



VNiVERSIDAD D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS DE CASTILLA Y LEÓN

TESIS DOCTORAL

**EFFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA MASA
ÓSEA DE PERSONAS MAYORES Y SU RELACIÓN CON
LA CAPACIDAD COGNITIVA**

RENATA REIS MUNHOZ PEREZ

SALAMANCA, 2016

D. José M^a Criado Gutiérrez, Profesor Titular de Universidad del Departamento de Fisiología y Farmacología de la Universidad de Salamanca, D. José Ignacio Calvo Arenillas, Catedrático de Escuela Universitaria del Departamento de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad de Salamanca y Dña. M^a del Carmen Sánchez Sánchez, Profesora Titular de Escuela Universitaria del Departamento de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad de Salamanca.

AUTORIZAN:

La presentación de la Tesis doctoral titulada “Efectos de la actividad física sobre la masa ósea de personas mayores y su relación con la capacidad cognitiva”, realizada por Dña. Renata Reis Munhoz Perez, bajo la tutorización del Dr. José M^a Criado Gutiérrez y la dirección del Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas y la Dra. M^a del Carmen Sánchez Sánchez para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Salamanca.

En Salamanca a 12 de Diciembre de 2016.

Fdo. Dr. D. José María Criado Gutiérrez
Profesor Titular de Universidad

Fdo. Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas
Catedrático de Escuela Universitaria.

Fdo. Dra. Dña. M^a del Carmen Sánchez Sánchez
Profesora Titular de Escuela Universitaria

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Paulo y Juçara, por darme la vida, por enseñarme el valor del esfuerzo y sacrificio y por el amor incondicional.

A mis hermanos Paulo, Maurílio y Fernanda, por siempre acompañaren mis pasos y por el apoyo incondicional.

Al Prof. Dr. José Ignacio Calvo Arenillas, director de esta Tesis, por la confianza depositada, los conocimientos enseñados, su orientación y sus aportes fueron de gran ayuda. Muchas gracias.

A Dra. Carmen Sánchez, directora de esta Tesis, por confiar en mí, por su paciencia, por sus palabras de apoyo, por estar siempre dispuesta a ayudarme, por la realización de los estudios estadísticos, por sus precisas y acertadas correcciones. Muchas gracias por todo.

A Josefa García y a M^a Jesús González, del Centro Municipal de Mayores Juan de La Fuente, por ayudarme a concertar citas con las participantes de este estudio.

A los trabajadores de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad de Salamanca.

A todas las participantes en este estudio, porque sin su colaboración e implicación, no habría sido posible.

A todos mis amigos e compañeros. Por haber estado ahí en los malos y en los buenos momentos, por hacer que esta etapa de estudio y formación se quede marcada por infinidad de buenos recuerdos. Gracias a todos por acompañarme siempre.

Por último y no menos importante a mi amor y compañero Borja, por su paciencia, su cariño, por sus palabras de ánimo y apoyo incondicional.

ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	09
1 INTRODUCCIÓN	15
2 MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN	23
2.2 OSTEOPOROSIS.....	26
2.2.1 Fisiología del hueso	28
2.2.2 Tipos de osteoporosis y causas asociadas	31
2.2.3 Osteoporosis y fracturas	34
2.2.4 Vitamina D.....	36
2.2.5 Técnicas para la evaluación de la masa ósea.....	37
2.2.6 Diagnóstico de la osteoporosis	41
2.3 CAPACIDAD COGNITIVA Y ENVEJECIMIENTO	44
2.3.1 Deterioro Cognitivo Leve (DCL)	50
2.3.2 Evaluación del deterioro cognitivo.....	52
2.3.3 Vitamina D y Capacidad Cognitiva	54
2.4 COMORBILIDAD ENTRE DISMINUCIÓN DE LA DMO Y EL DETERIORO COGNITIVO	57
2.5 ACTIVIDAD FÍSICA EN PERSONAS MAYORES	60
2.5.1 Actividad Física y Osteoporosis	63
2.5.2 Actividad Física y Deterioro Cognitivo.....	69
3 OBJETIVOS.....	73
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	75
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	75
4 MATERIAL Y MÉTODOS	77
4.1 PARTICIPANTES	79
4.1.1 Criterios de inclusión y exclusión	79
4.2 Recogida de datos.....	80
4.2.1 Datos Personales y antecedentes patológicos.....	82
4.2.2 Hábitos/estilo de vida	82
4.2.3 Exploración: medidas antropométricas y valoración ósea mediante ultrasonido óseo cuantitativo en calcáneo	83

