pichon, Martin, Cometti, & Chatard, 1996).

Probablemente estas diferencias estén relacionadas, en primer lugar, con la intensidad de trabajo. Siguiendo a Kraemer, el entrenamiento de fuerza a intensidad moderada es suficiente para producir mejoras en la fuerza-resistencia

muscular (Kraemer, Fleck, & Ratamess, 2005) y en la natación, si el trabajo muscular se realiza con materiales específicos dentro del agua, el efecto es mayor (Tanaka & Swensen, 1998; Toussaint & Vervoorn, 1990). De acuerdo con otros estudios (Henwood & Taaffe, 2006; Kraemer et al., 2005), el entrenamiento de fuerza de alta intensidad produce beneficios en la fuerza máxima. Investigaciones apoyan estas afirmaciones y demuestran que si la intensidad se reduce, los niveles de fuerza pico máxima de las nadadoras disminuyen (Trinity, Pahnke, Sterkel, & Coyle, 2008); y si se realiza un trabajo de fuerza muscular a una intensidad moderada-baja con personas de mediana edad y mayores, no se consiguen modificar los valores de fuerza pico máxima biocinética (Clark, Cochrane, & Mackay, 1996).

El número de días/semana en que se practica la actividad está relacionado con la intensidad. A pesar de que en el presente estudio se ha venido practicando la natación 2 días/semana y en los otros citados el programa se ha aplicado 3-7 días/semana, ponemos en duda que este hecho haya influido en los resultados debido a que otras investigaciones han encontrado beneficios significativos sobre la fuerza tanto del tren superior como inferior en mayores con un programa de 2 días/semana (Henwood & Taaffe, 2006). Por otro lado, trabajando 2 días/semana se cumplen las recomendaciones del ACSM para la mejora del fitness muscular (Pollock et al., 1998).

Adicionalmente, y remitiéndonos al repetido estudio de Gehlsen con hombres y mujeres de mediana edad en el que se aplicó una intensidad moderada de trabajo, las diferencias en la fuerza pico máxima las podríamos relacionar con el género. Estudios longitudinales (Donato et al., 2003; Tanaka & Seals, 1997, 2003) muestran que a partir de los 35-40 años existen diferencias entre sexos en cuanto a los niveles pico en la natación y la carrera, es decir, en esfuerzos de corta duración, viéndose éstos más reducidos en las mujeres. El género, por tanto, puede influir en los resultados significativos de fuerza pico máxima del presente estudio en relación a otros con muestras mixtas.

Estas reflexiones indican que el programa de natación planteado en el presente estudio ha alcanzado un nivel de intensidad suficiente para mejorar significativamente la FR del tren superior de mujeres postmenopáusicas con

| DISCUSIÓN

moderado riesgo de fractura de cadera, pero no ha sido suficiente para mejorar la fuerza pico máxima biocinética del tren superior.

Por otro lado, nos parece interesante discutir el posible motivo por el cual el GIR no ha obtenido mejoras significativas de fuerza biocinética del tren superior, no verificando parcialmente la hipótesis 3 (figura 53).

Estos datos pueden deberse a la especificidad del test, que obliga a la realización de movimientos de cadena cerrada en las extremidades superiores. Los instrumentos isocinéticos o biocinéticos requieren una similitud muy alta entre la velocidad, la dirección del movimiento y la contracción muscular de entrenamiento y del test utilizado para la evaluación (Chandler, 2000; Stone, Collins, Plisk, Haff, & Stone, 2000). Esta afirmación se apoya en estudios que encuentran mejoras significativas de la fuerza pico máxima en flexo-extensión y abducción-adducción del hombro, tras 1 año de rehabilitación basada en este tipo de ejercicios en pacientes intervenidos del manguito de rotadores (Walker, Couch, Boester, & Sprow, 1987). También con un entrenamiento basado en ejercicios pliométricos, de rotación interna-externa del hombro con nadadoras jóvenes durante 6 semanas, donde encontraron mejoras significativas en la fuerza pico máxima biocinética del hombro en rotación interna y externa (Swanik et al., 2002).

Los instrumentos isocinéticos son válidos para medir la fuerza tras haber realizado un entrenamiento de cadena cerrada similar (Grooten, Puttemans, & Larsson, 2002), pero los resultados no son interpretados tan fácilmente cuando se trata de medir la fuerza en otro tipo de deportes o actividades de la vida cotidiana (Stone et al., 2000).

De esta manera, es probable que no se obtengan mejoras significativas en la fuerza del tren superior del GIR dado que, al incluir en su entrenamiento movimientos variables de los brazos con cargas adicionales en distintos (movimientos de cadena abierta), se ve favorecida la posibilidad de movimiento de la articulación del hombro; las contracciones musculares del entrenamiento no han sido específicas y por tanto, no se asemejan a las requeridas por el instrumento biocinético, pudiendo enmascarar los resultados del test.

En la figura 47 se recogen las puntuaciones iniciales y finales de la FR en los tres grupos, pudiéndose observar la variación que existe entre las del GN y las del GIR y GC.

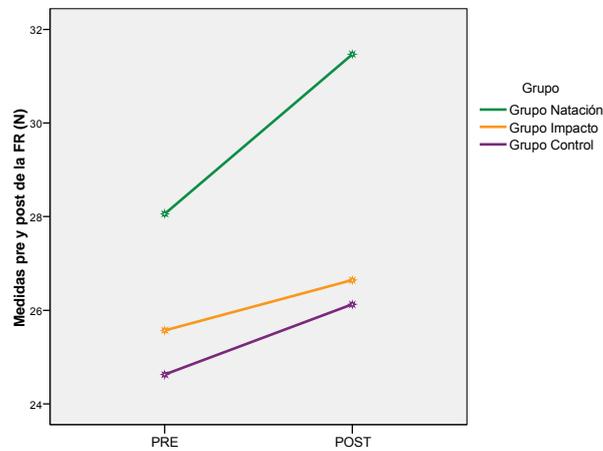


Figura 47. Medidas pre y post de FR en GN, GIR y GC.

Para confirmar la especificidad de los ejercicios biocinéticos, en el presente estudio se encuentra una correlación significativa positiva ($r=0,72$) en toda la muestra entre el test de FPMp y el de FR, ambos realizados en la misma posición y mediante flexo-extensión de hombro. A su vez, se puede predecir una a partir de la otra en la mitad de los casos con una probabilidad del 97%.

| DISCUSIÓN

Tabla 57. Análisis de los cambios en la fuerza biocinética del tren superior de diferentes estudios.

Estudio	Edad (años)	Muestra		Intervención			Cambios en la fuerza biocinética		
		ENT H/M	CON H/M	Duración (sem)	Int.	Progr.	FPMp ENT CON	FPMs ENT CON	FR ENT CON
(Gehlsen et al., 1984)	30-60	4/6	0/0	10 3d/s	60-75%	Natación+ impacto. Acuático	*		*
(Pichon et al., 1996)	23±1,3	12/0	0/0	3 3d/s		Electroest imulación	*		
(Swanik et al., 2002)	20±1,1	0/12	0/12	6 3d/s		Pliometric o hombro			
(Tanaka et al., 1993)	19-20	12/0	0/0	14 7d/s	Compe ticion	Natación	*		
(Walker et al., 1987)	20-40	46		48 3d/s		Rehabilita ción hombro	*	*	
Presente estudio (2008)	56,9±6	0/21 N 0/21 IR	0/17	48(1a) 2d/s	12-15 Borg	Natación/ Impacto y cargas. Acuático			*

6.2. Capacidad de salto.

La altura de salto en un salto con contramovimiento (CMJ) (CS) ha mejorado significativamente durante el estudio en los tres grupos: GN, GIR y GC, verificando parcialmente las hipótesis 1 y 3 del presente estudio. Aunque no se han encontrado diferencias significativas al final del estudio entre grupos, no verificando la hipótesis 6 (figura 48). El grupo que mayor porcentaje de altura de salto ha adquirido es el GIR (22,64%), seguido del GC (20,39%) y por último, del GN (14,74%).

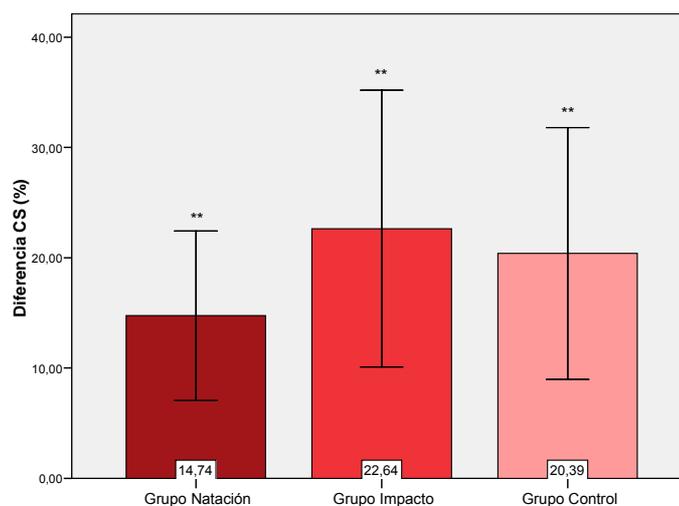


Figura 48. Diferencia porcentual de CS en GN, GIR y GC. (** $p < 0,01$).

Debido a que en los tres grupos del presente estudio se mejora la altura de salto en el CMJ significativamente, no podemos asegurar que alguno de los dos programas de actividad física en el medio acuático aplicados haya tenido que ver en la mejora de fuerza elástico-explosiva del tren inferior tras un año de entrenamiento con mujeres postmenopáusicas; ya que el GC, que no participa en estos programas, también ha obtenido mejoras significativas.

Este hecho nos lleva a pensar que el aprendizaje del gesto técnico ha tenido mucho que ver en dichos resultados. Y, aunque no existan diferencias significativas entre grupos, es posible que la similitud del entrenamiento con la ejecución del test haya hecho que el GIR obtenga mayor porcentaje de altura de salto que el GN y el GC.

Ambos factores juegan un papel fundamental en la realización del salto debido a que favorecen determinadas adaptaciones neuromusculares que hacen más

| DISCUSIÓN

eficiente la ejecución del mismo, como el estado de entrenamiento en el que se encuentra la fibra muscular y el tipo de fibra reclutada (Bosco, 1994), la capacidad de imprimir mayor fuerza muscular en un movimiento rápido y la activación y coordinación intermuscular de los músculos sinergistas (Vanezis & Lees, 2005), la inhibición de los músculos antagonistas, o la excitabilidad y el feedback neuronal (Deschenes & Kraemer, 2002) y el de los componentes encargados en la realización del movimiento a nivel muscular (Bosco, 1994).

Siendo conscientes de que para la optimización del gesto técnico del salto son necesarias varias semanas de práctica (Bobbert & Van Soest, 1994), no es nuestra intención afirmar que esta ejecución haya sido óptima, pero sí que en la segunda evaluación del test, el gesto técnico del CMJ ha sido mejorado por los tres grupos, coincidiendo con un estudio realizado con jugadoras de voleibol mediante un entrenamiento pliométrico en piscina poco profunda (Martel, Harmer, Logan, & Parker, 2005) en el que, tanto el grupo que realizaba el entrenamiento como el grupo control, la segunda vez que realizaron el test mejoraron significativamente su altura de salto en un CMJ. Y citamos textualmente “el gesto técnico y la coordinación de los segmentos corporales permiten una mejor ejecución del salto sin estar necesariamente asociados a una gran fuerza muscular” (Vanezis & Lees, 2005).

Existen otros estudios realizados en el medio acuático mediante programas similares a los aplicados en el presente estudio con los que dichos resultados no coinciden, y en los que, aplicándose un programa de ejercicios de impacto y cargas adicionales en piscina poco profunda a mujeres mayores durante 3 y 6 meses respectivamente (Takehima et al., 2002; Tsourlou, Benik, Zafeiridis, & Kellis, 2006), se ha conseguido mejorar la altura de salto del CMJ del grupo que realizó el programa, sin encontrar diferencias en el grupo control y existiendo diferencias significativas entre grupos al final del estudio.

La aplicación de otros programas de entrenamiento con personas de mediana edad y mayores muestran resultados dispares en relación a la altura de salto en un CMJ. Estudios donde se contempla un grupo de entrenamiento y un grupo de control, en los que se trabaja la fuerza con cargas máximas (Kalapotharakos et al., 2005), se obtienen mejoras significativas de la altura de salto en el grupo que realizó el programa, mientras que el grupo control no encuentra diferencias; al

igual que mediante el trabajo de fuerza en cicloergómetro (Macaluso, Young, Gibb, Rowe, & De Vito, 2003), sin existir diferencias entre grupos.

Otros, en los que solo existe uno o varios grupos de tratamiento, sin la presencia de un grupo de control, y en los que se aplica un entrenamiento de fuerza con cargas máximas y fuerza explosiva (K. Häkkinen et al., 1998) o de cargas basadas en el método de contraste (González, Delgado, Vaquero, & Contreras, 2002) también obtienen mejoras significativas de la altura de salto sin embargo, al no contemplar un grupo control con el que comparar el efecto del entrenamiento, no podrían asegurar si estos resultados se deben a la mejora de la fuerza o, como sucede en el presente estudio, de otros componentes que intervienen en la ejecución del salto.

Diferentes programas, que se basan en el trabajo mediante vibración con cargas adicionales en jóvenes encuentran resultados diversos, sin evidenciar cambios significativos en la altura de salto del CMJ en el grupo que realizó el programa ni en el grupo control (Ruiter, Van Raak, Schilperoort, Hollander, & De Haan, 2003) o por el contrario, obteniendo mejoras significativas en el grupo de trabajo y no en el grupo control (Torvinen et al., 2002).

Por otro lado, la similitud entre el entrenamiento y la ejecución del test tiene mucho que ver en los resultados que se obtienen en relación a la altura de salto (Gehri, Ricard, Kleiner, & Kirkendall, 1998; Markovic, 2007; Potteiger et al., 1999). En el presente estudio, a pesar de que no existen diferencias significativas entre grupos, se puede observar como el grupo que más mejora la CS es el GIR (22,64%), debido posiblemente a que su entrenamiento ha estado basado en saltos en todas sus formas, con variaciones angulares y velocidades variables, saltos a la pata coja, subidas a un escalón con carga adicional, zancadas con carga adicional, siempre con apoyo de los pies en el suelo y manteniendo la posición de pie. Este tipo de ejercicios han sido indicados para la mejora de la ejecución del CMJ (Bosco, 1994), hecho que además puede incidir sobre los procesos neuromusculares y las propiedades viscoelásticas de los músculos a la hora de realizar el salto.

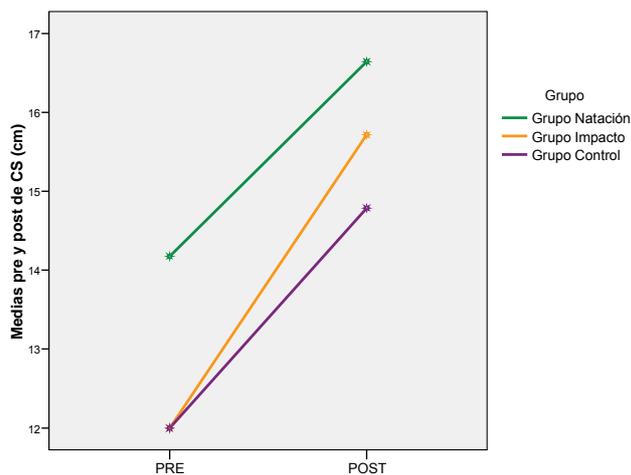


Figura 49. Medidas pre y post de CS en GN, GIR y GC.

El entrenamiento pliométrico al que se le añade un trabajo adicional de fuerza muscular es la forma más efectiva de mejorar la CS y la fuerza del tren inferior (Chirosa, Chirosa, Requena, Feriche, & Padial, 2002; Ebben, 2002). Los estudios de Takeshima y Tsorlou arriba mencionados, en los que se aplica un programa de impacto y resistencias en el medio acuático cumplen estas indicaciones y obtienen mejoras significativas en la altura de salto. Estudios basados en entrenamiento pliométrico en el medio aéreo (Gehri et al., 1998) ofrecen mejoras significativas de la altura de salto en un CMJ, sin existir diferencias en el grupo control, siendo significativas las diferencias entre grupos. Mientras que otros en los que se contemplan dos grupos de ejercicio de impacto y cargas adicionales en medio aéreo (uno de ellos con tratamiento hormonal sustitutivo) y dos grupos que no intervienen en el programa (uno con tratamiento hormonal sustitutivo y otro de control) (Sipilä et al., 2001; Taaffe et al., 2005), obtienen mejoras significativas en altura de salto tanto en ambos grupos de entrenamiento como en el grupo que solo tomaba el tratamiento hormonal sustitutivo, sin diferencias en el grupo control. Sin embargo en el estudio de Martel arriba mencionado, el entrenamiento pliométrico en el medio acuático no surtió un efecto diferenciador en relación al grupo control en la altura de salto en un CMJ.

El GN es el que menos mejora de altura de salto ha experimentado (14,74%), presumiblemente debido a la posición horizontal del cuerpo sin apoyo de los pies en el suelo y a la inexistencia de saltos en su programa de entrenamiento y por tanto, a la falta de similitud con la realización del test. Sin embargo es el grupo que más centímetros salta, como puede comprobarse en la figura 49.

Finalmente, y no menos importante, es necesario indicar que la diferencia significativa obtenida en la altura de salto por el GC pueden estar influenciada por el tamaño de la muestra al final del estudio, dado que se pierde a más de la mitad de las participantes que, como algunas de ellas argumentaron, no acudieron por estar sufriendo un proceso patológico, incapacidad, dolor y falta de movilidad.

En resumen, los resultados que se vierten de la aplicación de programas basados en el trabajo de fuerza, de impacto o pliométrico con personas de mediana edad, mayores y jóvenes suelen ofrecer ganancias significativas en la altura de salto de un CMJ independientemente del tiempo o la muestra con la que se haya aplicado el programa, como sucede en el presente estudio; pero es aconsejable siempre comparar estos resultados con un grupo control, dado que puede suceder que éste también obtenga mejoras significativas y la mejora de la altura de salto no se deba al efecto del programa aplicado sino a otros factores como el aprendizaje del gesto técnico o la reducción del tamaño muestral. En cuanto a la existencia de diferencias entre el grupo de entrenamiento y el grupo control, se observa también variabilidad en los resultados de los estudios independientemente del programa, de su duración o de la edad de los participantes, lo cual parece indicar que no existe una pauta que asegure estas diferencias.

| DISCUSIÓN

Tabla 58. Análisis de los cambios en la altura de salto de diferentes estudios.

Estudio	Edad (años)	Muestra		Intervención			Cambios en la altura de salto		
		ENT H/M	CON H/M	Durac. (sem)	Int.	Progr.	ENT	CON	Dif. Entre grupos
(Gehri et al., 1998)	19-20	9/9	5/5	12 2d/s		Pliométrico	*		*
(González et al., 2002)	55,3±5,2	12	0/0	16 3d/s	70-80% 1RM	Fuerza, método de contraste	*		
(K. Häkkinen et al., 1998)	67±3	0/10	0/0	24 3d/s	70-80% 1RM	Cargas máximas y fuerza explosiva	*		
(Kalapotharakos et al., 2005)	53-69	0/9	0/8	12 3d/s	80% 1RM	Fuerza cargas máximas	*		
(Macaluso et al., 2003)	69±2,7	0/20	0/18	16 3d/s	40-80% 1RM	Fuerza cicloerg.	*		
(Martel et al., 2005)	15±1	0/10	0/9	6 2d/s		Pliométrico. Acuático	*	*	
(Ruiter et al., 2003)	19-20	6/4	6/4	11 3d/s		Vibración			
(Sipilä et al., 2001)	50-57	0/12 ^E 0/10 ^{EH}	0/15 0/15 ^H	69(2a) 4d/s		Impacto y cargas. Terrestre	* ^E * ^{EH}	* ^H	*
(Taaffe et al., 2005)	50-57	0/12 ^E 0/10 ^{EH}	0/15 0/14 ^H	48(1a) 2d/sem		Impacto y cargas. Terrestre	* ^E * ^{EH}	* ^H	*
(Takeshima et al., 2002)	60-75	0/15	0/15	12 3d/s	40-70% VO ₂ max	Impacto y cargas. Acuático	*		*
(Torvinen et al., 2002)	19-38	9/17	10/16	16 5d/s		Vibración	*		*
(Tsourlou et al., 2006)	60-75	0/12	0/10	24 3d/s	80% VO ₂ max	Impacto y cargas. Acuático	*		*
Presente estudio (2008)	56,9±6	0/21 ^N 0/21 ^{IR}	0/17	48(1a) 2d/s	12-15 Borg	Natación/ Impacto y cargas. Acuático	* ^N * ^{IR}	*	

6.3. Fuerza isométrica máxima.

En los resultados del presente estudio encontramos que la fuerza isométrica máxima lumbar y de piernas (FIMl y FIMp) en el GN disminuyen significativamente en 14,09% y 22,18% respectivamente al final del estudio, no verificando parcialmente la hipótesis 2 planteada (figura 50). No encontramos diferencias significativas entre grupos, no verificando la hipótesis 7.