4.2.4	Valoración cognitiva	88
4.3	Análisis estadístico de los datos	92
5	RESULTADOS	93
5.1	POBLACIÓN.....	95
5.1.1	Datos personales y antecedentes patológicos	95
5.2	RESULTADOS EN LAS VARIABLES SOBRE MASA ÓSEA	97
5.3	RESULTADOS DE LAS FUNCIONES COGNITIVAS.....	116
5.4	RELACIÓN ENTRE LA MASA ÓSEA Y LAS FUNCIONES COGNITIVAS Y EL ENVEJECIMIENTO	133
6	DISCUSIÓN	139
6.1	DENSIDAD MINERAL ÓSEA Y ACTIVIDAD FÍSICA.....	141
6.1.1	RELACIÓN ENTRE LA DMO Y LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS GRUPOS DE MAYOR O MENOR PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA	141
6.1.2	RELACIÓN ENTRE LA DMO Y LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS GRUPOS DE DIFERENTES IMPACTOS	143
6.2	FUNCIÓN COGNITIVA Y ACTIVIDAD FÍSICA.....	148
6.2.1	RELACIÓN ENTRE FUNCIÓN COGNITIVA Y ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS GRUPOS DE MAYOR O MENOR ACTIVIDAD FÍSICA	148
6.2.2	RELACIÓN ENTRE FUNCIÓN COGNITIVA Y ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS GRUPOS DE ACTIVIDAD FÍSICA DE DIFERENTES IMPACTOS.....	151
6.3	RELACIÓN ENTRE DENSIDAD MINERAL ÓSEA, FUNCIÓN COGNITIVA Y EDAD.....	154
6.4	LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	156
7	CONCLUSIONES.....	157
7.1	Conclusiones	159
8	BIBLIOGRAFIA	161
9	ANEXOS	182
9.1	ANEXO I. Consentimiento informado	184
9.2	ANEXO II. Aprobación del estudio por el Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca.....	186
9.3	ANEXO III. Informe para las Voluntarias.....	187

ABREVIATURAS

ABH: American Bone Health

AF: Actividad Física

BMD: Bone Mineral Density

BUA: Broadband Ultrasonic Attenuation

CT: Computed Tomography

DMO: Densidad Mineral Ósea

DPA: Dual Photon Absorptiometry

DXA: Dual Energy X Ray Absorptiometry

IMC: Índice Masa Corporal

INE: Instituto Nacional de Estadística

OMS: Organización Mundial de la Salud

QUS: Quantitative Ultrasounds

QCT: Quantitative Computed Tomography

SD: Standard Desviation

Sos: Speed of Sound

SPA: Single Photon Absorptiometry

TC: Tomografía Computadorizada

US: Ultrasound

WHO: World Health Organization

Índice de Tablas y Figuras

Tablas

Tabla 1. Comparación de las técnicas para el diagnóstico de la osteoporosis (70,71)	41
Tabla 2. Valores utilizados pela OMS para el diagnóstico de la osteoporosis	42
Tabla 3. Efectos del envejecimiento en las funciones cognitvas (89)	49
Tabla 4. Clasificación en función del porcentaje de tejido adiposo (182). 85	
Tabla 5. Descriptivos de la variable frecuencia de caídas	95
Tabla 6. Descriptivos de la variable número de fracturas	96
Tabla 7. Resultados iniciales en los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.	100
Tabla 8. Resultados finales en los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.	101
Tabla 9. Comparación de las características clínicas entre el inicio y el final del estudio en los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.	102
Tabla 10. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis en los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.....	105
Tabla 11. Actividades físicas practicadas por los grupos del estudio durante los 4 meses de seguimiento.	109
Tabla 12. Características clínicas iniciales de los grupos que practicaban AF de diferentes impactos.	110
Tabla 13. Características clínicas finales de los grupos que practicaban AF de diferentes impactos.....	111
Tabla 14. Comparación de las características clínicas entre el inicio y el final del estudio en los grupos de AF de diferentes impactos.....	112
Tabla 15. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis en los grupos de AF de diferentes impactos.....	114
Tabla 16. Nivel de estudios de la muestra total.	116
Tabla 17. Puntuación total inicial y final del ERFC.es entre los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.....	118
Tabla 18. Puntuaciones totales en el ERFC.es por grupos de edad y nivel escolar (119).....	119
Tabla 19. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo sedentario.....	120
Tabla 20. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo activo.	120
Tabla 21. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo muy activo. ...	120
Tabla 22. Medias y DS por variables de la función cognitiva entre los grupos de mayor o menor práctica de AF.....	124