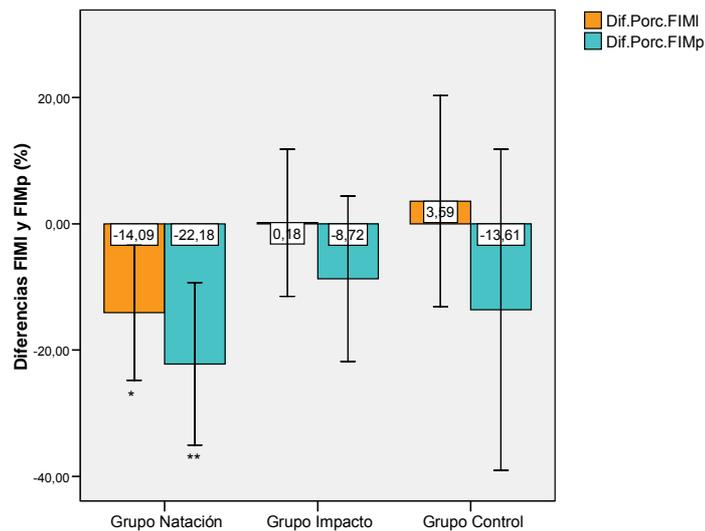


Figura 50. Diferencia porcentual de FIMl y FIMp en GN, GIR y GC. (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$).

Para la mejora de la fuerza isométrica, el tipo de entrenamiento que se aconseja aplicar es el que se contenga dentro de su planificación ejercicios isométricos en los que se trabaje la musculatura a evaluar, como demuestran estudios donde se ha trabajado isométricamente mediante electroestimulación del cuádriceps, obteniendo mejoras significativas en la evaluación isométrica del mismo (Selkowitz, 1984). Y otros en los que se ha aplicado un programa de ejercicios en plataforma vibratoria incluyendo ejercicios isométricos similares a los practicados en la realización del test de fuerza isométrica de la musculatura del tren inferior (Torvinen et al., 2002). Incluso en personas mayores operadas de la articulación de la rodilla se ha conseguido mediante electroestimulación mejorar la fuerza isométrica del cuádriceps (Lewek, Stevens, & Snyder-Mackler, 2001).

El entrenamiento mediante ejercicios dinámicos también se ha mostrado eficaz, siempre y cuando cumpla un requisito fundamental: que exista similitud entre la angulación en la que se realiza el test y la angulación a la que se ha trabajado (Stone et al., 2000). Programas de ejercicios basados en la flexo-extensión de

| DISCUSIÓN

tronco hasta el agotamiento, realizados solamente 1 día a la semana, han demostrado conseguir mejoras significativas en la fuerza isométrica lumbar tras 12 y 20 semanas de aplicación (Carpenter et al., 1991; Mayer, Graves, Udermann, & Ploutz-Snyder, 2002). Estos resultados también son significativos si el programa se aplica 2 y 3 días en semana.

Existen programas en los que este requisito no se cumple y, sin embargo, han obtenido resultados satisfactorios en cuanto a la fuerza isométrica lumbar y de piernas. En todos ellos hay una pauta general de actuación, que difiere con el presente estudio y que se relaciona con la alta intensidad a la que se ha aplicado en entrenamiento. Lo que queda reflejado en estudios en los que se ha trabajado con mujeres mayores mediante un entrenamiento con cargas máximas y fuerza explosiva durante 25 semanas, donde se incluían ejercicios de extensión de rodillas (K. Häkkinen et al., 2001), mediante el entrenamiento de fuerza del tren inferior en cicloergómetro durante 16 semanas (Macaluso et al., 2003), o mediante la caminata de alta intensidad durante 20 semanas (Nemoto, Gen-no, Masuki, Okazaki, & Nose, 2007). En ellos se encuentran mejoras en la fuerza isométrica de piernas, evaluada mediante un dinamómetro en posición sentado y en distintas angulaciones de rodilla 107°, 90° y 90° respectivamente.

Así mismo, otros estudios en los que se ha trabajado con hombres y mujeres de mediana edad con artritis reumatoide durante 2 años mediante un entrenamiento con cargas externas en gimnasio a intensidad moderada-alta (50-70% VO₂max), han obtenido mejoras de la fuerza isométrica lumbar, medida con un dinamómetro de cadena en posición de pie similar al utilizado en el presente estudio, sin encontrar diferencias respecto al grupo control (A. Häkkinen, Sokka, Kotaniemi, & Hannonen, 2001). En éste se especifica la angulación determinada para de la zona lumbar.

El entrenamiento aeróbico, de impacto y cargas adicionales de alta intensidad en medio aéreo durante 48 semanas (1 año) en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas produce mejoras significativas en la fuerza isométrica máxima lumbar, medida con un dinamómetro sentado (no especifican la angulación determinada para la zona lumbar), encontrando diferencias significativas respecto al grupo control (Kemmler et al., 2002). Un estudio similar llevado a cabo durante 1 año, no encuentra mejoras significativas en la fuerza isométrica de piernas

medida con un dinamómetro en posición sentado, ni diferencias entre el grupo de trabajo y el grupo control (Taaffe et al., 2005). Sin embargo, otro estudio similar aplicado durante 2 años encuentra mejoras significativas en la fuerza isométrica de piernas medida con un dinamómetro sentado, y obtiene diferencias significativas entre el grupo de trabajo y el grupo control (Sipilä et al., 2001). Ambos estudios se realizaron a 60° de flexión de rodilla.

La combinación de la natación practicada 2 días/semana con el trabajo de fuerza en gimnasio practicado 3 días/semana a alta intensidad durante 5 meses en mujeres mayores, produce mejoras significativas de la fuerza isométrica de piernas (Cancela & Ayán, 2007), medida con un dinamómetro de pie similar al del presente estudio y a una angulación de rodilla similar (140°). Sin embargo, éstas mejoras no son significativas en el grupo que realizaba natación y ejercicios de impacto en piscina poco profunda, medida con el mismo dinamómetro, coincidiendo con el presente estudio y con el estudio de Taaffe donde utilizan un dinamómetro en posición sentado.

Otros estudios llevados a cabo en el medio acuático con hombres y mujeres mayores mediante el trabajo de impacto y resistencias adicionales a moderada y alta intensidad y durante 8 y 24 semanas respectivamente (Cider, Schaufelberger, Sunnerhagen, & Andersson, 2003; Tsourlou et al., 2006), obtuvieron mejoras significativas en la fuerza isométrica de piernas analizada mediante un dinamómetro en posición sentado a una angulación de rodilla de 60° y 65° respectivamente. Mientras que con un dinamómetro de pie, similar al del presente estudio, no se obtuvieron diferencias significativas a una angulación de rodilla de 90°, con un programa en el medio acuático de características similares, a intensidad media, llevado a cabo durante 20 semanas con personas mayores (Lord et al., 2006).

La revisión de la bibliografía indica que posiblemente el GN vea reducida la fuerza isométrica lumbar y de piernas en primer lugar, por la falta de similitud entre el tipo de entrenamiento llevado a cabo por este grupo y el test realizado; y en segundo lugar, por la no existencia de un programa de trabajo muscular en diferentes angulaciones articulares. El entrenamiento del GN se componía de un ejercicio dinámico complementado con implementos típicos de la natación, en el que se trabajaba predominantemente en posición horizontal del cuerpo sin flexión en la

| DISCUSIÓN

zona lumbar ni en las rodillas y sin embargo, el test requería un trabajo isométrico en posición de pie, manteniendo una flexión lumbar de 45° y una flexión de piernas de 120°.

La figura 51 muestra las puntuaciones en el análisis inicial y final de la fuerza isométrica máxima lumbar en los tres grupos, pudiéndose observar la diferencia de las puntuaciones finales en los mismos.

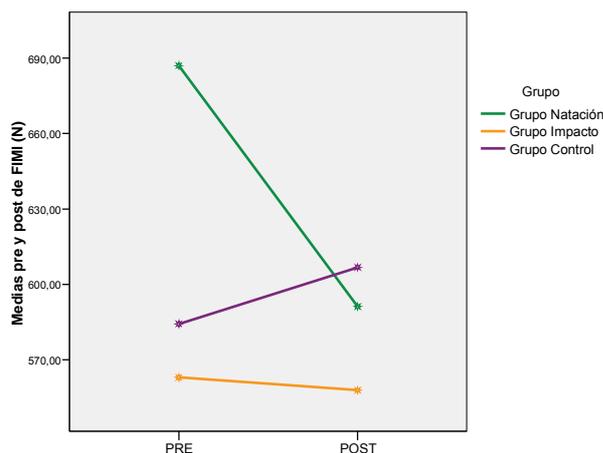


Figura 51. Medidas pre y post de FIMI en GN, GIR y GC.

La inexistencia de ejercicios en los que se trabaje con angulaciones articulares similares a las requeridas por el instrumento, han podido influir en la dificultad de las componentes del GN para centralizar la fuerza en la zona en la que debían realizar la contracción; hecho al que posiblemente haya que añadir la falta de fortalecimiento muscular en dichas angulaciones articulares ya que, en el trabajo de Cancela (Cancela & Ayán, 2007), su muestra de mujeres mayores conseguía mejoras significativas de la fuerza isométrica de piernas con un instrumento similar al del presente estudio, pero en éste se incluían 3 días/semana de trabajo de musculación con máquinas.

Esto indica la importancia del trabajo de fuerza de alta intensidad en distintas angulaciones articulares como complemento a la natación para conseguir mejoras significativas de la fuerza isométrica. No olvidemos el estudio de Häkkinen (K. Häkkinen et al., 2001), en el que consiguen mejoras significativas de la fuerza isométrica lumbar mediante un trabajo con cargas en gimnasio, evaluado con un dinamómetro similar al del presente estudio. O el estudio de Foley (Foley, Halbert, Hewitt, & Crotty, 2003), en el que entrenando fuerza en gimnasio con mayores a moderada intensidad durante 6 semanas, se mejoraba la fuerza isométrica de

piernas, pero no se obtenían los mismos resultados con el entrenamiento de resistencia con cargas en el medio acuático.

La intensidad de trabajo puede haber influido en los resultados del presente estudio en cuanto a la fuerza isométrica lumbar, ya que en otros en los que se aplica un programa de ejercicios similar en el medio aéreo a una intensidad elevada, se han obtenido mejoras significativas en la misma (Kemmler et al., 2002). Y en relación a este tema nos parece interesante hacer mención a los resultados no significativos obtenidos por el GIR. Aunque es importante indicar que en este caso, la intensidad de trabajo puede tener mucho que ver con el medio en el que se ha trabajado ya que en el agua, y siguiendo el Principio de Arquímedes, las cargas utilizadas para trabajar el tren superior pesan menos que en el medio aéreo y aunque la viscosidad del fluido haga que aumente la intensidad de trabajo durante el movimiento, posiblemente no se consiga la misma intensidad que con el trabajo muscular con cargas adicionales de alta intensidad.

Por otro lado, y debido a la diversidad de resultados encontrados en programas aplicados tanto a intensidades moderadas como altas en el medio acuático en cuanto a la fuerza isométrica de piernas, es interesante hacer mención al tipo de instrumento utilizado.

En la literatura encontramos la comprobación de que ya sea en posición sentado o de pie -siempre y cuando se asegure el mantenimiento de la posición en el ángulo indicado- y que la pelvis y las rodillas estén estabilizadas, el dinamómetro cumplirá los requisitos y es válido para medir la fuerza isométrica de la zona lumbar (Essendrop, Schibye, & Hansen, 2001; Heinonen et al., 1994; Smith, Mayer, Gatchel, & Becker, 1985). Consideramos que en el presente estudio se han respetado y controlado estas pautas a la hora de realizar el test y por tanto confiamos en la validez de los resultados obtenidos.

Sin embargo, para localizar la ejecución correctamente en el tren inferior es recomendable anular la interacción de la parte superior del cuerpo en el ejercicio, como ocurre con los dinamómetros que se utilizan en posición sentado (Heinonen et al., 1994). En los estudios que se han mencionado anteriormente, aún aplicando intensidades diferentes, a partir de los dos meses de trabajo se han obtenido resultados significativos en mujeres postmenopáusicas y mayores con un

| DISCUSIÓN

dinamómetro en posición sentado (Cider et al., 2003; Tsourlou et al., 2006) y, aplicando un programa similar durante más tiempo y a alta y moderada intensidad, no se han obtenido dichas diferencias con un dinamómetro en posición de pie (Cancela & Ayán, 2007; Lord et al., 2006), coincidiendo con el presente estudio. Quizá estos datos de fuerza isométrica del tren inferior estén contaminados por la interacción de la musculatura de la parte superior del tronco en el ejercicio, ya que la cadena del dinamómetro era sujeta con las manos durante la tracción y aunque el tren superior permaneciera bloqueado, la acción de los hombros y la posición corporal ha podido influir en que las participantes no hayan centrado totalmente la aplicación de la fuerza en las piernas (ver figura 52). De hecho, nuestros resultados muestran una correlación alta en toda la muestra ($r=0,77$) entre la fuerza isométrica lumbar y la de piernas, que explicaría el valor de esta última a partir de la primera en un 58% de los casos con un margen de error $p<0.01$. Con lo cual, no podemos comparar estos datos con los obtenidos en los estudios en los que se ha utilizado un dinamómetro sentado.

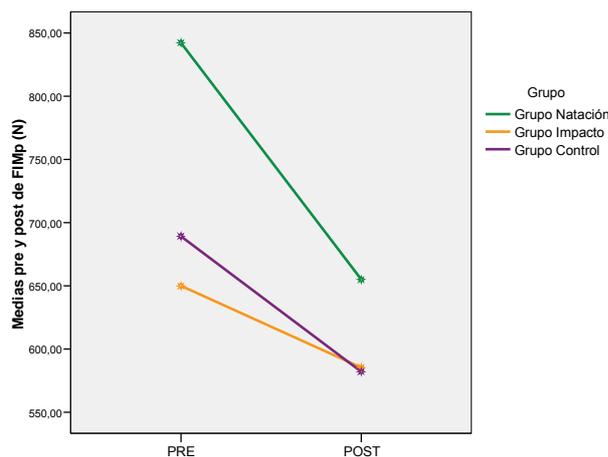


Figura 52. Medidas pre y post de FIMp en GN, GIR y GC.

Tabla 59. Análisis de los cambios en la fuerza isométrica lumbar y de piernas en diferentes estudios.

Estudio	Edad (años)	Muestra		Intervención			Cambios en la fuerza isométrica	
		ENT H/M	CON H/M	Durac (sem)	Int.	Progr.	PIERNAS ENT CON	ESPALDA ENT CON
(Cancela & Ayán, 2007)	68,5±3,4	0/27 0/29		20 5d/s	75% 1RM	Natación y cargas/ Natación impacto.Ac	*	
(Cider et al., 2003)	72,1±6,1	11/5	6/3	8 3d/s	40-70% VO ₂ max	Impacto cargas. Acuático	*	
(Foley et al., 2003)	70,9±8,8	15/20 17/15	20/15	6 3d/s	40-60% 1RM	Cargas acuático/ Cargas gimnasio	*	
(A. Häkkinen et al., 2001)	49±10	13/18	11/20	96(2a) 2d/s	50-70% 1RM	Cargas Terrestre		*
(K. Häkkinen et al., 2001)	67± 3	0/10	0/0	24 3d/s	70-80% 1RM	Cargas máximas y fuerza expl.	*	
(Kemmler et al., 2002)	55,1±3,4	0/59	0/41	48(1a) 3d/s	70-90% 1RM	Aerob, imp y cargas. Aéreo.		*
(Lord et al., 2006)	71,8±8,8	18/67	7/37	20 2d/s		Impacto y cargas. Acuático		
(Macaluso et al., 2003)	69±2,7	0/20	0/18	16 3d/s	40-80% 1RM	Fuerza cicloerg.	*	
(Nemoto et al., 2007)	63±6	11/31	9/37	20 3d/s	60-80% VO ₂ max	Caminata	*	
(Sipilä et al., 2001)	50-57	0/12 ^E	0/15	69(2a) 4d/s		Impacto y cargas. Terrestre	*	
(Taaffe et al., 2005)	50-57	0/12 ^E	0/15	48(1a) 2d/s		Impacto y cargas. Terrestre		
(Tsourlou et al., 2006)	60-75	0/12	0/10	24 3d/s	80% VO ₂ max	Impacto y cargas. Acuático	*	
Presente estudio (2008)	56,9±6	0/21 ^N 0/21 ^{IR}	0/17	48(1a) 2d/s	12-15 Borg	Natación/ Impacto y cargas Ac.	*	*

| DISCUSIÓN

6.4. Capacidad aeróbica máxima e índice de fitness.

La figura 53 muestra que al final del estudio se ha obtenido una diferencia significativa positiva de 12,64% en el VO₂max del GIR, verificando parcialmente la hipótesis 3. Aunque no se encuentran diferencias significativas entre grupos, no verificándose la hipótesis 8.

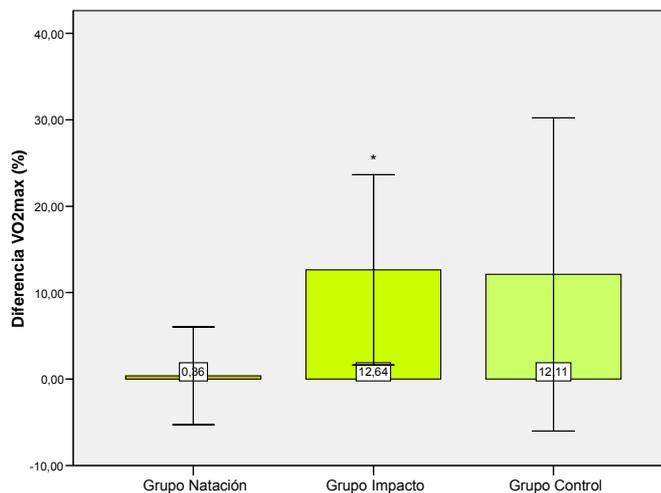


Figura 53. Diferencia porcentual de VO₂max en GN, GIR y GC. (*p<0,05).

En relación a éstos resultados coincidimos con otro programa de impacto y resistencias con mujeres postmenopáusicas y osteopénicas aplicados en el medio acuático durante 1 año, 3 días/semana (Bravo, Gauthier, Roy, Payette, & Gaulin, 1997), en el que se utilizaron intensidades moderadas y se obtuvieron mejoras significativas con un procedimiento indirecto validado, similar al utilizado en el presente estudio (caminar media milla). Otro programa de impacto y resistencias adicionales aplicado en el medio acuático durante 12 semanas, 3 días/semana, en mujeres mayores a intensidad moderada, ofrece mejoras significativas en el VO₂pico del 12%, similares a las del presente estudio, medido por procedimiento directo (espirometría en cicloergómetro) (Takeshima et al., 2002).

Nuestros resultados difieren de los obtenidos por estudios de menor duración, 8 semanas, con hombres y mujeres mayores, donde no se obtienen mejoras significativas del VO₂max aplicando un programa de impacto y resistencias en el medio acuático a moderada intensidad, medido mediante espirometría (Fisher, Dolan, Brenner, & Rendingast, 2004). Tampoco con otros de hipertrofia muscular en el agua con jóvenes, de 12 semanas de duración, 3 días/semana, medido mediante espirometría (Correia et al., 2007).