Tabla 23. Nivel de estudios entre los grupos que practicaban diferentes actividades físicas.....	125
Tabla 24. Puntuación total inicial y final del ERFC.es entre los grupos de actividad física de diferentes impactos.	126
Tabla 25. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo Natación + BI. Se ha sombreado en gris la categoría con el porcentaje mayor.	129
Tabla 26. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo bajo impacto. Se ha sombreado en gris la categoría con el porcentaje mayor.	129
Tabla 27. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo alto impacto. Se ha sombreado en gris la categoría con el porcentaje mayor.	129
Tabla 28. Medias y DS por variables de la función cognitiva entre los grupos de AF de diferentes impactos.	132
Tabla 29. Correlaciones entre la edad, la masa ósea y el ERFC.es al inicio del estudio.	133
Tabla 30. Correlaciones entre edad, masa ósea y el ERFC.es al final del estudio.	134
Tabla 31. Correlaciones entre ERFC.es inicial y masa ósea.	135
Tabla 32. Correlaciones entre ERFC.es final y masa ósea.	136
Tabla 33. Correlaciones entre sin/ posible deterioro con la clasificación de osteoporosis al inicio del estudio.	137
Tabla 34. Correlaciones entre sin/ posible deterioro con la clasificación de osteoporosis al final del estudio.	138

Índice de Figuras

Figura 1. Pirámide de la población de España (18).	24
Figura 2. Ilustración del hueso normal y osteoporótico (25).	27
Figura 3. Distribución de la osteoporosis en la Unión Europea y sus 5 países con mayor población en el año de 2010 (26).	28
Figura 4. Ilustración del hueso trabecular y cortical (25).	30
Figura 5. Clasificación de la osteoporosis (36,38).	31
Figura 6. Cambios de la masa ósea de acuerdo con la edad y sexo (42).	33
Figura 7. Ilustración de los valores utilizados para el diagnóstico de la osteoporosis (75)	43
Figura 8. Cuestionario clínico.....	81
Figura 9. Modelo Sahara [®] Clinical Bone Sonometer de Hologic (foto de Hologic. INC, 2000).....	85

Figura 10. Ilustración de los transductores (emisor y receptor) recibiendo las señales del ultrasonido (62).	87
Figura 11. Test ERFC.es	89
Figura 12. Porcentaje de la frecuencia de caídas de la población estudiada	96
Figura 13. Frecuencia de fracturas en la población estudiada.	97
Figura 14. Diagrama de la muestra en relación a los minutos semanales de prácticas de actividad física.	99
Figura 15. Valores iniciales y finales del peso entre los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.	103
Figura 16. Valores iniciales y finales de la masa grasa entre los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.	103
Figura 17. Valores iniciales y finales de la masa grasa entre los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.	104
Figura 18. Valores iniciales y finales de la masa grasa entre los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.	104
Figura 19. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del estudio en el grupo sedentario.	106
Figura 20. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del estudio en el grupo activo.	106
Figura 21. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del grupo muy activo.	106
Figura 22. Diagrama de la muestra del estudio según el tipo de actividad física de impacto.	108
Figura 23. Valores iniciales y finales de la masa grasa entre los grupos de AF de diferentes impactos.	113
Figura 24. Valores iniciales y finales del BUA entre los grupos de AF de diferentes impactos.	114
Figura 25. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del grupo natación + BI.	115
Figura 26. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del grupo bajo impacto.	115
Figura 27. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del grupo alto impacto.	115
Figura 28. Porcentajes del nivel de estudios entre los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.	117
Figura 29. Comparación del nivel de estudios entre los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.	117
Figura 30. Puntuación inicial y final del ERFC.es entre los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.	119

Figura 31. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro al inicio y al final del estudio en el grupo sedentario.....	122
Figura 32. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro al inicio y al final del estudio en el grupo activo.	122
Figura 33. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro al inicio y al final del estudio en el grupo muy activo.	122
Figura 34. Nivel de estudios entre los grupos que practicaban diferentes actividades físicas.....	125
Figura 35. Puntuación inicial y final del ERFC.es entre los grupos de actividad física de diferentes impactos.	127
Figura 36. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro en el grupo natación + BI.....	130
Figura 37. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro en el grupo bajo impacto.....	130
Figura 38. Porcentajes de personas sin deterioro o posible deterioro en el grupo alto impacto.	130

1 INTRODUCCIÓN

Introducción

El envejecimiento es un proceso natural de todo ser humano donde ocurre un declive de sus funciones, como, por ejemplo, modificaciones en el sistema óseo, sistema neuromuscular, sistema nervioso, cardiorrespiratorio, etc. Entre estos declives del proceso del envejecimiento, la reducción de la densidad mineral ósea (DMO) asume una particular importancia por el aumento del riesgo de fracturas (1).