Los resultados del presente estudio, indican que el método de entrenamiento de impacto y resistencias adicionales en el medio acuático aplicado a una intensidad moderada (puntuación de la Escala de Borg de 12-15), 2 días/semana, durante 1 año, es suficiente para obtener mejoras significativas en el $VO_2\text{max}$ de mujeres postmenopáusicas de mediana edad, oponiéndose al deterioro que experimenta la capacidad aeróbica con la edad (Wilmore & Costill, 2004).

Este análisis coincide con otras investigaciones realizadas con personas de mediana edad y mayores en el medio aéreo mediante diversos métodos de entrenamiento a intensidad moderada aplicados 1-4 días/semana: el entrenamiento en cicloergómetro durante 6 meses con hombres de mediana edad al 60% del $VO_2\text{max}$, medido directamente mediante espirometría (O'Donovan et al., 2005), el entrenamiento de caminata durante 15 semanas con hombres y mujeres de mediana edad a una intensidad del 65-75% $VO_2\text{max}$ (Laukkanen, Kukkonen-Harjula, Oja, Pasanen, & Vuori, 2000), o durante 6 meses con mujeres postmenopáusicas al 45-55% del $VO_2\text{max}$, medidos los dos últimos indirectamente con el test UKK (Asikainen et al., 2002); el entrenamiento aeróbico combinado con fuerza muscular y flexibilidad durante 6 meses en mujeres de mediana edad, medido con el test UKK (Brox & Froystein, 2005); o el entrenamiento exclusivo de resistencia cardiovascular, el entrenamiento exclusivo de fuerza muscular o el entrenamiento combinado de fuerza muscular y resistencia cardiovascular durante 18 semanas en hombres mayores, medido por procedimiento directo (Izquierdo, Ibáñez, Larrión, & Gorostiaga, 2003).

Según estos datos, los programas de ejercicio de moderada intensidad con una duración mínima de 3 meses, ya se apliquen en el medio aéreo o acuático, son efectivos a la hora de conseguir beneficios en la capacidad aeróbica de mujeres y hombres de mediana edad y mayores. Aunque existen diferencias respecto al sexo en el $VO_2\text{max}$, se han incluido programas con hombres y mixtos porque no existen diferencias significativas en relación a la posibilidad de mejora (Wilmore & Costill, 2004).

Sin embargo, estas indicaciones no se cumplen en el GN, ya que no se encuentran mejoras significativas tras entrenar a una intensidad moderada (puntuación de la Escala de Borg de 12-15), 2 días/semana, durante 1 año. En

| DISCUSIÓN

este caso, la explicación reside en distintos determinantes: el nivel de fitness inicial, y la intensidad y frecuencia del entrenamiento (Wilmore & Costill, 2004).

Para poder comparar el cambio en el VO₂max que han experimentado los tres grupos al final del estudio, eliminando la posible influencia de otros factores como el peso corporal de la muestra, es indispensable hallar el porcentaje de cambio en sus valores de VO₂max teniendo en cuenta los valores iniciales. Este cálculo se extrae como sigue (Wilmore & Costill, 2004):

$$\% \text{ de cambio} = \frac{(\text{VO}_2\text{max final} - \text{VO}_2\text{max inicial})}{\text{VO}_2\text{max inicial}} * 100$$

De acuerdo con esta ecuación, el % de cambio del GN es 0,42%; el del GIR, 7,7% y el del GC, 13,8%. Como se puede observar, el GN es el que menos % de cambio ha experimentado tras 1 año de tratamiento, mientras que el GC es el que más % de cambio tiene. Quienes tienen una preparación inicial baja, generalmente experimentan un mayor porcentaje de incremento del VO₂max (Wilmore & Costill, 2004).

En la figura 54 se muestran las puntuaciones de la evaluación inicial y final en los tres grupos de estudio.

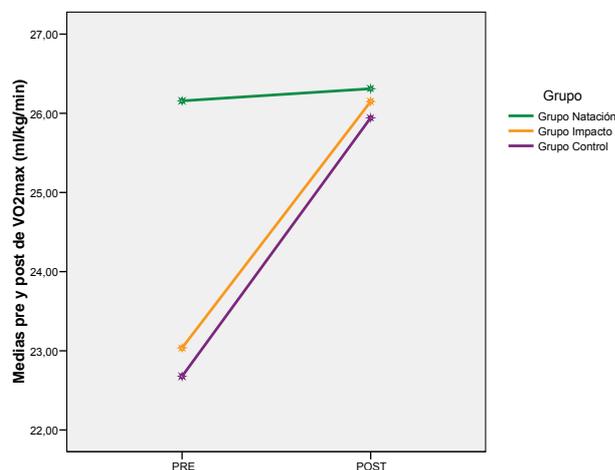


Figura 54. Medidas pre y post de VO₂max en GN, GIR y GC.

Si volvemos a los datos de partida de cada grupo, podremos comprobar que el GC es el que menos VO₂max tiene, con lo que es lógico que haya experimentado mayor cambio que el resto de los grupos, teniendo en cuenta que las mujeres que lo componían eran físicamente activas, es decir, realizaban actividad física en su

vida cotidiana y, como se especifica en la introducción del presente estudio, la mera práctica de actividad física habitual no estructurada puede mantener e incluso mejorar algunos atributos de la condición física como la capacidad aeróbica (Barengo et al., 2004; Di Pietro, Kohl, Barlow, & Blair, 1998). Por otro lado, hay que tener en cuenta que el tamaño del GC se vio muy reducido al finalizar el estudio, acudiendo a la evaluación las mujeres que se mantenían físicamente activas.

Del mismo modo, el GIR experimenta un % de cambio mayor que el GN tras el entrenamiento porque parte de un $VO_2\text{max}$ más bajo. En adición, el hecho de que el test mediante el que se ha hallado indirectamente el $VO_2\text{max}$ esté basado fundamentalmente en la caminata, ha podido hacer que las componentes de este grupo obtengan mejores valores, dado que su programa de entrenamiento en piscina poco profunda incluía actividades fundamentadas en la caminata, la carrera y los saltos con la carga añadida de la resistencia que el agua opone al movimiento.

Con estos datos, se puede indicar que el % de cambio tan pequeño que se refleja en el GN puede deberse a que la intensidad y/o la frecuencia de entrenamiento no han sido suficientes para incrementar su $VO_2\text{max}$ de partida, correspondiente a un índice de fitness normal. Aunque sí han sido suficientes para su mantenimiento.

Los programas de natación de moderada intensidad que han obtenido beneficios sobre el $VO_2\text{max}$ con jóvenes, tienen una duración de más de 1 año y una frecuencia de entrenamiento de 2-3 días/semana (Benefice, Mercier, Guerin, & Prefaut, 1990; Sideraviciūtė, Galiūnienė, Visagurskienė, & Vizbaraitė, 2006). Sin embargo, si la intensidad de entrenamiento es alta y la duración de al menos 1 año, 3 días/semana, en hombres y mujeres de mediana edad se consiguen incrementos significativos del $VO_2\text{max}$ (Martin et al., 1987). Con menor duración (5 meses) y la misma intensidad, no se obtienen mejoras en el $VO_2\text{max}$ en mujeres mayores (Cancela & Ayán, 2007).

Especificamos por tanto que el entrenamiento en el medio acuático seguido por el GIR a intensidad moderada, 2 días/semana durante 1 año, ha sido efectivo sobre una muestra con un $VO_2\text{max}$ de partida correspondiente a un índice de fitness por

| DISCUSIÓN

debajo de la media, coincidiendo con el estudio de Takeshima (Takeshima et al., 2002).

Es interesante indicar que al final del estudio el índice de fitness de los grupos GN y GIR correspondía con una categoría de fitness normal, según el Instituto UKK (Oja, Laukkanen, Loponen, Pasanen, & Kukkonen-Harjula, 1998), siendo la mejora del GIR significativa en 10,75 puntos (figura 55). Mientras que el GC permanecía en una categoría de fitness por debajo de la media. Estos datos verifican la hipótesis 9 del presente estudio.

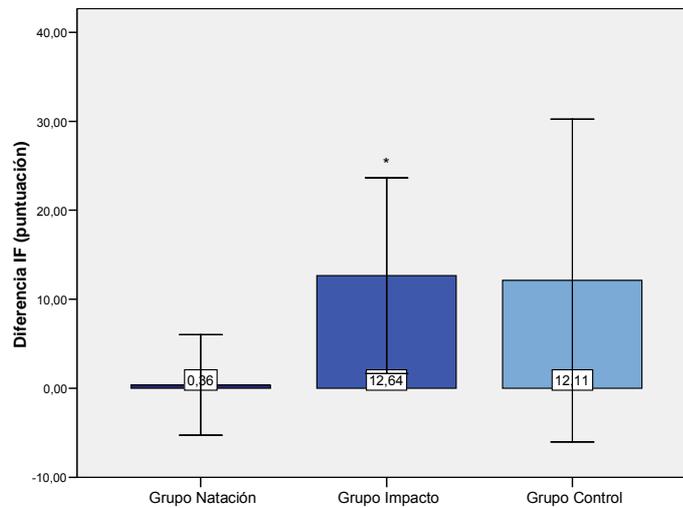


Figura 55. Diferencia IF (puntuación) en GN, GIR y GC. (* $p < 0,05$).

Tabla 60. Análisis de los cambios en el VO₂max en diferentes estudios.

Estudio	Edad (años)	Muestra		Intervención			Cambios en el VO ₂ max	
		ENT H/M	CON H/M	Durac. (sem)	Int.	Progr.	ENT	CON
(Asikainen et al., 2002)	48-63	0/39	0/40	24 2d/s	45-55% VO ₂ max	Caminata	*	
(Benefice et al., 1990)	10-15	45/0	95/0	2años 3d/s	Mod.	Natación	*	
(Bravo et al., 1997)	59,4±5,5	0/77	0/0	48(1a) 3d/s	Mod	impacto y cargas Acuático	*	
(Brox & Froystein, 2005)	42,5	0/63	0/56	24 1d/s	Mod	Aeróbico y fuerza.	*	
(Cancela & Ayán, 2007)	68,5±3,4	0/27 0/29	0/0	20 5d/s	75% 1RM	Natación y cargas/ Natación impacto. Acuático		
(Correia et al., 2007)	22±7	13/7	0/0	12 3d/s	50-70 VO ₂ max	Fuerza en agua.		
(Fisher et al., 2004)	74,5±6,1	9/9	0/0	8 2d/s	Mod	Impacto y cargas. Acuático		
(Izquierdo et al., 2003)	65-74	31	0/0	16 2d/s	70-75% 1RM	Fuerza/resistencia/combinado	*/**	
(Laukkanen et al., 2000)	30-55	28/30	27/31	15 4d/s	45-55% VO ₂ max	Caminata	*	
(Martin et al., 1987)	30-48	9/3	3/2	48 6d/s	Alta	Natación y cargas	*	
(Sideraviçiüté et al., 2006)	14-19	0/28	0/0	56 2d/s	144-156 puls/min	Natación	*	
(Takeshima et al., 2002)	60-75	0/15	0/15	12 3d/s	40-70% VO ₂ max	Impacto y cargas. Acuático	*	
Presente estudio (2008)	56,9±6	0/21 ^N 0/21 ^{IR}	0/17	48(1a) 2d/s	12-15 Borg	Natación/ Impacto y cargas. Acuático		*

| DISCUSIÓN

6.5. Flexibilidad activa de tronco.

Los resultados sobre flexibilidad activa de tronco del presente estudio muestran una reducción significativa ($p < 0,05$) de la flexibilidad profunda y lateral (FlexP, FlexLd y FlexLi) del GN en un porcentaje de 15,96%, 7,66% y 6,49% respectivamente, no verificándose parcialmente la hipótesis 1 y 3 (figura 56). No encontramos diferencias entre grupos, no verificándose la hipótesis 10.

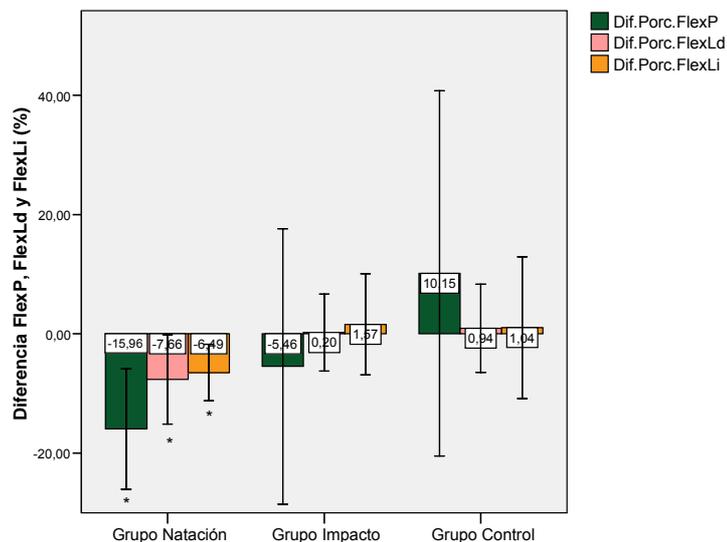


Figura 56. Diferencia porcentual de FlexP, FlexLd y FlexLi en GN, GIR y GC. (* $p < 0,05$).

En el presente estudio, los ejercicios de flexibilidad se han realizado en la última parte de la sesión durante 5 minutos, como recomienda el ACSM para la práctica de ejercicio saludable (Ashe & Khan, 2004), con el objetivo de eliminar la pequeña tensión muscular residual característica de la práctica deportiva y facilitar la relajación. Se han aplicado ejercicios suaves de flexibilidad activa, implicando grandes grupos musculares y grupos musculares específicos trabajados durante la sesión. Los dos grupos, GN y GIR, han realizado las mismas sesiones de flexibilidad en la vuelta a la calma, en la piscina poco profunda.

Con este trabajo en la última parte de la sesión, no se buscaba influir específicamente sobre la mejora de la capacidad de flexibilidad, ya que la flexibilidad activa incide únicamente sobre la unidad músculo-tendón (Gore, 2000) y sin embargo, para conseguir estas mejoras hay que incidir sobre los ligamentos y las cápsulas articulares, de lo que se encargan los estiramientos pasivos (Colado, 2004; De Deyne, 2001). La finalidad era relajar la musculatura tras el ejercicio, aprovechando las condiciones de flotabilidad que ofrece el medio acuático y que son propicias para la búsqueda de un mayor rango de movilidad

articular y de elongación de los tejidos, especialmente en personas con movilidad reducida o con dolor o inflamación articular.

En los resultados de este estudio, por tanto, no se esperaba que el trabajo de flexibilidad realizado con ambos grupos resultara en grandes beneficios de la misma. La finalidad propuesta era analizar si existiría algún efecto diferenciador de ambos programas de ejercicio planteados (GN y GIR) sobre el rango de movilidad del tronco, ya que la movilización en flexo-extensión profunda y lateral es aconsejable para ganar flexibilidad en el tronco (Rainville et al., 2004). Y si las participantes del GC experimentarían una reducción de la flexibilidad con el paso de 1 año, dado el deterioro físico que se experimenta a medida que avanzan los años y sobre el que se ha hablado en el apartado de la introducción.

Nuestros hallazgos indican que la natación practicada durante 1 año hace que disminuya la flexibilidad profunda y lateral del tronco, mientras que no se encuentran diferencias significativas tras la realización del programa de impacto y resistencias en el medio acuático, ni en el GC. Estos resultados no son sorprendentes puesto que donde se espera que se mejore el rango de movimiento en la natación es en la articulación del hombro, la cadera, la rodilla y el tobillo (Gore, 2000), por su constante movilización durante el ejercicio.

La posición horizontal, tanto prono como supino, adoptada por el GN durante las sesiones de entrenamiento, en la que no se ha realizado trabajo alguno con flexión de tronco hacia delante o hacia los lados, a excepción de los virajes; posiblemente sea la responsable de la pérdida significativa de flexibilidad en esta región corporal, ya que los entrenamientos de fuerza, con movimientos de amplitud restringida y posturas adoptadas durante largos periodos de tiempo pueden originar un acortamiento de las fibras musculares y la rigidez de ligamentos, tendones y cápsulas articulares (Colado, 2004).

A este respecto, no coincidimos con Cancela, que mediante un programa de natación combinado con trabajo de musculación en gimnasio de alta intensidad, durante 5 meses, 5 días/semana, con mujeres mayores, sí encontraron mejoras significativas en la flexibilidad profunda de tronco (Cancela & Ayán, 2007); suponemos que por la realización de ejercicios de flexibilidad activa en la vuelta a la calma durante 5 días a la semana que, según otros estudios (Brent, William,

| DISCUSIÓN

Schulthies, Fellingham, & Meason, 2001), es una frecuencia suficiente y necesaria para mejorar la flexibilidad en mayores.

Los ejercicios de fuerza y resistencia aeróbica que incluyen variabilidad de movimientos de tronco y en los que el trabajo de flexibilidad se realiza mediante estiramientos activos en la vuelta a la calma como en el presente estudio, ofrecen resultados diferentes sobre la flexibilidad del tronco en mayores. Estudios en los que se aplica un programa de impacto y resistencias en el medio acuático con personas de mediana edad y mayores a intensidades medias y altas y con una duración de entre 5 meses y 1 año, obtienen resultados significativos en la flexión profunda de tronco (Bravo et al., 1997; Cancela & Ayán, 2007; Tsourlou et al., 2006). Mientras que otros, de similares características, duración e intensidad, llevados a cabo tanto en el medio aéreo como acuático, no obtienen dichas mejoras (Correia et al., 2007; Kemmler et al., 2002; Takeshima et al., 2002).

Los ejercicios aconsejados para mejorar la flexibilidad en mayores, ya sea en el medio acuático o no, son los que incluyen movilizaciones de carácter pasivo o mixto (Colado, 2004; De Deyne, 2001), en los que se incide sobre los mecanismos biomecánicos, neurológicos y moleculares de la articulación, forzando el rango articular con ayuda externa. Esto se ha demostrado en varios estudios (Farinatti, Vanfraechem, & Knudsen, 1996; Nóbrega, Paula, Cristina, & Carvalho, 2005) en los que, comparando actividades que incluyen movimientos de amplitud articular máxima pasiva y asistida, con ejercicios dinámicos con movilizaciones articulares en distintos planos de movimiento, se han obtenido grandes diferencias a favor de las actividades fundamentadas en la flexibilidad pasiva y asistida incluso estando combinadas con ejercicios de resistencia muscular.

Tras un año los tres grupos permanecen dentro de un nivel normal de flexibilidad profunda de tronco en relación con su edad (22-28 cm) (Rodríguez, 1998. Citado en Colado, 2004), con lo que no se encuentran pérdidas de flexibilidad profunda de tronco que puedan poner en peligro la salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera tras 1 año de ejercicio estructurado en el medio acuático o tras la simple práctica de actividad física habitual.

Para finalizar, encontramos una correlación positiva en toda la muestra entre la FlexLd y la FlexLi ($r=0,79$), que explicaría el valor de esta última a partir de la

primera en un 62% de los casos, con una seguridad del 99%; coincidiendo con los resultados de Sunni (Sunni et al., 1996), donde validan este test para la medición de la flexibilidad lateral de tronco en personas mayores, lo que indica la buena praxis en la realización del mismo.

Tabla 61. Análisis de los cambios en la flexibilidad profunda y lateral de tronco en diferentes estudios.