La caída es el principal factor responsable de la gran incidencia de fracturas en ancianos con osteoporosis (2). Las principales causas de las caídas son: presentar antecedentes de caídas, deterioro cognitivo, debilidad muscular, problemas de la marcha, incapacidad funcional y consumo de medicación psicotrópica, entre otras (3).

La lesión producida por la caída puede tener un efecto devastador en la independencia del sujeto y en su calidad de vida. Se pueden citar como consecuencias de las caídas: lesiones músculo-esqueléticas, empeoramiento funcional, una disminución general de las actividades de la vida diaria, disminución de la calidad de vida, miedo a una nueva caída, aislamiento social, institucionalización e incluso la muerte (4–6).

La práctica de ejercicios regulares es el mejor método no farmacológico para mejorar y mantener la densidad mineral ósea (7), mejorar el equilibrio (8) y, por lo tanto, evitar las caídas.

La Asociación Española Contra la Osteoporosis (9) afirma que cerca de 3 millones de personas presentan osteoporosis en España y la mayoría son mujeres. Cada año la osteoporosis causa más de 1,3 millones de

Introducción

fracturas en el mundo, donde la fractura de cadera es la más grave, la más costosa y no asegura la perfecta recuperación del paciente. Un 20% de los pacientes que han sufrido una fractura de cadera fallecen en los seis primeros meses. Del resto, muchos pierden funcionalidad y requieren cuidados especiales.

Por lo tanto, es de gran importancia la prevención de osteoporosis y sin duda la actividad física es la mejor solución (10).

En relación a las alteraciones neurológicas que ocurren en el envejecimiento las principales son: afectación de la memoria, retraso de las funciones centrales y disminución del peso cerebral. La demencia y los accidentes cerebrovasculares (ACV) son las principales enfermedades que generan limitaciones funcionales y también la necesidad de institucionalización de los mayores (1).

En el año de 2012 más de 35 millones de personas fueron diagnosticadas con algún grado de demencia. Se estima que ese número se habrá duplicado en 2030, con tendencia a triplicar en 2050, donde podrá afectar a más de 115 millones de personas (11).

Según la OMS (11), los gastos totales con la demencia en el año 2010 llegaron a 604 millones de dólares, cerca de 1% del PIB mundial.

Aunque se desconocen mecanismos eficaces de tratamiento, las últimas evidencias indican que la prevención primaria permite evitar o retrasar la aparición de discapacidades funcionales, impactando positivamente sobre la calidad de vida de los afectados (11).

Introducción

Algunos autores han observado que la práctica frecuente de actividad física tuvo un impacto positivo en la salud mental de los ancianos, donde encontraron menores riesgos de deterioro cognitivo (12), mejoras en la ansiedad y disfunción social (13) y mejorías en atención, memoria y fluidez verbal (14).

Varios estudios investigaron la asociación entre la baja densidad ósea y el deterioro mental. Lui et al. (15) concluyeron en su investigación que las mujeres con mayor pérdida ósea tenían más propensión a tener deterioro cognitivo que aquellas que tuvieron menor pérdida ósea. Otro estudio realizado por Brownbill & Ilich (16) descubrieron que el deterioro cognitivo está asociado a una baja densidad mineral ósea, además de una dieta pobre en hidratos de carbono, potasio y con elevado índice de grasa saturada.

Es decir, la actividad física es importante para el mantenimiento tanto de la salud física como mental de los ancianos.

Además, una investigación más detallada sobre este relevante tema podrá resultar en indicadores importantes para una mejor calidad de vida para las personas mayores con osteoporosis.

En la medida que se reconoce la importancia de la actividad física y su representación en la calidad de vida de las personas, se observa la relevancia de estudios sobre ese tema con personas mayores.