Estudio	Edad (años)	Muestra		Intervención			Cambios en la flexibilidad	
		ENT H/M	CON H/M	Durac. (sem)	Int.	Progr.	PROF	LAT
(Bravo et al., 1997)	59,4±5,5	0/77	0/0	48(1a) 3d/s	Mod	impacto y cargas Acuático	*	
(Cancela & Ayán, 2007)	68,5±3,4	0/27 0/29	0/0	20 5d/s	75% 1RM	Natación y cargas/ Natación impacto. Acuático	*	*
(Correia et al., 2007)	22±7	13/7	0/0	12 3d/s	50-70 VO ₂ max	Fuerza en agua.		
(Farinatti et al., 1996)	70±6,7	24 22	0/0	48(1a) 3d/s	Mod	Yoga Impacto	*	
(Kemmler et al., 2002)	55,1±3,4	0/59	0/41	48(1a) 3d/s	70-90% 1RM	Aerob, imp y cargas. Aéreo.		
(Nóbrega et al., 2005)	21±4	28/15		12 3d/s	Mod	Cargas y flex pasiva	*	
(Takeshima et al., 2002)	60-75	0/15	0/15	12 3d/s	40-70% VO ₂ max	Impacto y cargas. Acuático		
(Tsourlou et al., 2006)	60-75	0/12	0/10	24 3d/s	80% VO ₂ max	Impacto y cargas. Acuático	*	
Presente estudio (2008)	56,9±6	0/21 ^N 0/21 ^{IR}	0/17	48(1a) 2d/s	12-15 Borg	Natación/ Impacto y cargas. Acuático	-*	-*

| DISCUSIÓN

6.6. Estado de salud percibido.

No se obtienen resultados significativos en relación al estado de salud físico o mental percibido en ninguno de los tres grupos del presente estudio, no verificándose las hipótesis 2 y 4 (figura 57). No existen diferencias significativas entre grupos, no verificándose la hipótesis 12.

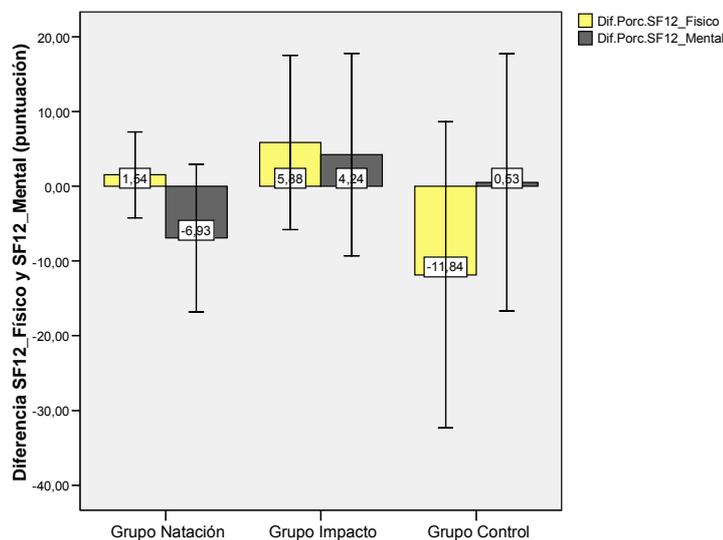


Figura 57. Diferencia de SF12_Físico y SF12_Mental (puntuación) en GN, GIR y GC.

En relación a estos cambios no significativos en el estado de salud físico y mental del GN y del GIR, coincidimos con otros estudios como el de Kemmler (Kemmler et al., 2002; Kemmler et al., 2005), en el que aplicando un programa de impacto y resistencias en el medio terrestre a mujeres postmenopáusicas y osteopénicas, de alta intensidad y durante 1 y 3 años, no obtienen mejoras significativas en el estado de salud físico y mental, medido con otro cuestionario (Fragebogen zur Lebenszufriedenheit). Otro estudio, en el que se aplica un programa de actividad física en el medio acuático de moderada intensidad a personas mayores con fallo cardíaco crónico durante 8 semanas (Cider et al., 2003), no encuentran diferencias significativas en el estado de salud físico o mental, medido con el SF-36. Sin embargo, en un programa de impacto y resistencias en el medio acuático con mujeres osteopénicas mayores durante 1 año (Bravo et al., 1997), mejoran significativamente el estado de salud mental, medido con Dupuy's General Well-Being Schedule.

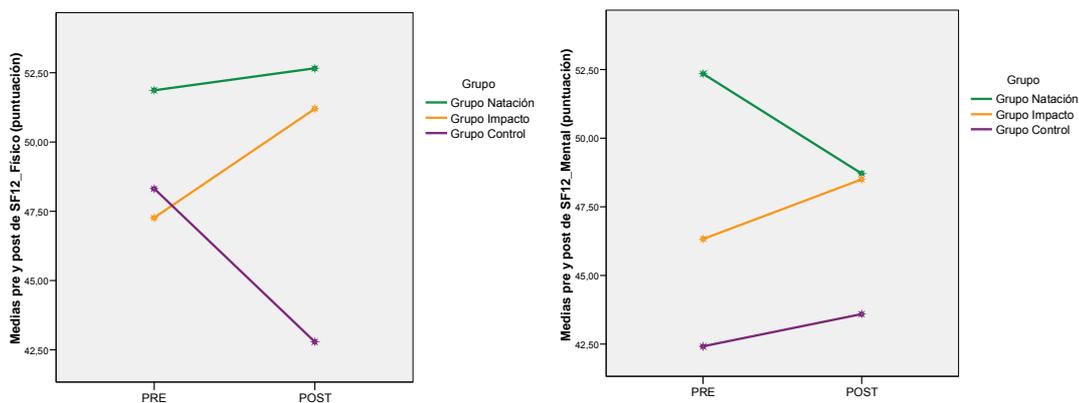
Revisando los estudios anteriores, parece que la edad y el género de los participantes, el tipo y la duración del programa aplicado, incluso padecer o no

algún tipo de patología, no son relevantes a la hora de obtener resultados relacionados con el estado de salud físico o mental. La diferencia entre los estudios citados está más relacionada con los resultados obtenidos. En el que se obtienen cambios significativos en el estado de salud físico y/o mental (Bravo et al., 1997), se consigue mejorar a su vez la mayoría de las variables relacionadas con la condición física (flexibilidad, capacidad aeróbica, agilidad, fuerza y DMO); mientras que en el resto (Cider et al., 2003; Kemmler et al., 2002; Kemmler et al., 2005), solo se consigue la mejora de 2 variables (fuerza isométrica y capacidad aeróbica) del conjunto de variables relacionadas con la condición física analizadas, situación similar a la que se produce en el presente estudio.

Esta situación se puede observar también en estudios en los que se aplica un programa específico para la mejora de una capacidad en concreto o el recobro de la funcionalidad de una región con una determinada patología, como los siguientes: un programa de actividad física en el medio acuático orientado hacia la mejora del equilibrio, realizado con mujeres postmenopáusicas y osteopénicas mayores de moderada intensidad y aplicado durante 10 semanas (Devereux, Robertson, & Briffa, 2005), en el que sí encuentran mejoras significativas en el estado de salud físico y mental, medido con el SF-36, tras mejorar significativamente el equilibrio. Del mismo modo, un programa de fortalecimiento de la musculatura del tronco en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas durante 12 semanas (Chien, Yang, & Tsauo, 2005), obtuvo mejoras significativas en el estado de salud físico y mental, medido con el SF-36, tras mejorar significativamente la fuerza y la velocidad de extensión de tronco. Con personas de mediana edad con artritis reumatoide en la rodilla y la cadera, en las que mejoraron la fuerza dinámica de piernas y tronco con un programa de cargas adicionales en gimnasio de moderada intensidad durante 2 años (A. Häkkinen et al., 2001), obtuvieron puntuaciones favorables en relación al estado de salud, medido con el Health Assessment Questionnaire. Una muestra similar a esta última, en la que se mejoró la velocidad al caminar y la fuerza de piernas tanto con un programa en el medio acuático como con otro de fuerza en gimnasio (Foley et al., 2003), se obtuvieron resultados positivos en el estado de salud físico y mental medido con el SF-12. El Tai-Chi como método de equilibrio cuerpo-mente, parece eficaz a la hora de mejorar el estado de salud físico y mental de personas de mediana edad con dolores de cabeza crónicos producidos por hipertensión (Abbott, Hui, Hays, Li, & Pan, 2007).

| DISCUSIÓN

Encontramos, por tanto, una explicación a los resultados no significativos del estado de salud físico y mental obtenidos en el presente estudio, ya que del conjunto de variables analizadas en relación con la condición física, GN y GIR solo obtienen mejoras significativas en 2 de ellas, no pudiendo asumirse una mejora de la condición física general tras la aplicación de ambos programas en el medio acuático. A pesar de esto, el estado de salud físico y mental de los dos grupos que han realizado ejercicio periódico en el medio acuático durante 1 año (GN y GIR) muestra una puntuación mayor que el del GC al final del estudio, verificando la hipótesis 12 (figuras 58 y 59).



Figuras 58 y 59. Medidas pre y post de estado de salud físico y mental en GN, GIR y GC.

A colación, encontramos una buena correlación entre el estado de salud físico y el estado de salud mental en toda la muestra al finalizar el estudio ($r=0,5$), lo que indica la relevancia de la percepción de un buen estado de salud físico sobre la percepción de un buen estado de salud mental.

Tabla 62. Análisis de los cambios en el estado de salud físico y mental en diferentes estudios.

Estudio	Edad (años)	Muestra		Intervención			Mejora del estado de salud	
		ENT H/M	CON H/M	Durac. (sem)	Int.	Progr.	FIS	MENT
(Abbott et al., 2007)	44±13	4/9	6/11	15 2d/s		Tai Chi	*	*
(Bravo et al., 1997)	59,4±5,5	0/77	0/0	48(1a) 3d/s	Mod	impacto y cargas Acuático	*	*
(Cider et al., 2003)	72,1±6,1	11/5	6/3	8 3d/s	40-70% VO ₂ max	Impacto cargas. Acuático		
(Chien et al., 2005)	60,3±9,3	0/14	0/14	12 3d/s	Mod	Fuerza de tronco	*	*
(Devereux et al., 2005)	65-82	0/25	0/25	10 2d/s	Mod	Equilibrio y fuerza. Acuático	*	*
(Foley et al., 2003)	70,9±8,8	15/20 17/15	20/15	6 3d/s	40-60% 1RM	Cargas acuático/ Cargas gimnasio	*	*
(A. Häkkinen et al., 2001)	49±10	13/18	11/20	96(2a) 2d/s	50-70% 1RM	Cargas Terrestre	*	*
(Kemmler et al., 2002)	55,1±3,4	0/59	0/41	48(1a) 3d/s	70-90% 1RM	Aerob, imp y cargas. Aéreo.		
(Kemmler et al., 2005)	55,1±3,4	0/48	0/30	416(3a) 3d/s	70-90% 1RM	Aerob, imp y cargas. Aéreo.		
Presente estudio (2008)	56,9±6	0/21 ^N 0/21 ^{IR}	0/17	48(1a) 2d/s	12-15 Borg	Natación/ Impacto y cargas. Acuático		

| DISCUSIÓN

6.7. Composición corporal.

En los resultados de las variables relacionadas con la composición corporal del presente estudio, no se han encontrado cambios significativos en el IMC ni en el Pgraso en ninguno de los tres grupos que forman la muestra, no verificándose parcialmente las hipótesis 1 y 3 (figura 58). No se hallaron diferencias significativas en ninguna de las variables entre grupos, no verificándose la hipótesis 11.

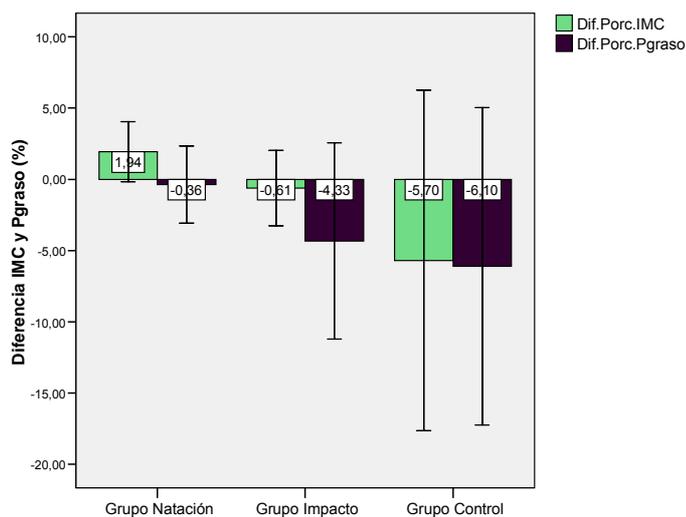


Figura 58. Diferencia porcentual de IMC y Pgraso en GN, GIR y GC.

Los resultados que muestra el GIR sobre el IMC del presente estudio son similares a otros en los que se ha aplicado un programa de ejercicios de impacto y resistencias en el medio acuático con mujeres postmenopáusicas y osteopénicas y mayores, a alta y moderada intensidad, durante 6 meses (Ay & Yurtkuran, 2005; Tsourlou et al., 2006). Asimismo, coinciden con un programa de impacto y cargas adicionales en medio aéreo con mujeres postmenopáusicas y osteopénicas, de 1 año de duración y alta intensidad (Kemmler et al., 2002), y con programas exclusivos de impacto en el medio aéreo con mujeres postmenopáusicas y osteopénicas durante 5 meses (Bassey, Rothwell, & Littlewood, 1998; Heinonen, Oja, Sievänen, Pasanen, & Vuori, 1998).

Los resultados que muestra el GIR sobre el Pgraso medido por bioimpedancia coinciden con los de otros programas de impacto y resistencias en medio aéreo con mujeres postmenopáusicas y osteopénicas, de alta intensidad y 1, 2 y 3 años de duración (Kemmler et al., 2002; Kemmler et al., 2005; Sipilä et al., 2001; Taaffe et al., 2005).

En cuanto a los resultados del GN, coincidimos con otro estudio de natación y resistencias adicionales con mujeres mayores, de 5 meses de duración a alta intensidad, en el que no encuentran diferencias significativas en el IMC (Cancela & Ayán, 2007). También concuerdan con otro estudio de natación en mujeres jóvenes de 14 meses de duración a moderada intensidad (Sideraviciūtė et al., 2006).

La aplicación de otros métodos de entrenamiento con mujeres postmenopáusicas y mayores, muestran la dificultad de obtener reducciones significativas del porcentaje graso medido tanto con IMC como con impedancia bioeléctrica. La caminata a moderada intensidad desde 12 a 36 semanas, no produce cambios en el IMC (Asikainen et al., 2002; Keller, Robinson, & Pickens, 2004; Murphy & Watsford, 2005). Tampoco el entrenamiento de fuerza con cargas externas tanto de moderada como de alta intensidad de entre 12 y 24 semanas (Chien et al., 2005; K. Häkkinen et al., 1998; K. Häkkinen et al., 2001).

La falta de efectividad de los distintos programas de ejercicio en la composición corporal de mujeres postmenopáusicas puede estar influenciada por la dieta, ya que los hábitos alimentarios de las participantes del estudio no sufrieron cambios significativos. Parece que la combinación de la práctica regular de ejercicio y una dieta baja en grasas es el tratamiento más efectivo para conseguir una pérdida de grasa corporal en mujeres de más de 50 años (Dunn et al., 2006).

Por otro lado, su condición de postmenopáusicas hace más difícil la pérdida de grasa a pesar de la realización de ejercicio, como indican estudios realizados con mujeres atletas de alta competición pre y postmenopáusicas (Van Pelt et al., 1998). Aunque el gasto metabólico en reposo es mayor en mujeres de mediana edad y mayores que practican ejercicio aeróbico habitualmente (Withers, Smith, Tucker, Brinkman, & Clark D.G, 1998).

En el presente estudio, el IMC de la muestra presenta una correlación negativa entre el IF y el $VO_2\text{max}$, y con las tres variables que valoran la flexibilidad activa de tronco. A este respecto no coincidimos con Sipilä (Sipilä et al., 2001), dado que en su estudio obtienen correlaciones inversas del IMC con la altura de salto en mujeres postmenopáusicas. Aunque sí encontramos coincidencias con Van Pelt (Van Pelt et al., 1998) respecto a la correlación inversa entre el IMC y el $VO_2\text{max}$ en mujeres postmenopáusicas.

| DISCUSIÓN

Tabla 63. Análisis de la coincidencia en los resultados de comp. corporal con diferentes estudios.

Estudio	Edad (años)	Muestra		Intervención			Coincidencia Comp. Corp.	
		ENT H/M	CON H/M	Durac. (sem)	Int.	Progr.	IMC	Pgraso
(Asikainen et al., 2002)	48-63	0/39	0/40	24 2d/s	45-55% VO ₂ max	Caminata	*	
(Ay & Yurtkuran, 2005)	54,1±7	0/21	0/21	24 3d/s	Mod	Impacto y cargas. Acuático	y *	
(Bassey et al., 1998)	55,8±3,3	0/45	0/32	20 6d/s		Impacto. Terrestre	*	
(Cancela & Ayán, 2007)	68,5±3,4	0/27 0/29	0/0	20 5d/s	75% 1RM	Natación y cargas/ Natación impactó. Acuático	y *	*
(Chien et al., 2005)	60,3±9,3	0/14	0/14	12 3d/s	Mod	Fuerza de tronco		*
(K. Häkkinen et al., 1998)	67± 3	0/10	0/0	24 3d/s	70-80% 1RM	Cargas máx y F expl.		*
(K. Häkkinen et al., 2001)	67± 3	0/10	0/0	24 3d/s	70-80% 1RM	Cargas máx y F expl		*
(Heinonen et al., 1998)	53±1	0/35	0/34	18 3d/s		Impacto, aéreo		*
(Keller et al., 2004)	54,53±7,2	0/29		36 3d/s	45-55% VO ₂ max	Caminata		*
(Kemmler et al., 2002)	55,1±3,4	0/59	0/41	48(1a) 3d/s	70-90% 1RM	Aerob, imp y cargas. Aéreo.	*	*
(Kemmler et al., 2005)	55,1±3,4	0/48	0/30	416(3a) 3d/s	70-90% 1RM	Aerob, imp y cargas. Aéreo.		*
(Murphy & Watsford, 2005)	60-69	0/13	0/13	12 3d/s	45-55% VO ₂ max	Caminata		*
(Sideraviciū té et al., 2006)	14-19	0/28	0/0	56 2d/s	144-156 puls/min	Natación		*
(Sipilä et al., 2001)	50-57	0/12 ^E	0/15	69(2a) 4d/s		Impacto y cargas. Terrestre		*
(Taaffe et al., 2005)	50-57	0/12 ^E	0/15	48(1a) 2d/s		Impacto y cargas. Terrestre		*
(Tsourlou et al., 2006)	60-75	0/12	0/10	24 3d/s	80% VO ₂ max	Impacto y cargas. Acuático	*	

6.8. MEDIDA DE OTRAS VARIABLES.

De acuerdo a lo mencionado en la metodología, se han tenido en cuenta los cambios experimentados por los tres grupos (GN, GIR y GC) durante el estudio en la variable de control: riesgo de fractura de cadera (RFC) y en las variables contaminantes: cambios en los hábitos de actividad física (CHAF) y cambios en los hábitos alimentarios (CHA), por su posible influencia sobre los cambios en las variables dependientes de la presente tesis doctoral.

★ **Riesgo de fractura de cadera (RFC).**

Como indican los datos obtenidos por Díaz, G (tesis doctoral Universidad Castilla La Mancha); no existen diferencias significativas en el RFC entre las valoraciones inicial y final del GN y el GIR, permaneciendo estos valores dentro del rango de moderado riesgo de fractura de cadera. Sin embargo, sí se encuentran diferencias significativas ($p < 0,01$) entre las valoraciones inicial y final del GC, aumentando el riesgo de fractura en un 41,59% y rozando el límite del elevado riesgo de fractura de cadera. Por otro lado, en la comparación final entre grupos, existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el T-score del GN y del GC con lo que, las mujeres postmenopáusicas que practican natación preservarán el moderado riesgo de fractura de cadera frente a las sedentarias.

★ **Cambios en los hábitos de actividad física (CHAF).**

Como indican los datos obtenidos por Díaz, G; no existen diferencias significativas en la frecuencia o el tiempo dedicado a realizar actividades físicas vigorosas, moderadas o a caminar en ningún grupo, entre las valoraciones inicial y final (tesis doctoral Universidad Castilla La Mancha). Por este motivo, los cambios descritos en las variables independientes de esta tesis doctoral no han podido verse afectados por los CHAF.

★ **Cambios en los hábitos alimentarios (CHA).**

Como indican los datos obtenidos por Díaz, G; no existen diferencias significativas en los CHA de cada grupo entre las valoraciones inicial y final (tesis doctoral Universidad Castilla La Mancha). Por este motivo, los cambios descritos en las variables independientes de esta tesis doctoral no han podido verse afectados por los CHA.

SINOPSIS:

Los datos indican que con el entrenamiento en el medio acuático -tanto de natación como de impacto y resistencias- de moderada intensidad con mujeres postmenopáusicas, se pueden conseguir mejoras en algunos de los componentes relacionados con la condición física, aunque sin encontrar relación con el estado de salud percibido. Sin embargo, si se trabajara a intensidades altas y/o se combinaran ambos programas de ejercicio, se podría facilitar que un mayor número de variables relacionadas con la condición física mejoraran o se mantuvieran, haciendo posible una relación positiva con el estado de salud percibido.

7

CONCLUSIONES

| CONCLUSIONES

En base a los resultados del presente estudio y siguiendo los objetivos planteados, las conclusiones que se derivan del mismo son las siguientes:

1. Dos programas de ejercicio en el medio acuático –de impacto y resistencias, y de natación-, de un año de duración y moderada intensidad, no producen resultados diferentes sobre la condición física y el estado de salud en mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
2. La natación practicada durante un año y a moderada intensidad produce mejoras en la fuerza-resistencia del tren superior y en la capacidad de salto, manteniéndose la capacidad aeróbica máxima. Sin embargo la fuerza isométrica lumbar y de piernas y la flexibilidad de tronco se ven reducidas.
3. El trabajo de impacto y resistencias en el medio acuático, de un año de duración y moderada intensidad, incide sobre la mejora de la capacidad de salto y la capacidad aeróbica, manteniéndose la fuerza isométrica y la flexibilidad.
4. Ambos programas de ejercicio en el medio acuático no modifican la percepción del estado de salud físico y mental de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
5. No existe un indicador claro que determine que alguno de los dos programas acuáticos sea el más indicado para la mejora de la condición física y el estado de salud de mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

| LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Al finalizar este estudio se hace necesaria una reflexión crítica sobre el mismo, analizando aspectos que puedan suponer un sesgo o comprometer en cierta medida la interpretación de los resultados y las propias conclusiones. De esta manera, consideramos que las limitaciones de este estudio son:

- ★ Puesto que el presente estudio contempla el segundo año de tratamiento ininterrumpido con el programa de natación y el de impacto y resistencias, las mejoras obtenidas sobre la condición física han podido ser de menor magnitud, ya que las participantes no partían de un nivel de condición física básico, sino que posiblemente ya habrían experimentado cambios en los componentes de la condición física durante el primer año.
- ★ El test realizado con el instrumento biocinético, ha podido favorecer al grupo de natación en los resultados de fuerza biocinética del tren superior por su similitud con la técnica de nado, enmascarando los resultados del grupo de impacto y resistencias. Otros instrumentos biocinéticos ofrecen la posibilidad de realizar test de fuerza biocinética del tren superior en diferentes posiciones de los segmentos del mismo, pudiendo ser más imparciales a la hora de ofrecer dichos resultados.
- ★ La realización de un test que evaluara los cambios en la fuerza-resistencia del tren inferior de las participantes en el estudio, de origen isocinético o isotónico, podría haber aclarado los resultados obtenidos en el test de salto, indicando si los programas de ejercicio aplicados han tenido un efecto positivo sobre la fuerza del tren inferior.
- ★ El hecho de que se hayan perdido más de la mitad de las componentes del grupo control tiene su origen en procesos patológicos y pequeñas discapacidades que limitaban la capacidad funcional de dichas participantes, lo que hizo que al final del estudio las componentes de este grupo fueran las que gozaban de un mejor estado funcional, repercutiendo posiblemente en los resultados obtenidos.

A pesar de que se han controlado los cambios en la actividad física habitual de las componentes del grupo control, algunas componentes han estado realizando ejercicio planificado y estructurado en el transcurso del estudio. Esta situación debería haber sido anulada por su posible influencia en los resultados obtenidos por dicho grupo.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

| FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Al finalizar el presente estudio, podemos plantear futuras líneas de trabajo que tienen su origen en el mismo:

- ★ Analizar el efecto del ejercicio en el medio acuático sobre el equilibrio y la coordinación, y su relación con el riesgo de caídas en mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera.
- ★ Estudiar los posibles cambios en la densidad de masa ósea, su relación con la ingesta de calcio y vitamina D y el riesgo de fractura de cadera de dichas mujeres.
- ★ Evaluar mediante cuestionarios si la realización de ejercicio en el medio acuático reduce la sensación de dolor, posiblemente producida por patologías crónicas.
- ★ Incluir dentro de los programas de ejercicio en el medio acuático el trabajo de flexibilidad pasivo o asistido, aprovechando las posibilidades que ofrece este medio, y analizar los efectos en el rango de movilidad articular de mujeres postmenopáusicas y mayores.
- ★ Realizar un estudio longitudinal de al menos cinco años de duración, para analizar la relación entre las ganancias de fuerza y el riesgo de caídas, puesto que las investigaciones indican que con una duración menor no se obtienen resultados significativos.
- ★ Medir si la práctica de ejercicio en el medio acuático mejora la realización de actividades instrumentales de la vida cotidiana (IADL), en relación con la mejora de la salud y el estado funcional en mujeres postmenopáusicas y mayores.
- ★ Analizar si el ejercicio en el medio acuático puede incrementar la masa magra (músculo y hueso) de mujeres postmenopáusicas y mayores, y su relación con el gasto calórico y el porcentaje de grasa corporal.

BIBLIOGRAFÍA

| BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, R. B., Hui, K.-K., Hays, R. D., Li, M.-D., & Pan, T. (2007). A randomized controlled trial of Tai Chi for tension headaches. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 4(1), 107-113.
- ACSM. (1998). *Exercise for older adults. ACE'S guide for fitness professionals*. San Diego, California: American Council on Exercise.
- ACSM. (2000). *Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Adami, S., Gatti, D., Braga, V., Bianchini, D., & Rossini, M. (1999). Site-specific effects of strength training on bone structure and geometry of ultradistal radius in postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 14, 120-124.
- Alessandri, N., Piccioni, M. G., Isabelli, V., Alessandri, G., Di Mateo, A., Padovani, D., et al. (2007). Morphological and functional changes of cardiovascular system in postmenopausal women. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 11, 107-117.
- Alnaqeeb, M. A., Al Zaid, N., S., & Goldspink, G. (1984). Connective tissue changes and physical properties of developing and ageing skeletal muscle. *Journal of Anatomy*, 139(4), 677-679.
- Ashe, M. C., & Khan, K. M. (2004). Exercise prescription. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 12, 21-27.
- Asikainen, T. M., Kukkonen-Harjula, K., & Miilunpalo, S. (2004). Exercise for health for early postmenopausal women. *Sports Medicine*, 34(11), 753-778.
- Asikainen, T. M., Miilunpalo, S., Oja, P., Rinnie, M., Pasanen, M., Uusi-Rasi, K., et al. (2002). Randomised, controlled walking trials in postmenopausal women: the minimum dose to improve aerobic fitness? *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 189-195.
- Ay, A., & Yurtkuran, M. (2005). Influence of aquatic and weight-bearing exercises in quantitative ultrasound variables in postmenopausal women. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 84(1), 52-61.
- Bailey, A. J. (2001). Molecular mechanisms of ageing in connective tissues. *Mechanisms of Ageing and Development*, 122, 735-755.
- Bales, C. W., & Ritchie, C. S. (2002). Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly. *Annual Review of Nutrition*, 22, 309-330.
- Barengo, N. C., Hu, G., Lakka, T. A., Pekkarinen, H., Nissinen, A., & Tuomilehto, J. (2004). Low physical activity as a predictor for total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men and women in Finland. *European Heart Journal*, 25, 2204-2211.

- Barnett, A., Smith, B., Lord, S. R., Williams, M., & Baumand, A. (2003). Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 32, 407-414.
- Bassey, E. J., Rothwell, M. C., & Littlewood, J. J. (1998). Pre and postmenopausal women have different bone mineral density responses to the same high-impact exercise. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(12), 1805-1813.
- Baumgartner, R. N. (2000). Body composition in healthy aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 437-448.
- Benefice, E., Mercier, J., Guerin, M. J., & Prefaut, C. (1990). Differences in aerobic and anthropometric characteristics between peripubertal swimmers and non-swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 11(6), 456-460.
- Blair, S. N., LaMonte, M. J., & Nichaman, M. Z. (2004). The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 913-920.
- Blumel, J. (2001). Pautas clínicas para el tratamiento del climaterio. *Revista Colombiana de Menopausia*, 7(1), 24-37.
- Bobbert, M. F., & Van Soest, A. J. (1994). Effects on muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(8), 1012-1020.
- Bonita, R. (1998). Mujeres, envejecimiento y salud. Conservar la salud a lo largo de la vida [Electronic Version]. <http://www.imsersomayores.csic.es/documentos/documentos/bonita-mujeres-01.pdf>, 67. Retrieved 12/08/2008,
- Boonen, S., Autier, P., Barette, M., Vanderschueren, D., Lips, P., & Haentjens, P. (2004). Functional outcome and quality of life following hip fracture in elderly women: a prospective controlled study. *Osteoporosis International*, 15, 87-94.
- Boreham, C., McMullen, M., Cran, G., & Wallace, W. (1997). A 12 week fitness training programme for the prevention of lower back pain in young nurses. *Journal of Sports Sciences*, 15(1), 22-36.
- Bortz, W. M. (2005). Biological basis of determinants of health. *American Journal of Public Health*, 95(3), 389-392.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco* (1ª ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Bouxsein, M. L., Coan, B. S., & Lee, S. C. (1999). Prediction of the strength of the elderly proximal femur by bone mineral density and quantitative ultrasound measurements of the heel and tibia. *Bone*, 25(1), 49-54.

| BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, G., Gauthier, P., Roy, P.-M., Payette, H., & Gaulin, P. (1997). A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness and well-being. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 1375-1378.
- Brent, J., William, J., Schulthies, S. S., Fellingham, G. W., & Meason, G. W. (2001). The effect of duration of stentching on the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Physical Therapy*, 81(5), 1110-1117.
- Brox, J. I., & Froystein, O. (2005). Health-related quality of life and sickness absence in community nursing home employees: randomized controlled trial of physical exercise. *Occupational Medicine*, 55, 558-563.
- Byrne, N. M., Hills, A. P., Hunter, G. R., Weinsier, R. L., & Schultz, Y. (2005). Metabolic equivalent: one size does nor fit all. *Journal of Applied Physiology*, 99, 1112-1120.
- Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N., Tilyard, M. W., & Buchner, D. M. (1997). Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *British Medical Journal*, 315, 1065-1069.
- Cancela, J. M., & Ayán, C. (2007). Effects of high-intensity combined training on women over 65. *Gerontology*, 53, 340-346.
- Carpenter, D. M., Graves, J. E., Pollock, M. L., Leggett, S. H., Foster, D., Holmes, B., et al. (1991). Effect of 12 and 20 weeks of resistance training on lumbar extension torque production. *Physical Therapy*, 71(8), 580-588.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G., M., (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Castillo, M. J., Ortega, F. B., & Ruiz, J. (2005). Mejora de la forma física como terapia antienvjecimiento. *Medicina Clínica.*, 124(4), 146-155.
- Cenci, S., Weitzmann, M. N., Roggia, C., Namba, N., Novack, D., Woodring, J., et al. (2000). Estrogen deficiency induces bone loss by enhancing T-cell production of TNF-a. *Journal of Clinical Investigation*, 106(10), 1229-1237.
- Cider, A., Schaufelberger, M., Sunnerhagen, K. S., & Andersson, B. (2003). Hydrotherapy-a new approach to improve function in the older patient with chronic heart failure. *The European Journal of Heart Failure*, 5, 527-535.

- Clark, C. J., Cochrane, L., & Mackay, E. (1996). Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *European Respiratory Journal*, 9, 2590-2596.
- Clarke, D. H., Hunt, M. Q., & Dotson, C. O. (1992). Muscular strength and endurance as a function of age and activity level. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(3), 302-310.
- Cointry, G. R., Capozza, R. F., Ferretti, J. L., & Frost, H. M. (2003). Hacia un diagnóstico antropométrico de las osteopenias y un diagnóstico biomecánico de las osteoporosis. *Medicina*, 63, 737-746.
- Colado, J. C. (2004). *Acondicionamiento físico en el medio acuático*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Coldwells, A., Atkinson, G., & Reilly, T. (1994). Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics*, 37(1), 79-86.
- Connelly, D. M., Rice, C. L., Roos, M. R., & Vandervoort, A. A. (1999). Motor unit firing rates and contractile properties in tibialis anterior of young and old men. *Journal of Applied Physiology*, 87, 843-853.
- Correia, A., Vilarinho, R., Gherardi, F., Bulo, F., Barboza, M., Dubas, J. P., et al. (2007). Alteraciones morfofuncionales causadas por el entrenamiento de fuerza en medio líquido. *Fitness Performance Journal*, 6(3), 188-194.
- Cottini, E., Rando, G., Cirino, A., Giunta, S., Giaccone, G., Vintaloro, G., et al. (1996). Importance of training in prevention of the decline of physical performance in elderly sedentary persons and veteran athletes. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 22, 457-462.
- Coupland, C., Cliffe, S. J., Bassey, E. J., Grainge, M. J., Hosking, D. J., & Chilvers, C. (1999). Habitual physical activity and bone mineral density in postmenopausal women in England. *International Journal of Epidemiology*, 28, 241-246.
- Craik, F. I. M., & Salthouse, T. A. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: integration of structural and functional findings. In L. E. Associates (Ed.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 755): <http://www.books.google.es>.
- Cranney, A., Jamal, S. A., Tsang, J. F., Josse, R. G., & Leslie, W. D. (2007). Low bone mineral density and fracture burden in postmenopausal women. *Canadian Medical Association Journal*, 177(6), 575-581.
- Chandler, T. J. (2000). Testing and training the upper extremity. In L. E. Brown (Ed.), *Isokinetics in human performance* (pp. 456). Champaign Illinois: Human Kinetics.

| BIBLIOGRAFÍA

- Chang, J. T., Morton, S. C., Rubenstein, L. Z., Mojica, W. A., Maglione, M., Suttorp, M. J., et al. (2004). Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *British Medical Journal*, 328, 676-682.
- Chen, J. S., Cameron, I. D., Cumming, R. G., Lord, S. R., March, L. M., Sambrook, P. N., et al. (2006). Effect of age-related chronic immobility on markers of bone turnover. *Journal of Bone and Mineral Research*, 21(2), 324-331.
- Chien, M., Yang, R. S., & Tsao, J. Y. (2005). Home-based trunk-strengthening exercise for osteoporotic and osteopenic postmenopausal women without fracture - a pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 19, 28-36.
- Chirosa, L. J., Chirosa, I. J., Requena, B., Feriche, B., & Padiá, P. (2002). Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en un salto vertical. *Revista Motricidad*(8), 47-72.
- Chodzko-Zajko, W. J. (1998). Physiology of aging and exercise. In R. T. Cotton, C. J. Ekeröth & H. Yancy (Eds.), *Exercise for older adults. ACE's guide for fitness professionals* (pp. 220). San Diego, California: American Council on Exercise.
- Christensen, K., & Vaupel, J. W. (1996). Determinants of longevity: genetic, environmental and medical factors. *Journal of Internal Medicine*, 240, 333-341.
- D'Antona, G., Pellegrino, M. A., Adami, R., Rossi, R., Carlizzi, C. N., Canepari, M., et al. (2003). The effect of ageing and immobilization on structure and function of human skeletal muscle fibres. *Journal of Physiology*, 552(2), 499-512.
- Daley, M. J., & Spinks, W. L. (2000). Exercise, mobility and aging. *Sports Medicine*, 1, 1-12.
- Davis, S. R. (2002). When to suspect androgen deficiency other than at menopause. *Fertility and Sterility*, 77(4), 68-72.
- Dawson-Hughes, B., & Cadogan, J. (2006). Invierta en sus huesos. Bone appétit. El rol de los alimentos y la nutrición en el desarrollo y mantenimiento de huesos fuertes. [Electronic Version]. *International Osteoporosis Foundation*. <http://www.iofbonehealth.org/download/osteofound/filemanager/publications/pdf/bone-appetit-es.pdf>, 24. Retrieved 13/08/2008,
- De Deyne, P. G. (2001). Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Physical Therapy*, 81(2), 819-827.
- Deschenes, M. R., & Kraemer, W. J. (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81, S3-S16.

- Devereux, K., Robertson, D., & Briffa, N. K. (2005). Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 51, 102-108.
- Di Pietro, I., Kohl, H. W., Barlow, C. E., & Blair, S. N. (1998). Improvements in cardiorespiratory fitness attenuate age-related weight gain in healthy men and women: the Aerobics Center Longitudinal Study. *International Journal of Obesity*, 22, 55-62.
- Donato, A. J., Tench, K., Glueck, D. H., Seals, D. R., Eskurza, I., & Tanaka, H. (2003). Declines in physiological functional capacity with age: a longitudinal study in peak swimming performance. *Journal of Applied Physiology*, 94, 764-769.
- Douris, P., Southard, V., Varga, C., Schauss, W., Gennaro, C., & Reiss, A. (2003). The effect of land and aquatic exercise on balance scores in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 26(1), 3-6.
- Drewnowski, A., Monsen, E., Birkett, D., Gunther, S., Vendeland, S., Su, J., et al. (2003). Health screening and health promotion programs for the elderly. *Dis Manage Health Outcomes*, 11(5), 299-309.
- Drinkwater, B. L. (1984). El ejercicio y la mujer postmenopáusica [Electronic Version]. <http://www.gruposobreentrenamiento/PubliCEStandard.htm>. Retrieved 15/05/2007,
- Dubbert, P. M. (2002). Physical activity and exercise: recent advances and current challenges. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 70, 526-536.
- Dunn, C. L., Hannan, P. J., Jeffery, R. W., Sherwood, N. E., Pronk, N. P., & Boyle, R. (2006). The comparative and cumulative effects of a dietary restriction and exercise on weight loss. *International Journal of Obesity*, 30, 112-121.
- Ebben, W. P. (2002). Complex training: a brief review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 42-46.
- Edwards, P. (2001). Boletín sobre el envejecimiento. Perfiles y tendencias. [Electronic Version]. *Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO)* <http://www.seq-social.es/imserso/masinfo/boletinopm4y5.pdf>, 40. Retrieved 21/02/2007,
- Erikssen, G., Liestol, K., Bjornholt, J., Thaulow, E., Sandvik, L., & Erikssen, J. (1998). Changes in physical fitness and changes in mortality. *The Lancet*, 352(5), 759-763.
- Essendrop, M., Schibye, B., & Hansen, K. (2001). Reliability of isometric muscle strength tests for the trunk, hands and shoulders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28, 379-387.

| BIBLIOGRAFÍA

- Evans, W. J., & Campbell, W. W. (1993). Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *The Journal of Nutrition*, *123*, 465-469.
- FAO/WHO. (2004). Vitamin and mineral requirements in human nutrition [Electronic Version]. <http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241546123.pdf>. Retrieved 23/08/2008,
- Farage, M. A., Miller, K. W., Elsner, P., & Maibach, H. I. (2008). Intrinsic and extrinsic factors in skin ageing: a review. *International Journal of Cosmetic Science*, *30*, 87-95.
- Farinatti, P. T. V., Vanfraechem, J. H. P., & Knudsen, E. (1996). Elder's flexibility after 1 year of practice of yoga and callisthenics. In Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (Ed.), *Actividad física y salud en la tercera edad* (pp. 262). Madrid: Instituto Nacional de Servicios Sociales.
- Fiatarone, M. (2002). Benefits of exercise and dietary measures to optimize shifts in body composition with age. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *11*, 642-652.
- Fiatarone, M. A. (2004). Exercise and aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, *20*, 201-220.
- Finkel, D., Pedersen, N. L., Plomin, R., & McClearn, G. E. (1998). Longitudinal and cross-sectional twin data on cognitive abilities in adulthood: the swedish adoption/twin study of aging. *Developmental Psychology*, *34*(6), 1400-1413.
- Fisher, N. M., Dolan, D. M., Brenner, C., & Rendergast, D. R. (2004). Quantitative effects of a water exercise program on functional and physiological capacity in subjects with knee osteoarthritis: a pilot study. *Sport Sciences for Health*, *1*, 17-24.
- Foley, A., Halbert, J., Hewitt, T., & Crotty, M. (2003). Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis-a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. *Annals of the Rheumatic Diseases*, *62*, 1162-1167.
- Fox, K. R., Boutcher, S. H., Faulkner, G. E., & Biddle, S. H. (2000). The case for exercise in the promotion of mental health and psychological well-being. In B. Stuart J.H, Kenneth R. Fox, Stephen H. Boutcher (Ed.), *Physical activity and psychological well-being*. London & New York: Routledge. Taylor and Francis Group.
- Fox, N., Chan, J. K., Thamer, M., & Melton, L. J. (1997). Medical expenditures for the treatment of osteoporotic fractures in the United States in 1995: report from the National Osteoporosis Foundation. *Journal of Bone and Mineral Research*, *12*(1), 24-34.