Todo ello nos indica la necesidad de desarrollar estrategias para prevenir o evitar el progreso de la osteoporosis y el deterioro cognitivo y

Introducción

conocer si estrategias como la participación en programas de actividad física están teniendo efectos positivos, por esto último nos planteamos la realización de este estudio.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ENJEVERCIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Debido al aumento de la tasa de la esperanza de vida y a la disminución de la tasa de fecundidad, la proporción de personas mayores de 60 años está aumentando más rápidamente que cualquier otro grupo etario en casi todos los países. El envejecimiento de la población puede considerarse un éxito de las políticas públicas de salud y del desarrollo socioeconómico, pero también es un reto para la sociedad, que debe adaptarse a ello para aumentar al máximo la salud y la capacidad funcional de las personas mayores, así como su seguridad y su participación social (17).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) entre 2015 y 2050, la población mundial de personas mayores de 60 años pasará de 900 millones a 2000 millones. Se prevé que en 2050 se habrá cuadruplicado el número de ancianos que necesitarán ayuda para realizar sus actividades cotidianas (17).

Actualmente en España, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el porcentaje de población mayor de 65 años se sitúa en el 18,2% y pasaría a ser el 24,9% en 2029 y del 38,7% en 2064 (18).

En los próximos 15 años el INE prevé que España perdería 1.022.852 habitantes (un 2,2%) y en los próximos 50 años más de 5,6 millones (un 12,1%). Así que, la población de España se reduciría hasta 45,8 millones en el año 2024 y hasta 40,9 millones en 2064 (18).

Marco Teórico

Según la proyección del INE, dentro de 15 años en España residirían 11,3 millones de personas mayores de 64 años, 2,9 millones más que en la actualidad (un 34,1%). Y esta cifra aumentaría hasta 15,8 millones de personas (un 87,5% más) en 50 años, como se observa en la Figura 1 de la pirámide de población (18).

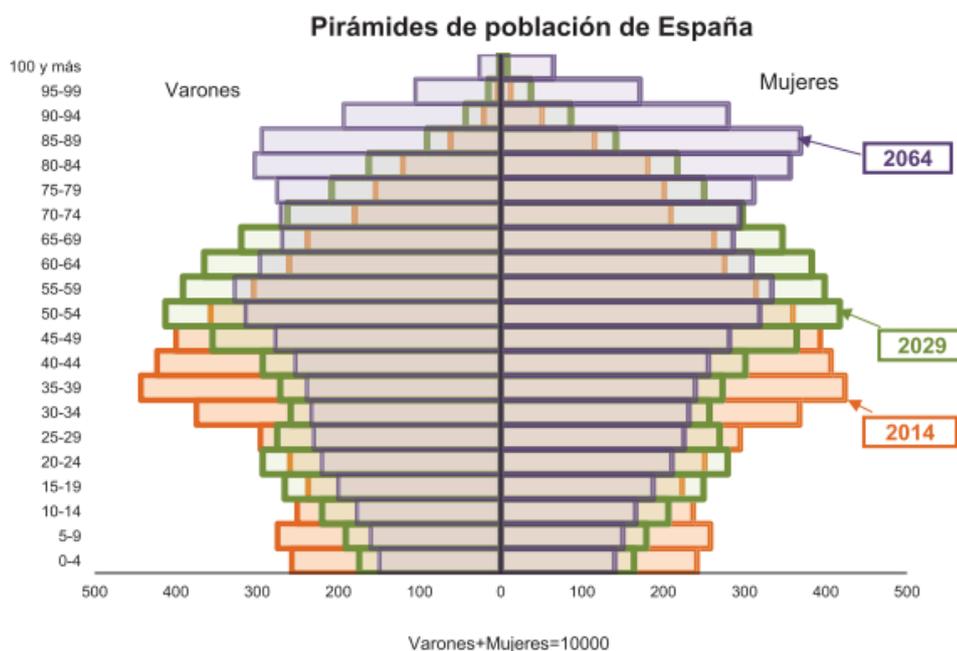


Figura 1. Pirámide de la población de España (18).

Según Lustrì & Morelli (1) en la última década ha ocurrido un gran crecimiento de la población de edad avanzada. Este crecimiento va a dar lugar a consecuencias importantes que van a influir directamente en los servicios de asistencia social y de salud dirigidos hacia la población geriátrica. Ante este panorama, es imprescindible la adaptación de políticas sociales para atender las necesidades básicas de las personas mayores.