- Franklin, W. T. (1992). Aging versus disease. *Generations*, 16(4), 113-117.
- Friedenreich, C. M. (2001). Physical activity and cancer prevention: from observational to intervention research. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 10, 287-290.
- Fujita, Y., Nakamura, Y., Hiraoka, J., Kobayashi, K., Sakata, K., Nagai, M., et al. (1995). Physical-strength tests and mortality among visitors to health-promotion centers in Japan. *Journal of Clinical Epidemiology*, 48(11), 1349-1359.
- Fuscaldi, L., Santiago, L., Magalhães, R. C., Murta, D., Fernandes, F., & Gomes, J. (2005). Functional performance and quality of life related to training and detraining of community-dwelling elderly. *Disability and Rehabilitation*, 27(17), 1007-1012.
- Gaesser, G. A. (2005). 2005 dietary guidelines for physical activity: focus on weight off target. *Health at Every Size*, 19(3), 185-192.
- García, J. M. (2002). *La fuerza. Fundamentación, valoración y entrenamiento*. Madrid: Editorial Gymnos.
- Gehlsen, G. M., Grigsby, S. A., & Winant, D. M. (1984). Effects of an aquatic fitness program on the muscular strength and endurance of patients with multiple sclerosis. *Physical Therapy*, 64(5), 653-657.
- Gehri, D. J., Ricard, M. D., Kleiner, D. M., & Kirkendall, D. T. (1998). A comparison of plyometric training techniques for improving vertical jump ability and energy production. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2), 85-89.
- Gettman, L. R. (2000). Evaluación del fitness. In American College of Sports Medicine (Ed.), *Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio* (pp. 575). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Giancoli, D. C., & Campos, V. (2006). *Física: principios con aplicaciones*. Madrid: Pearson Educación.
- Gómez, C., Carmi, C., Espinosa, V., Sepúlveda, S., & López, F. (2007). Conocimiento que tienen sobre el climaterio mujeres entre 40-64 años usuarias de atención primaria. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 72(5), 321-328.
- González, J. M., Delgado, M., Vaquero, M., & Contreras, O. (2002). Modificaciones de la capacidad de salto en las pruebas del Test de Bosco tras la aplicación de un entrenamiento de fuerza basado en el método de contraste entre sujetos de 50 a 70 años con diferentes niveles de actividad física. *Revista Motricidad*, 9, 191-208.
- Gore, C. J. (2000). *Physiological tests for elite athletes*. Champaign (Ill): Human Kinetics.

| BIBLIOGRAFÍA

- Greenberg, S. (2002). Functional assessment of older adults. *Institute for Geriatric Nursing, 4*, 1-16.
- Greeves, J. P., Cable, N. T., Reilly, T., & Kingsland, C. (1999). Changes in muscle strength in women following the menopause: a longitudinal assessment of the efficacy of hormone replacement therapy. *Clinical Science, 97*, 79-84.
- Greiwe, J. S., Cheng, B., Rubin, D. C., Yarasheski, K. E., & Semenkovich, C. F. (2001). Resistance exercise decreases skeletal muscle tumor necrosis factor alfa in frail elderly humans. *Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology, 15*, 475-482.
- Grooten, W. J. A., Puttemans, V., & Larsson, R. J. M. (2002). Reliability of isokinetic supine bench press in healthy women using the Ariel Computerized Exercise System. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 12*, 218-222.
- Guillén, F. (1977). Osteoporosis de la columna vertebral. In F. MAPFRE (Ed.), *Lesiones traumáticas de la columna. III Simposium Internacional de Traumatología*. (Vol. 1, pp. 509). Madrid: Editorial MAPFRE S.A.
- Häkkinen, A., Sokka, T., Kotaniemi, A., & Hannonen, P. (2001). A randomized two-year study of the effects of dynamic strength training on muscle strength, disease activity, functional capacity, and bone mineral density in early rheumatoid arthritis. *American College of Rheumatology, 44*(3), 515-522.
- Häkkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Malkia, E., et al. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal of Applied Physiology, 84*, 1341-1349.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., & Alen, M. (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of Applied Physiology, 91*, 569-580.
- Hans, D., Hartl, F., & Krieg, M. A. (2003). Device-specific weighted T-score for two quantitative ultrasounds: operational propositions for the management of osteoporosis for 65 years and older women in Switzerland. *Osteoporosis International, 14*, 251-258.
- Hartard, M., Haber, P., Ilieva, D., Preisinger, E., Seidl, G., & Huber, J. (1996). Systematic strength training as a model of therapeutic intervention. A controlled trial in postmenopausal women with osteopenia. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitatio, 75*(1), 8-28.

- Heaney, R. P. (1989). Prevención de la fractura osteoporótica en mujeres. In L. V. Avioli (Ed.), *El síndrome osteoporótico*. (Vol. 1, pp. 139). Madrid: Ediciones CEA, S.A.
- Hedden, T., & Gabrieli, J. D. E. (2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Neuroscience*, *5*, 87-99.
- Heinonen, A., Oja, P., Sievänen, H., Pasanen, M., & Vuori, I. (1998). Effect of two training regimens on bone mineral density in healthy perimenopausal women: a randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, *13*(3), 483-490.
- Heinonen, A., Sievänen, H., Viitasalo, J., Pasanen, M., Oja, P., & Vuori, I. (1994). Reproducibility of computer measurement of maximal isometric strength and electromyography in sedentary middle-aged women. *European Journal of Applied Physiology*, *68*(4), 310-314.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2005). Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology*, *51*, 108-115.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2006). Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *26*, 305-313.
- Heyneman, C. A., & Premo, D. E. (1992). A "water walkers" exercise program for the elderly. *Public Health Reports*, *107*(2), 213-217.
- Heyward, V. H. (2002). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- Hill, T., Collins, A., O'Brien, M., Kiely, M., Flynn, A., & Cashman, K. D. (2005). Vitamin D intake and status in Irish postmenopausal women. *European Journal of Clinical Nutrition*, *59*, 404-410.
- Hoffman, A. R., Kuntze, J. E., Baptista, J., Baum, H. B. A., Baumann, G. P., Biller, B. M. K., et al. (2004). Growth hormone (GH) replacement therapy in adult-onset GH deficiency: effects on body composition in men and women in a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *89*(5), 2048-2055.
- Holmes, S. (2006). Barriers to effective nutritional care for older adults. *Nursing Standard*, *21*(3), 50-54.

| BIBLIOGRAFÍA

- Host, H., Sinacore, D. R., Bohnert, K. L., Steger-May, K., Brown, M., & Binder, E. F. (2007). Training-induced strength and functional adaptations after hip fracture. *Physical Therapy, 87*(3), 292-303.
- Humphries, B., Triplett-McBride, T., Newton, R. U., Marshall, S., Bronks, R., McBride, J., et al. (1999). The relationship between dynamic, isokinetic and isometric strength and bone mineral density in a population of 45 to 65 year old women. *Journal of Science and Medicine in Sport, 2*(4), 364-374.
- Hurst, N. P., Ruta, D. A., & Kind, P. (1998). Comparison of the MOS short form-12 (SF12) health status questionnaire with the SF36 in patients with rheumatoid arthritis. *British Journal of Rheumatology, 37*, 862-869.
- Iglesias, C. P., Birks, Y. F., & Torgerson, D. J. (2001). Improving the measurement of quality of life in older people: the York SF-12. *QJM-An International Journal of Medicine, 94*, 695-698.
- Ikeno, H., Matsumura, H., Murakami, G., Sato, T. J., & Ohta, M. (2006). Which morphology of dry bone articular surfaces suggests so-called fibrous ankylosis in elderly human sacroiliac joint. *Anatomical Science International, 81*, 39-46.
- Izquierdo, M., Ibáñez, J., Larrión, J. L., & Gorostiaga, E. M. (2003). Efectos de un programa de entrenamiento combinado de fuerza y resistencia aeróbica sobre el sistema neuromuscular, la capacidad cardiovascular y el perfil lipídico en personas mayores. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 26*(1), 311-312.
- Jackson, A. W., Morrow, J. R., Hill, D. W., & Dishman, R. K. (1999). *Physical activity for health and fitness* (1ª ed.). Champaign Illinois: Human Kinetics.
- Jansen, H., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. J. (2002). Vitamin D deficiency, muscle function, and falls in the elderly people. *The American Journal of Clinical Nutrition, 75*, 611-615.
- Jardí, C. (1996). *Movernos en el agua: desarrollo de las posibilidades educativas, lúdicas y terapéuticas en el medio acuático*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Jekinson, C., Layte, R., Jenkinson, D., Lawrence, K., Petersen, S., Paice, C., et al. (1997). A shorter form health survey: can the SF-12 replicate results from the SF-36 in longitudinal studies? *Journal of Public Health Medicine, 19*(2), 179-186.
- Johnell, O., & Hertzman, P. (2006). What evidence is there for the prevention and screening of osteoporosis? [Electronic Version]. *Who Regional Office for Europe (Health Evidence Network report; <http://www.euro.who.int/document/e88668.pdf>*. Retrieved 07/07/2008,

- Jones, D. A., Ainsworth, B. E., Croft, J. B., Macera, C. A., Lloyd, E. E., & Yusuf, H. R. (1998). Moderate leisure-time physical activity. *American Medical Association*, 7, 285-289.
- Kalapothisarakos, V. I., Tokmakidis, S. P., Smilios, I., Michalopoulos, M., Gliatis, J., & Godolias, G. (2005). Resistance training in older women: effect on vertical jump and functional performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(4), 570-575.
- Kamel, H. K., Maas, D., & Duthie, E. H. (2002). Role of hormones in the pathogenesis and management of sarcopenia. *Drugs Aging*, 19(11), 865-877.
- Kannus, P., Parkkari, J., Niemi, S., Pasanen, M., Palvanen, M., Järvinen, M., et al. (2000). Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. *The New England Journal of Medicine*, 343(21), 1506-1513.
- Kaplan, G. A., Strawbridge, W. J., Cohen, R. D., & Hungerford, L. R. (1996). Natural history of leisure-time physical activity and its correlates: associations with mortality from all causes and cardiovascular disease over 28 years. *American Journal of Epidemiology*, 144(8), 783-787.
- Karlsson, M. (2002). Does exercise reduce the burden of fractures? *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 73(6), 691-705.
- Keene, G. S., Parker, M. J., & Pryor, G. A. (1993). Mortality and morbidity after hip fractures. *British Medical Journal*, 307, 1248-1250.
- Kell, R. T., Bell, G., & Quinney, A. (2001). Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Medicine*, 31(12), 863-873.
- Keller, C. S., Robinson, B., & Pickens, L. (2004). Comparison of two walking frequencies in African American postmenopausal women. *The ABNF Journal*, Jan-Feb, 3-9.
- Kemmler, W., Engelke, K., Lauber, D., Weineck, J., Hensen, J., & Kalender, W. A. (2002). Exercise effects on fitness and bone mineral density in early postmenopausal women: 1-year EFOPS results. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2115-2123.
- Kemmler, W., Engelke, K., Weineck, J., Hensen, J., & Kalender, W. A. (2003). The Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study: a controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density - first year results. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 1673-1682.
- Kemmler, W., Von Stengel, S., Weineck, J., Lauber, D., Kalender, W. A., & Engelke, K. (2005). Exercise effects on menopausal risk factors of early postmenopausal

| BIBLIOGRAFÍA

- women: 3-yr Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study results. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(2), 194-203.
- Kemmler, W., Weineck, J., Kalender, W. A., & Engelke, K. (2004). The effect of habitual physical activity, non-athletic exercise, muscle strength, and VO₂max on bone mineral density is rather low in early postmenopausal osteopenic women. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 4(3), 325-334.
- Kerr, D., Ackland, T., Maslen, B., Morton, M., & Prince, R. (2001). Resistance training over 2 years increases bone mass in calcium-replete postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 16(1), 175-181.
- Kickbusch, I. (2003). The contribution of the World Health Organization to a new public health and health promotion. *American Journal of Public Health*, 93(3), 1-6.
- Kimbrough, S. (2006). Working down to the bone. How a body changes with exercise. *American Fitness*, 4, 14-16.
- Kirkwan, L. D., McLusky, N. J., Shapiro, H. M., Abramson, B. L., Thomas, S. G., & Goodman, J. M. (2004). Acute and chronic effects of hormone replacement therapy on the cardiovascular system in healthy postmenopausal women. *The Journal of Endocrinology & Metabolism*, 89(4), 1618-1629.
- Komi, P. V. (2002). *Strength and power in sport*. Oxford UK.: Blackwell Publishing.
- Konstantaki, M., Trowbridge, E. A., & Swaine, I. L. (1998). The relationship between blood lactate and heart rate responses to swim bench exercise and women's competitive water polo. *Journal of Sports Sciences*, 16(3), 251-256.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Ratamess, N. A. (2005). General principles of exercise testing and exercise prescription for muscle strength and endurance. In S. Skinner (Ed.), *Exercise testing and exercise prescription for special cases: theoretical basis and clinical application* (pp. 418): Lippincott Williams & Wilkins.
- Kuh, D., Langenberg, C., Hardy, R., Kok, H., Cooper, R., Butterworth, S., et al. (2005). Cardiovascular risk at age 53 years in relation to the menopause transition and use of hormone replacement therapy: a prospective British birth cohort study. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 112, 476-485.
- Kulminski, A. M., Arbeev, K., G., Kulminskaya, I. V., Ukraintseva, S. V., Land, K., Akushevich, I., et al. (2008). Body mass index and nine-year mortality in disabled and nondisabled older U.S. individuals. *Journal of American Geriatrics Society*, 56, 105-110.
- Larijani, B., Soltani, A., Keshtkar, A., Sedaghat, M., Hamidi, Z., & Amiri-Moghaddam, S. (2004). Relation of reproductive factors and heel quantitative ultrasound

- parameters in normal women of Tehran. *Iranian Journal of Public Health*(A supplementary issue on Osteoporosis), 76-81.
- Laskin, D., Costlow, J., López, M. C., Taub, M., & Kronenberg, F. (1994). Menopausia. La entrada a nuestra tercera edad. In P. Brown & D. Laskin (Eds.), *Envejecer juntas. Las mujeres y el paso del tiempo: datos para afrontarlo con optimismo, conocimiento de causa y decisión*. (pp. 514). Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Laukkanen, R., Kukkonen-Harjula, K., Oja, P., Pasanen, M., & Vuori, I. M. (2000). Prediction of change in maximal aerobic power by the 2-km walk test after walking training in middle-aged adults. *International Journal of Sports Medicine* 21, 113-116.
- Lewek, M., Stevens, J., & Snyder-Mackler, L. (2001). The use of electrical stimulation to increase quadriceps femoris muscle force in an elderly patient following a total knee arthroplasty. *Physical Therapy*, 81(9), 1565-1571.
- Lichtenstein, A. H., Appel, L. J., Brands, M., Carnethon, M., Daniels, S., Franch, H. A., et al. (2006). Diet and lifestyle recommendations revision 2006. A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation. Journal of the American Heart Association*, 114, 82-93.
- Logan, J. M., Sanders, A. L., Snyder, A. Z., Morris, J. C., & Buckner, R. L. (2002). Under-recruitment and nonselective recruitment: dissociable neural mechanisms associated with aging. *Neuron*, 33, 827-840.
- Lord, S. R., Matterns, B., St. George, R., Thomas, M., Bindon, J., KamYin, D., et al. (2006). The effects of water exercises on physical functioning in older people. *Australasian Journal on Ageing*, 25(1), 36-41.
- Macaluso, A., & De Vito, G. (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 450-472.
- Macaluso, A., Young, A., Gibb, K. S., Rowe, D., & De Vito, G. (2003). Cycling as a novel approach to resistance training increases muscle strength, power, and selected functional abilities in healthy older women. *Journal of Applied Physiology*, 95, 2544-2553.
- Marcos, J. F., & Galiano, D. (2004). El envejecimiento y sus problemas. El ejercicio como solución de algunos de ellos. In J. F. Marcos Becerro & D. Galiano Orea (Eds.), *Ejercicio, salud y longevidad* (pp. 540). Sevilla: Consejería de Turismo y Deporte. Junta de Andalucía.

| BIBLIOGRAFÍA

- Marcos, J. F., & Miquel, J. (2004). Mitocondrias, envejecimiento, músculo y ejercicio. In J. F. Marcos Becerro & D. Galiano Orea (Eds.), *Ejercicio, salud y longevidad* (pp. 540). Sevilla: Consejería de Turismo y Deporte. Junta de Andalucía.
- Marín, B., Marín, A., & Marín, M. (1999). Aspectos fisiológicos del envejecimiento. In B. Marín (Ed.), *Ejercicio físico y salud en la edad avanzada* (pp. 214). Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 349-355.
- Martel, G. F., Harmer, M. L., Logan, J. M., & Parker, C. B. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(10), 1814-1819.
- Martin, G. (2001). Aquatic therapy in rehabilitation. In W. E. P. M. L. Voight (Ed.), *Techniques in musculoskeletal rehabilitation* (pp. 780). Madrid: McGraw-Hill Professional.
- Martin, W. H., Montgomery, J., Snell, P. G., Corbett, J. R., Sokolov, J. J., Buckey, J. C., et al. (1987). Cardiovascular adaptations to intense swim training in sedentary middle-aged men and women. *Circulation*, 75(3), 323-330.
- Martínez, M. J., Piñeiro, G., & Martínez, M. (2002). Estudio nutricional en pacientes geriátricos (mayores de 65 años) con nutrición enteral ambulatoria, correlación entre patología de base, aporte nutricional y tratamiento farmacológico. *Nutrición Hospitalaria*, 17(3), 159-166.
- Masumoto, K., Takasugi, S.-I., Hotta, N., Fujishima, K., & Iwamoto, Y. (2004). Electromyographic analysis of walking in water in healthy humans. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 23(4), 119-127.
- Matthews, C. E., Jurj, A. L., Shu, X., Li, H.-L., Yang, G., Li, Q., et al. (2007). Influence of exercise, walking, cycling and overall nonexercise physical activity on mortality in chinese women. *American Journal of Epidemiology*, 165(12), 1343-1350.
- Mayer, J. M., Graves, J. E., Udermann, B. E., & Ploutz-Snyder, L. L. (2002). Development of lumbar extension strength: effect of pelvic stabilization during resistance training. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 16, 25-31.
- Mc Cole, S. D., Brown, M. D., Moore, G. E., Zmuda, J. M., Cwynar, J. D., & Hagberg, J. M. (1999). Cardiovascular hemodynamics with increasing exercise intensities in postmenopausal women. *Journal of Applied Physiology*, 87, 2334-2340.

- McClung, M. R., Geusens, P., Miller, P. D., Zippel, H., Bensen, W. G., Roux, C., et al. (2001). Effect of risendronate on the risk of hip fracture in elderly women. *The New England Journal of Medicine*, 344, 333-340.
- Melton-Rogers, S., Hunter, G. R., Walker, J., & Harrison, P. (1996). Cardiorrespiratory responses of patients with rheumatoid arthritis during bicycle riding and running in water. *Physical Therapy*, 76(10), 1058-1065.
- Melton, L. J., & Riggs, B. L. (1989). Epidemiología de las fracturas relacionadas con la edad. In L. V. Avioli (Ed.), *El síndrome osteoporótico* (Vol. 1, pp. 139). Madrid: Ediciones CEA, S.A.
- Meunier, P. J., Delmas, P. D., Eastell, R., McClung, M. R., Papapoulos, S., Rizzoli, R., et al. (1999). Diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women: clinical guidelines. *Clinical Therapeutics*, 21(6), 1025-1035.
- Miller, C. W. (1978). Survival and Ambulation following hip fracture. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 60, 930-934.
- Miller, K. W. (2001). Androgen deficiency in women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(6), 2395-2404.
- Minkler, M., & Fadem, P. (2002). Successful aging: a disability perspective. *Journal of Disability Policy Studies*, 12(4), 229-235.
- Minnie, H. W., & Pymont, B. (2005). Invierta en sus huesos. Muévelo o piérdalo. De qué manera el ejercicio ayuda a desarrollar y fortalecer los huesos, prevenir caídas y fracturas, y agilizar la rehabilitación. [Electronic Version]. *International Osteoporosis Foundation*.
http://www.iofbonehealth.org/download/osteofound/filemanager/publications/pdf/move_it_or_lose_it_sp.pdf, 16. Retrieved 8/06/2008,
- Mira, P., & Crespo, L. (2007). El proyecto SHARE. Encuesta de salud, envejecimiento y jubilación de Europa [Electronic Version]. *Boletín sobre el envejecimiento. Perfiles y tendencias*, 28. Retrieved 10/05/2008 <http://www.seg-social.es/imserso/masinfo/boletinopm30.pdf>,
- Mitch, W. E. (2002). Malnutrition: a frequent misdiagnosis for hemodialysis patients. *Journal of Clinical Investigation*, 110, 437-439.
- Montagna, W., & Carlisle, K. (1979). Structural changes in aging human skin. *The Journal of Investigative Dermatology*, 73, 73-79.
- Montoye, H. J., Kemper, H., Saris, W., & Washburn, R. A. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Champaign, Il.: Human Kinetics.

| BIBLIOGRAFÍA

- Moran, C. G., Wenn, R. T., Sikand, M., & Taylor, A. M. (2005). Early mortality after hip fracture: is delay before surgery important? *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 87-A(3), 483-489.
- MSC. (2006a). Estadísticas Sanitarias. Sistema de Información Sanitaria del Sistema Nacional de Salud. Salud. Encuesta Nacional de Salud de España 2006. Presentación. [Electronic Version]. *Ministerio de Sanidad y Consumo*. <http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2006.htm>. Retrieved 02/09/2008,
- MSC. (2006b). Estadísticas Sanitarias. Sistema de Información Sanitaria del Sistema Nacional de Salud. Salud. Encuesta Nacional de Salud de España 2006. Resultados detallados [Electronic Version]. *Ministerio de Sanidad y Consumo*. <http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2006/EstadoSaludPorcentaje.pdf>. Retrieved 02/09/2008,
- MSC. (2007). Estadísticas Sanitarias. Sistema de Información Sanitaria del Sistema Nacional de Salud. Gasto sanitario. Informe del grupo de trabajo de Análisis del Gasto Sanitario [Electronic Version]. *Ministerio de Sanidad y Consumo*. <http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/pdf/grupodeTrabajoSanitario2007.pdf>. Retrieved 02/09/2008,
- Muntané, M. D. (1994). *La Menopausia. Cómo afecta a las mujeres y cómo resolverla*. Barcelona: Icaria.
- Murphy, A. J., & Watsford, M. L. (2005). The effect of walking training on respiratory function and performance in older females. *International SportMed Journal*, 6(3), 171-184.
- Murray, C. J. L., & Evans, D. B. (2000). *Health systems performance assessment. Debates, methods and empiricism*. Retrieved 05/03/2008,
- Nemoto, K., Gen-no, H., Masuki, S., Okazaki, K., & Nose, H. (2007). Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clinic Proceedings*, 82(7), 803-812.
- Neufer, P. D., Costill, D. L., Fielding, R. A., Flynn, M. G., & Kirwan, J. P. (1987). Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(5), 486-490.
- Newman, A. B., Haggerty, C. L., Goodpaster, B., Harris, T., Kritchevsky, S., Nevitt, M., et al. (2003). Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the health, aging and body composition study. *Journal of American Geriatrics Society*, 51, 323-329.

- Nguyen, T. V., Sambrook, P. N., & Eisman, J. A. (1998). Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(9), 1458-1467.
- Nies, M. A., Reisenberg, C. E., Chruscial, H. L., & Artibee, K. (2003). Southern women`s response to a walking intervention. *Public Health Nursing*, 20(2), 146-152.
- Nindl, B. C., Harman, E. A., Marx, J. O., Gotshalk, L. A., Frykman, P. N., Lammi, E., et al. (2000). Cambios en la composición corporal regional en mujeres luego de 6 meses de entrenamiento físico periodizado. [Electronic Version]. *PubliCE* (<http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>). Retrieved 03/05/06,
- Njeh, C. F., & Blake, G. M. (1999). Calcaneal quantitative ultrasound devices: water-coupled. In D. H. Christopher F. Njeh, Thomas Fuerst (Ed.), *Quantitative Ultrasound: assessment of osteoporosis and bone status* (pp. 432). http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OFbUthfJzo0C&oi=fnd&pg=PA109&dq=Njeh,+97+lunar+express&ots=j6WAhAwc2k&sig=W3HeTokvxu83yt_AcLm_pY90_8VU#PPA109,M1: Informa Health Care
- Nóbrega, A. C. L., Paula, K. C., Cristina, A., & Carvalho, G. (2005). Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *Journal of Strangth and Conditioning Research*, 19(4), 842-846.
- Nutbeam, D. (1998). Health promotion glossary. *Health Promotion International*, 13(4), 10-22.
- O'Donovan, G., Owen, A., Bird, S. R., Kearney, E. M., Nevill, A. M., Jones, D. W., et al. (2005). Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or hig- intensity exercise of equal energy cost. *Journal of Applied Physiology*, 98, 1619-1626.
- Oja, P., Laukkanen, R., Loponen, V., Pasanen, M., & Kukkonen-Harjula, K. (1998). *Guide for the UKK Walk Test*. Tampere, Finland: UKK Institute.
- Oja, P., & Tuxworth, B. (1995). *Eurofit ara adultos. Evaluación de la aptitud física en relación con la salud.*: Ministerio de Educación y Cultura, Consejo Superior de Deportes y Consejo de Europa.
- OMS. (1998). Envejecimiento Saludable. El envejecimiento y la actividad física en la vida diaria. [Electronic Version]. *Programa sobre Envejecimiento y Salud*. Retrieved 03/03/07,
- Osman, L. M., Calder, C., Robertson, R., Friend, J. A. R., Legge, J. S., & Douglas, G. (2000). Symptoms, quality of life, and health service contact among young

| BIBLIOGRAFÍA

- adults with mild asthma. *American Journal of Respiratory and critical care medicine*, 161, 498-503.
- Oyster, N., Morton, M., & Kinnell, S. (1984). Physical activity and osteoporosis in postmenopausal women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16(1), 44-49.
- Palacios, C. (2006). The role of nutrients in bone health, from A to Z. *Clinical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 621-627.
- Peña, D. (1997). *Estadística. Modelos y métodos. 1. Fundamentos* (2ª ed.). Madrid: Alianza Editorial.
- Pérez, C. (2005). *Técnicas estadísticas con SPSS 12*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Petrella, J. K., Kim, J.-S., Tuggle, S. C., Hall, S. R., & Bamman, M. M. (2005). Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. *Journal of Applied Physiology*, 98, 211-221.
- Pickard, A. S., Johnson, J. A., Penn, A., Lau, F., & Noseworthy, T. (1999). Replicability of SF-36 summary scores by the SF-12 in stroke patients. *Stroke*, 30, 1213-1217.
- Pichon, F., Martin, A., Cometti, G., & Chatard, J. C. (1996). Electrical stimulation of the latissimus dorsi in sprint swimmers. Electrical stimulation in swimming. In A. P. H. John P. Troup, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII* (pp. 256). Oxford: Taylor & Francis.
- Pignone, M. P., Ammerman, A., Fernandez, L., Orleans, C. T., Pender, N., Woolf, S., et al. (2003). Counseling to promote a healthy diet in adults. A summary of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *American Journal of Preventive Medicine*, 24(1), 75-91.
- Poehlman, E. T., Toth, M. J., & Gardner, A. W. (1995). Changes in energy balance and body composition at menopause: a controlled longitudinal study. *Annals of Internal Medicine*, 123(9), 673-675.
- Pollock, M. L., Gaesser, G. A., Butcher, J. D., Després, J.-P., Dishman, R. K., Franklin, B. A., et al. (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 975-991.
- Porter, M., Nelson, M., Singh, M., Fiatarone, M., Layne, J., & Morganti, C. (2002). Effects of long-term resistance training and detraining on strength and physical activity in older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 10(3), 35-41.

- Potteiger, J. A., Lockwood, R. H., Haub, M. D., Dolezal, B. A., Almuzaini, K. S., Schroeder, J. M., et al. (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 275-279.
- Preston, R. A. (2007). Effects of blood pressure reduction on cardiovascular risk estimates in hypertensive postmenopausal women. *Climateric*, 10(Suppl 1), 32-50.
- Quandt, S. A., Thompson, D. E., Schneider, D. L., Nevitt, M. C., & Black, D. M. (2005). Effect of Alendronate on vertebral fracture risk in women with bone mineral density T scores of -1,6 to -2,5 at the femoral neck: the fracture intervention trial. *Mayo Clinic Proceedings*, 80(3), 343-349.
- Raab, D. M., Agre, J. C., McAdam, M., & Smith, E. L. (1988). Light resistance and stretching exercise in elderly women: effect upon flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69(4), 268-272.
- Rainville, J., Hartigan, C., Martinez, E., Limke, J., Jouve, C., & Finno, M. (2004). Exercise as a treatment for chronic low back pain. *The Spine Journal*, 4, 106-115.
- Réiklaitienė, R., Tamosiunas, A., Domarkienė, S., Sopagienė, D., Baceviciene, M., Juozulynas, A., et al. (2006). Prevalence of risk factors, population-attributable fraction and risk of stroke among Kaunas middle-aged population. *Acta Medica Lituanica*, 13(1), 47-53.
- Rhie, G., Shin, M. H., Seo, J., Y., Choi, W. W., Cho, K., H., Kim, K. H., et al. (2001). Aging and photoaging dependent changes of enzymic and nonenzymic antioxidants in the epidermis and dermis of human skin in vivo. *The Society for Investigative Dermatology*, 117(5), 1212-1217.
- Riggs, B. L., Khosla, S., & Melton, L. J. (1998). A unitary model for involutional osteoporosis: estrogen deficiency causes both type I and type II osteoporosis in postmenopausal women and contributes to bone loss in aging men. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(5), 763-773.
- Rikli, R. E. (2005). Movement and mobility influence on successful aging: addressing the issue of low physical activity. *National Association for Kinesiology and Physical Education in Higher Education.*, 57, 46-66.
- Risch, S. V., Norvell, N. K., Pollock, M. L., Risch, E. D., Langer, H., Fulton, M., et al. (1993). Lumbar strengthening in chronic low back pain patients. Physiologic and psychological benefits. *Spine*, 18(2), 232-239.

| BIBLIOGRAFÍA

- Rivas, E., & Navarro, D. (2003). *Factores relacionados con la demanda de atención médica para el climaterio*. Retrieved 05/06/2008 <http://www.scielo.sld.cu>,
- Robertson, M. C., Devlin, N., Gardner, M. M., & Campbell, A. J. (2001). Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 322, 1-6.
- Rooks, D. S., Silverman, C. B., & Kantrowitz, F. G. (2002). The effects of progressive strength training and aerobic exercise on muscle strength and cardiovascular fitness in women with fibromyalgia: a pilot study. *Arthritis Care & Research*, 47, 22-28.
- Roth, A. E., Miller, M. G., Richard, M., Ritenour, D., & Chapman, B. L. (2006). Comparisons of static and dynamic balance following training in aquatic and land environments. *Journal of Sports & Rehabilitation*, 15, 299-310.
- Rowe, J. W. (1991). Reducing the risk of usual aging. *Generations*, 15(1), 25-50.
- Ruiter, C. J., Van Raak, S. M., Schilperoort, J. V., Hollander, A. P., & De Haan, A. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *European Journal of Applied Physiology*, 90(5-6), 595-560.
- Runge, M., Rehfeld, G., & Resnicek, E. (2000). Balance training and exercise in geriatric patients. *Journal of Musculoskeletal Interaction*, 1, 54-58.
- Runge, M., Rittweger, J., Russo, C. R., Schiessl, H., & Felsenberg, D. (2004). Is muscle power output a key factor in the age-related decline in physical performance? A comparison of muscle cross section, chair-rising test and jumping power. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 24(6), 335-340.
- Runge, M., & Schacht, E. (2005). Multifactorial pathogenesis of falls as a basis for multifactorial interventions. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 5(2), 127-134.
- Sagiv, M. (1995). Evaluación funcional de personas de la tercera edad que realizan algún tipo de ejercicio. In M. d. T. y. A. Sociales (Ed.), *Actividad física y salud en la tercera edad* (pp. 262). Madrid: Instituto Nacional de Servicios Sociales.
- Sakai, Y., Matsuyama, Y., & Ishiguro, N. (2005). Intramuscular oxygenation of exercising trunk muscle in elderly persons. *Journal of Lumbar Spine Disorders*, 11(1), 148-146.
- Sanders, M. (2003). Catch a wave for better balance on land. *The Journal on Active Aging*, Sept-oct, 4.
- Sarsan, A., Ardiç, F., Özgen, M., & Topuz, O. (2006). The effects of aerobic and resistance exercises in obese women. *Clinical Rehabilitation*, 20, 773-772.

- Scheidt, R. J., Humpherys, D. R., & Yorgason, J. B. (1999). Successful aging: what's not to like? *The Journal of Applied Gerontology*, 18(3), 277-282.
- Schnohr, P., Scharling, H., & Jensen, J. S. (2003). Changes in leisure-time physical activity and risk of death: an observational study of 7000 men and women. *American Journal of Epidemiology*, 158(7), 639-644.
- Schröder, H., Marrugat, J., Vila, J., Covas, M. I., & Elosua, R. (2004). Adherence to the traditional mediterranean diet is inversely associated with body mass index and obesity in a Spanish population. *The Journal of Nutrition*, 134, 3355-3361.
- Selkowitz, D. M. (1984). Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Physical Therapy*, 65(2), 186-196.
- Shephard, R. J. (2000). Cambios fisiológicos con el paso de los años. In American College of Sports Medicine (Ed.), *Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio* (pp. 575). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Sideraviciūtė, S., Gailiūnienė, A., Visagurskienė, K., & Vizbaraitė, D. (2006). The effect of long-term swimming program on body composition, aerobic capacity and blood lipids in 14-19 year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus. *Medicina*, 42(8), 661-666.
- Simon, T. (2006). Why is cardiovascular health important in menopausal women? *Climacteric*, 9(Suppl 1), 13-18.
- Sindall, C. (2001). Health promotion and chronic disease: building one Ottawa Carter, not betraying it? *Health Promotion International*, 16(3), 1-4.
- Singh-Manoux, A., Hillsdon, M., Brunner, E., & Marmot, M. (2005). Effects of physical activity on cognitive functioning in middle age: evidence from the Whitehall II Prospective Cohort Study. *American Journal of Public Health*, 95(12), 2252-2258.
- Sipilä, S., Taaffe, D. R., Cheng, S., Puolakka, J., Toivanen, J., & Suominen, H. (2001). Effects of hormone replacement therapy and high-impact physical exercise on skeletal muscle in post-menopausal women: a randomized placebo-controlled study. *Clinical Science*, 101, 147-156.
- Slack, M. K. (2006). Interpreting current physical activity guidelines and incorporating them into practice for health promotion and disease prevention. *American Journal of Health-System Pharmacists*, 63, 1647-1653.
- Smith, D. M., Khairi, M. R. A., Norton, J., & Johnston, C. C. (1976). Age and activity effects on rate of bone mineral loss. *Journal of Clinical Investigation*, 58, 716-724.

| BIBLIOGRAFÍA

- Smith, S. S., Mayer, T. G., Gatchel, R. J., & Becker, T. J. (1985). Quantification of lumbar function. Part1: isometric and multispeed isokinetic trunk strength measures in sagittal and axial planes in normal subjects. *Spine*, 10(8), 757-764.
- Soler, A., & Jimeno, M. (1998). *Actividades acuáticas para personas mayores*. Madrid: Editorial Gymnos.
- Soto, F., & Toledano, J. (2001). *En forma después de los 50. Guía práctica de ejercicio y salud para adultos y mayores*. Madrid: Gymnos Editorial Deportiva.
- SPSS. (2006). *Manual del usuario de SPSS Base 15.0*. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Steadman, J. R., Rodkey, W. G., & Rodrigo, J. J. (2001). Microfracture: surgical technique and rehabilitation to treat chondral defects. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 391S, S362-S368.
- Steinberg, F. U. (1989). El ejercicio en la prevención y tratamiento de la osteoporosis. In L. V. Avioli (Ed.), *El síndrome osteoporótico* (Vol. 1, pp. 139). Madrid: Ediciones CEA, S.A.
- Stewart, A., Kumar, V., & Reid, D. M. (2006). Long-term fracture prediction by DXA and QUS: a 10-year prospective study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 21(3), 413-418.
- Stewart, A., & Reid, D. M. (2000). Quantitative ultrasound or clinical risk factors - which best identifies women at risk of osteoporosis? *The British Journal of Radiology*, 73, 165-171.
- Stone, M. H., Collins, D., Plisk, S., Haff, G., & Stone, M. E. (2000). Training principles: evaluation of modes and methods of resistance training. *Strength and Conditioning Journal*, 22(3), 65-76.
- Sumino, H., Ichikawa, S., Yoshida, A., Murakami, M., Kanda, T., Mizunuma, H., et al. (2003). Effects of hormone replacement therapy on weight, abdominal fat distribution, and lipid levels in japanese postmenopausal women. *International Journal of Obesity*, 27, 1044-1051.
- Suni, J. H., Miilunpalo, S. I., Asikainen, T. M., Laukkanen, R. T., Oja, P., Pasanen, M. E., et al. (1998). Safety and feasibility of a health-related fitness test battery for adults. *Physical Therapy*, 78(2), 135-147.
- Suni, J. H., Oja, P., Laukkanen, R., Miilunpalo, S. I., Pasanen, M., Vuori, I. M., et al. (1996). Health-related fitness test battery for adults: aspects of reliability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77, 399-402.
- Suni, J. H., Oja, P., Miilunpalo, S. I., Pasanen, M., Vuori, I. M., & Bös, K. (1998). Health-related fitness test battery for adults: associations with perceived health,

- mobility, and back functions and symptoms. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.*, 79(5), 559-568.
- Swanik, K. A., Lephart, S. M., Swanik, C. B., Lephart, S. P., Stone, D. A., & Fu, F. H. (2002). The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 11(6), 579-586.
- Taaffe, D. R., & Marcus, R. (2000). Musculoskeletal health and the older adult *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 37(2), 245-254.
- Taaffe, D. R., Sipilä, S., Cheng, S., Puolakka, J., Toivanen, J., & Suominen, H. (2005). The effect of hormone replacement therapy and/or exercise on skeletal muscle attenuation in postmenopausal women: a yearlong intervention. *Clinical Physiology and Functional Imaging.*, 25, 297-304.
- Takeshima, N., Rogers, M. E., Watanabe, E., Brechue, W. F., Okada, A., Yamada, T., et al. (2002). Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(3), 544-551.
- Tanaka, H., Costill, D. L., Thomas, R., Fink, W. J., & Widrick, J. J. (1993). Dry-land exercise training for competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(8), 952-959.
- Tanaka, H., & Seals, D. R. (1997). Age and gender interactions in physiological functional capacity: insight from swimming performance. *Journal of Applied Physiology*, 82(3), 846-851.
- Tanaka, H., & Seals, D. R. (2003). Invited Review: dynamic exercise performance in Masters athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. *Journal of Applied Physiology*, 95, 2162-2172.
- Tanaka, H., & Swensen, T. (1998). Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training? *Sports Medicine*, 25(3), 191-200.
- Tinetti, M. E. (2003). Preventing falls in elderly persons. *The New England Journal of Medicine*, 348(1), 42-49.
- Todd, C. J., Freeman, C. J., Camilleri-Ferrante, C., Palmer, C. R., Hyder, A., Laxton, C. E., et al. (1995). Differences in mortality after fracture of hip: the East Anglian audit. *British Medical Journal*, 310, 904-908.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievänen, H., Järvinen, T. A. H., Pasanen, M., Kontulainen, S., et al. (2002). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(9), 1523-1528.

| BIBLIOGRAFÍA

- Toussaint, H. M., & Vervoorn, K. (1990). Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 228-233.
- Trinity, J. D., Pahnke, M. D., Sterkel, J. A., & Coyle, E. F. (2008). Maximal power and performance during a swim taper. *International Journal of Sports Medicine*, 10, 1055-1061.
- Trivedi, D. P., Doll, R., & Khaw, L. T. (2003). Effect of four monthly oral vitamin D3 (cholecalciferol) supplementation on fractures and mortality in men and women living in the community: randomised double blind controlled trial. *British Medical Journal*, 326, 469-472.
- Tsourlou, T., Benik, A., Zafeiridis, A., & Kellis, S. (2006). The effects of a twenty-four week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 811-829.
- Van Lagendonck, L., Claessens, L., Lysens, R., Koninckx, P. R., & Beunen, G. (2004). Association between bone, body composition and strength in premenarcheal girls and postmenopausal women. *Annals of Human Biology*, 31(2), 228-244.
- Van Pelt, R. E., Davy, K. P., Stevenson, E. T., Wilson, T. M., Jones, P. P., Desouza, C. A., et al. (1998). Smaller differences in total and regional adiposity with age in women who regularly perform endurance exercise. *American Journal of Physiology*, 275, E626-E634.
- Vanezis, A., & Lees, A. (2005). A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump. *Ergonomics*, 48(11-14), 1594-1603.
- Vidal, M. C., & Farré, R. (2001). Evaluación antropométrica del estado nutricional y estimación de las ingestas de hierro y de vitamina C de mujeres posmenopáusicas y hombres mayores de 45 años. *Nutrición Hospitalaria*, 16(5), 162-169.
- Vilijanen, T., Viitasalo, J. T., & Kujala, U. M. (1991). Strength characteristics of a healthy urban adult population. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 63(1), 43-47.
- Volaklis, K. A., Spassis, A. T., Tokmakidis, S. P., & Greece, K. (2007). Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids and physical fitness. *American Heart Journal*, 154, 560-e561-565-e561.
- Walker, S. W., Couch, W. H., Boester, G. A., & Sprow, D. W. (1987). Isokinetic strength of the shoulder after repair of a torn rotator cuff. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 69, 1041-1045.

- Welch, G. (1998). Pre-exercise screening and fitness assessment. In R. T. Cotton, C. J. Ekeroth & H. Yancy (Eds.), *Exercise for older adults. ACE's guide for fitness professionals* (pp. 220). San Diego, California: American Council on Exercise.
- White, B. L., Fisher, W. D., & Laurin, C. A. (1987). Rate of mortality for elderly patients after fracture of the hip in the 1980's. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 69, 1335-1340.
- WHO. (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO study group [Electronic Version]. *World Health Organization*. <http://dosei.who.int/uhtbin/cgiisirs/W8juEIWA/W/250890022/9>. Retrieved 07/07/2008,
- WHO. (2003). Prevention and management of osteoporosis: report of a WHO scientific group [Electronic Version]. *World Health Organization*. <http://dosei.who.int/uhtbin/cgiisirs/fv4kfVibrO/250890022/5/0>. Retrieved 07/07/2008,
- WHO, & TUSNP. (2002). Keep fit for life. Meeting the nutritional needs of older persons. [Electronic Version]. *World Health Organization & Tufts University School of Nutrition and Policy*. <http://whqlibdoc.who.int/publications/9241562102.pdf>. Retrieved 21-06-07,
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (5ª ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Winters, K. M., & Snow, C. M. (2000). Detraining reverses positive effects of exercise on the musculoskeletal system in premenopausal women. *American Society for Bone and Mineral Research*, 15(12), 2495-2503.
- Withers, R. T., Smith, D. A., Tucker, R. C., Brinkman, M., & Clark D.G. (1998). Energy metabolism in sedentary and active 49-to70-old women. *Journal of Applied Physiology*, 84, 1333-1340.
- Woolf, A. D., & Pflieger, B. (2003). Burden of major musculoskeletal conditions. *Bulletin of the World Health Organization*, 81(9), 646-656.
- Young, T. K. (2005). *Population health: concepts and methods*. Retrieved 17/03/2008 www.books.google.es,
- Zhang, S., Clowers, K. G., Wortley, M., & Krusenklau, J. H. (2006). Efficacy of lumbar and lumbosacral orthoses in restricting spinal ROMs. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 19, 49-56.

ANEXOS

ANEXO I: Cuestionario informativo inicial.

Número:	Fecha:
Nombre:	Teléfonos contacto: -Paciente: -Familia:

- **Sexo:** **Peso:** **Talla:** **IMC:**
- **Edad:**
- **Antecedentes personales:**
 1. **Quirúrgicos:**
 - Fracturas osteoporóticas: No Sí Fecha: _____
Radio Vertebral Cadera Tobillo Húmero Otras : _____
 - Oncológicos:
 - Cataratas Vesícula Histerectomía Apéndice Amígdalas
 - Otros:
 2. **Médicos:**

DMID	<input type="checkbox"/>	Ictus	<input type="checkbox"/>	Otros:
DMNID	<input type="checkbox"/>	Broncopatía	<input type="checkbox"/>	
HTA	<input type="checkbox"/>	Renal	<input type="checkbox"/>	
Cardiopatía	<input type="checkbox"/>	Vascular	<input type="checkbox"/>	
 3. **Fármacos:**
 - Osteoporosis: No Sí _____
 - Otros:
 4. **Alergias:** No Sí : _____
- **Lado:** 1. derecho 2. izquierdo
- 5. **Año menopausia:** _____

Nombre:

	Factores Positivos	
	Edad	Hombres >45 años, mujeres >55 o con menopausia precoz sin terapia de reposición de estrógenos
	Antecedentes familiares	IM o muerte súbita antes de los 55 años del padre u otro familiar varón de primer grado, o antes de los 65 años de la madre u otra familiar de primer grado
	Fumador habitual de cigarros	
	Hipertensión	TA \geq 140/90 mmHg confirmada por dos mediciones tomadas en dos momentos disitintos o por una medición para la hipertensión
	Hipercolesterolemia	Colesterol total en sangre >200 o HDL < 35
	Diabetes	Persona con diabetes insulino dependientes >30 años o que la han padecido durante > 15 años, y las personas con diabetes mellitas no insulino dependientes que tienen >35 años
	Vida sedentaria	Personas que realizan trabajos sedentarios que conllevan el estar sentados gran parte del tiempo y por la falta de ejercicio físico

	Factores negativos	
	HDL	> 60 mg/dl

Total :

ANEXO II: Formulario de consentimiento

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LOS PARTICIPANTES DEL PROYECTO OSTEOAQUA

1. D. Fernando Navarro Valdivielso, investigador principal del este proyecto, ha solicitado mi participación en el estudio de su institución. El nombre del proyecto es: *Proyecto Osteoaqua, estudio de la eficacia de un programa de actividad física en el medio acuático en la prevención y tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.*
2. Se me ha informado de que el objetivo de la investigación es promover los avances científicos relacionados con el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.
3. Mi participación incluirá participar en el programa de actividad física que me sea asignado y realizar las evaluaciones periódicas establecidas.
4. Tengo conocimiento de que los posibles beneficios de mi participación en el estudio son: mejora de la densidad de masa ósea, mejora de la condición física, mejora psicosocial.
5. Tengo conocimientos de que se publicarán los resultados del estudio pero sin revelar mi nombre o identidad.
6. Tengo conocimiento de que en caso de lesiones recibiré el tratamiento o los cuidados adecuados por parte de los especialistas médicos que participan en el proyecto.
7. Me han informado de que no recibiré compensación alguna por mi colaboración.
8. He leído la información anterior. Se me han explicado el tipo, necesidades, riesgos y beneficios del proyecto, y acepto mi participación en él.

Nombre del participante:

DNI:

Fecha y firma:

ANEXO III: Cuestionario SF-12

CUESTIONARIO SF-12 SOBRE EL ESTADO DE SALUD

Versión estándar

INSTRUCCIONES: Las preguntas que siguen se refieren a lo que usted piensa sobre su salud. Sus respuestas permitirán saber cómo se encuentra usted y hasta qué punto es capaz de hacer sus actividades habituales.

Por favor, conteste cada pregunta marcando una casilla. Si no está seguro/a de cómo responder una pregunta, por favor, conteste lo que le parezca más cierto.

1. En general, usted diría que su salud es:

Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala
▼	▼	▼	▼	▼
<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅

Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. Su salud actual, ¿le limita para hacer esas actividades o cosas? Si es así, ¿cuánto?

	Sí, me limita mucho	Sí, me limita un poco	No, no me limita nada
--	---------------------	-----------------------	-----------------------

2 Esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora..... ₁ ₂ ₃

3 Subir varios pisos por la escalera..... ₁ ₂ ₃

Durante las 4 últimas semanas, ¿ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

	SÍ	NO
4 ¿Hizo <u>menos</u> de lo que hubiera querido hacer?.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
5 ¿Tuvo que <u>dejar de hacer algunas tareas</u> en su trabajo o en sus actividades cotidianas?.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂

Durante las 4 últimas semanas, ¿ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

	SÍ	NO
6 ¿Hizo <u>menos</u> de lo que hubiera querido hacer, <u>por algún problema emocional</u> ?.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
7 ¿No hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan <u>cuidadosamente</u> que de costumbre, <u>por algún problema emocional</u> ?.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂

8. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
▼	▼	▼	▼	▼
<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅

Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las últimas 4 semanas ¿cuánto tiempo...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
9 se sintió calmado y tranquilo?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
10 tuvo mucha energía?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
11 se sintió desanimado y triste?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆

12. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
▼	▼	▼	▼	▼
<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅

Gracias por contestar a estas preguntas

ANEXO IV: Procedimiento para calcular las puntuaciones del SF-12

El procedimiento establecido para calcular las puntuaciones del cuestionario SF-12 es el siguiente:

Paso 1: Depuración de datos y recodificación de los ítems

Antes de asignar los valores finales a los 12 ítems, deberán comprobarse los valores fuera de rango, valores que están por debajo del valor mínimo o por encima del valor máximo precodificado del ítem. Todos los valores fuera de rango deberán ser recodificados como datos ausentes.

Posteriormente, cuatro de los ítems de SF-12 deben ser puntuados a la inversa ya que los valores precodificados más altos de éstos indican un peor estado de salud. Los cuatro ítems que son puntuados a la inversa son: GH1 (ítem #1), BP2 (ítem #8), MH3 (ítem #9) y VT2 (ítem #10).

Paso 2: Creación de variables indicadoras para las alternativas de respuesta de los ítems

El segundo paso en la puntuación de los índices sumario PCS-12 y MCS-12 consiste en la creación de variables indicadoras (1/0) para todas las categorías de respuesta de cada uno de los ítems excepto una. Se asigna un uno a la categoría de respuesta si ésta se cumple y un cero si no se cumple. Nótese que no se crea ninguna variable indicadora para la categoría que indica el mejor estado de salud de cada ítem. Así pues, del total de 47 posibles respuestas entre los 12 ítems, sólo se crean 35 variables indicadoras.

Paso 3: Ponderación y agregación de los índices sumario

El tercer paso implica la ponderación de las variables indicadoras y el cálculo de las puntuaciones agregadas para los índices sumario físico y mental. Para la ponderación, se utilizan dos conjuntos de pesos de regresión, físico y mental, de la población general española. El cálculo de PCS-12 se consigue multiplicando cada variable indicadora por su respectivo peso de regresión física y sumando los 35 productos. De forma similar, MCS-12 se calcula multiplicando cada variable indicadora por su respectivo peso de regresión mental y sumando los 35 productos.

A la espera de los resultados de las evaluaciones que se están llevando a cabo sobre otras opciones de puntuación para tratar los datos perdidos, se recomienda que los índices sumario del SF-12 sean codificados como datos ausentes si el encuestado ha dejado de responder alguno de los ítems del SF-12.

Paso 4: Estandarización de las puntuaciones del índice en función de los datos normativos

El cuarto paso implica la transformación de cada uno de los índices sumario a una puntuación estandarizada basada en la población normativa, la cuál es conocida como puntuación “50/10” ya que se obtiene una media de 50 y una desviación estándar de 10 en la población general de referencia. Para el PCS-12, esto se consigue añadiendo la respectiva constante a la suma de los 35 productos (físico) del segundo paso. De forma similar, para el índice MCS-12, esto se consigue añadiendo la respectiva constante a la suma de los 35 productos (mental) del paso dos.

Le envío el programa de cálculo de las medidas sumario del SF-12 (en sintaxis del SPSS). En éste aparecen los pesos calculados a partir de la población general española y que son utilizados para calcular las puntuaciones agregadas .

ANEXO V: Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ.

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa → **Pase a la pregunta 3**

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada → **Pase a la pregunta 5**

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ días por semana

No caminó → *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando television.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permanenció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Nombre:

Dirección:

Nota: Indicar cada día el número de raciones ingeridas. Entre paréntesis indica el equivalente de 1 ración.
p.ej: Leche entera, 1 vaso = 1 ración.

GRUPO 1: LÁCTEOS								
	ALIMENTOS - CANTIDADES	L	M	X	J	V	S	D
1	Leche entera, batidos de leche (1 vaso, 200cc)							
2	Leche desnatada (1 vaso, 200cc)							
3	Yogurt (1 unidad, 125gr)							
4	Queso en porciones o cremoso (1 porción)							
5	Quesos curados: manchego, bola, cabrales. (50 gr)							
6	Requesón o cuajada (1/2 taza, 100 gr)							
7	Natillas, flan, puding, helado de leche (1 taza, 200cc)							
8	Huevos de gallina (uno, 60 gr)							

GRUPO 2: CARNES Y PESCADOS								
----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

(Un plato o ración de 110 gr excepto cuando se indica)

	ALIMENTOS - CANTIDADES	L	M	X	J	V	S	D
1	Pollo o pavo (1 ración o pieza)							
2	Carne: ternera, vaca, cerdo, cordero, conejo (1plato)							
3	Carnes procesadas: salchichón, chorizo, morcilla, mortadela, salchichas, sobrasada, jamón serrano.							
4	Visceras: hígado, sesos, corazón, mollejas. (1 plato)							
5	Pescado blanco: mero, lenguado, besugo, merluza, pescadilla (1 plato, pieza o ración)							
6	Pescado azul: sardinas, atún, bonito, caballa, salmon (1 plato o ración 130 gr)							
7	Pescados salados: bacalao, salazones (1 ración, 60 gr en seco)							
8	Mariscos: ostras, almejas, mejillones, gamba, pulpo, langostino, calamares (1 ración)							

GRUPO 3: VEGETALES								
--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

(Un plato o ración de 250 gr, excepto cuando se indica)

	ALIMENTOS - CANTIDADES	L	M	X	J	V	S	D
1	Lechuga, endivias, escarola, acelgas o espinacas (250 gr)							
2	Col, coliflor o brécoles (1 ración, 250 gr)							
3	Tomate crudo (uno, 150 gr)							
4	Judías verdes o espárragos (1 ración, 250 gr)							
5	Berenjenas, calabacines, pepinos, zanahoria, calabaza o pimientos (1 ración, 250 gr)							
6	Patatas fritas, cocidas o asadas (1 ración, 150 gr)							
7	Setas, niscalos o champiñones (1 ración, 250 gr)							



8	Gaspacho andaluz (1 vaso, 200 gr)								
---	-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

GRUPO 4: FRUTAS									
	ALIMENTOS - CANTIDADES	L	M	X	J	V	S	D	
1	Naranja, pomelo (una) o mandarina (dos)								
2	Plátano (uno)								
3	Manzana, pera, melocotón, albaricoque, nectarina (uno)								
4	Fresas/fresones, cerezas y picotas (1 plato de postre)								
5	Sandía o melón (1 cala, 200-250 gr)								
6	Frutas en conserva (en almibar o en su jugo)								
7	Dátiles, higos seco, uvas pasas, ciruelas pasas (150 gr)								
8	Almendras, nueces, avellanas, cacahuetes (50 gr)								

GRUPO 5: LEGUMBRES Y CEREALES									
	ALIMENTOS - CANTIDADES	L	M	X	J	V	S	D	
1	Lentejas, garbanzos, alubias, guisantes (1 plato, 60 gr en seco)								
2	Pan blanco (3 rodajas, 60 gr)								
3	Arroz blanco (60 gr en seco)								
4	Pan negro integral (3 rodajas, 60 gr)								
5	Cereales desayuno (30 gr en seco)								
6	Pasta: espagueti, macarones, fideos (60 gr en seco)								
7	Pizza (1 ración, 200 gr)								
8	Pan de molde (60 gr)								

GRUPO 6: GRASAS									
(Aceites: una cucharada, 10 gr; resto, 25 gr)									
	ALIMENTOS - CANTIDADES	L	M	X	J	V	S	D	
1	Aceite de oliva								
2	Aceite de maíz								
3	Aceite de girasol								
4	Aceite de soja								
5	Nata, crema de leche.								
6	Margarina								
7	Mantequilla, manteca.								
8	Tocino guisado								

GRUPO 7: DULCES Y PASTELES								
ALIMENTOS - CANTIDADES		L	M	X	J	V	S	D
1	Galletas (4-6 unidades, 50gr)							
2	Croissant, ensaimada, donut, (1 unidad, 50 gr)							
3	Pasteles, trozo tarza (1 unidad 50 gr)							
4	Churros, porras y similares (1 ración, 100 gr)							
5	Chocolate, bombones (30 gr)							
6	Pastas, mantecados, mazapán (1 ración)							
7	Magdalena (50 gr)							
8	Barra galleta con chocolate (KitKat, etc.)							

GRUPO 8: BEBIDAS								
ALIMENTOS - CANTIDADES		L	M	X	J	V	S	D
1	Vino blanco, tinto, rosado, dulce (1 vaso, 100cc)							
2	Cerveza, (1 jarra, 330cc)							
3	Licor, anís, whisky, ginebra, coñac, (1 copa, 50cc)							
4	Bebida carbonadas (1 botella, 200cc)							
5	Zumos naturales de frutas (1 vaso, 200cc)							
6	Zumos de frutas en botellas o enlatados (200cc)							
7	Chocolate (1 vaso, 200 gr)							
8	Café, té (taza, 50cc)							

GRUPO 9: PRECOCINADOS O PREELABORADOS								
ALIMENTOS - CANTIDADES		L	M	X	J	V	S	D
1	Hamburguesa con pan y verduras (una, 150 gr)							
2	Palitos de merluza, pescado empanado (uno, 50gr)							
3	Tortilla española (100 gr)							
4	Croquetas (100gr)							
5	Canelones (100 gr)							
6	Pizza, queso + carne + vege + tom. (100 gr)							
7	Sandwich jamón y queso (150 gr)							
8	Sopas y cremas de sobre (1 plato, 100 gr)							

GRUPO 10: MISCELÁNEOS								
ALIMENTOS - CANTIDADES		L	M	X	J	V	S	D
1	Mostaza (1 cuchara de postre, 10 gr)							
2	Mahonesa (1 cuchara de postre, 10 gr)							
3	Salsa de tomate (1/2 taza, 50 gr)							
4	Salsa blanca (besamel) (1/2 taza, 50 gr)							
5	Tomate ketchup (1/2 taza, 50 gr)							
6	Azúcar (1 cuchara, 10 gr)							
7	Mermeladas (1 cuchara)							
8	Miel (1 cuchara, 10 gr)							