Marco Teórico

Estos mismos autores afirman que dentro de estos problemas, lo principal es el coste económico de la asistencia a las personas mayores, que llega a ser 3 a 7 veces mayor que el correspondiente a la población general.

Tener una buena salud es fundamental para que las personas mayores mantengan su independencia y puedan tener un lugar en la vida familiar y en su comunidad. Cuidar de la salud a lo largo de la vida y prevenir la enfermedad puede evitar o retrasar la aparición de enfermedades crónicas. Las afecciones isquémicas del corazón y las enfermedades cerebrovasculares son las principales causas de defunción en personas mayores, seguidas por las neoplasias y las enfermedades respiratorias, principalmente la neumonía. La diabetes y la osteoporosis son enfermedades comunes en la tercera edad (17).

Durante el envejecimiento las estructuras orgánicas, el metabolismo, el equilibrio bioquímico, la inmunidad, la nutrición, los mecanismos funcionales y las características intelectuales y emocionales sufren modificaciones, que influyen en la vida biopsicosocial de la persona mayor, dificultando la adaptación del individuo en su día a día (19).

2.2 OSTEOPOROSIS

La Organización Mundial de la Salud define osteoporosis como una enfermedad sistémica caracterizada por una masa ósea baja y deterioro de la microarquitectura del tejido óseo que conlleva a una mayor debilidad ósea y a un aumento del riesgo de fracturas (20).

A partir de 1960 la osteoporosis se ha convertido en el centro de atención mundial, donde en 2001 en el Congreso de la Osteoporosis fue definida como la “epidemia del siglo 21” debido al aumento de la longevidad y la disminución de la tasa de natalidad que se observa en la población, principalmente en Estados Unidos y Europa (21).

La consecuencia de un hueso osteoporótico es la fractura ósea (22,23). El hueso osteoporótico ya no presenta fuerza para aguantar las condiciones normales de carga, presentando una mayor posibilidad de fracturas debido a la pérdida de masa ósea. Las fracturas más frecuentes relacionadas con la osteoporosis son las de la columna, cadera, muñeca y del húmero proximal (20,22–24).

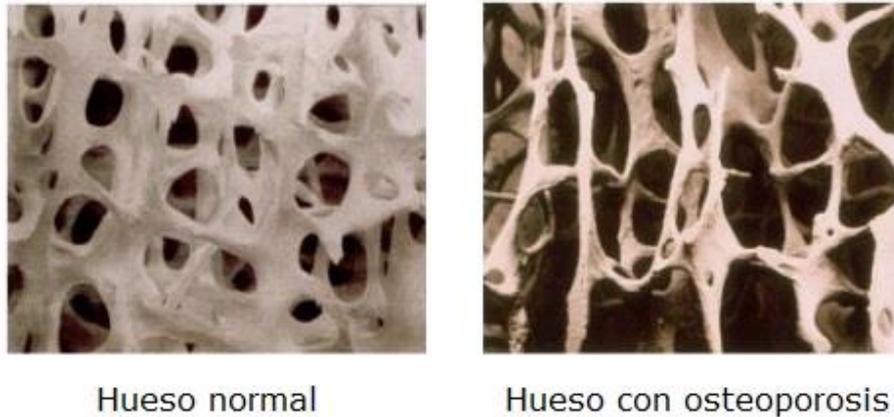


Figura 2. Ilustración del hueso normal y osteoporótico (25).

Según la Fundación Internacional de Osteoporosis (IOF), el 40% de las mujeres de todo el mundo, tienen el riesgo de sufrir de una fractura debido a la osteoporosis (24). Las fracturas están asociadas con el aumento de la morbilidad y la mortalidad (20,23), además de la disminución de la calidad de vida en distintos aspectos, – incluido la disminución de la capacidad física y el decline del estado emocional.

Un estudio realizado por la IOF ha verificado que la osteoporosis afecta aproximadamente a 200 millones de personas en todo el mundo, donde casi 75 millones viven en Europa, Estados Unidos y Japón. Los datos muestran que casi el 85% de los casos de osteoporosis son en personas del sexo femenino, más específicamente por encima de los 45 años y que, casi el 75% de las fracturas de la muñeca, columna y caderas son en personas con más de 65 años (24).

Marco Teórico

En 2010 solo en la Unión Europea, hubo aproximadamente 43,000 casos de muertes debido a fracturas por osteoporosis. 50% de esas fracturas eran de cadera, 28% eran fracturas vertebrales y 22% otros tipos de fracturas (23,26).

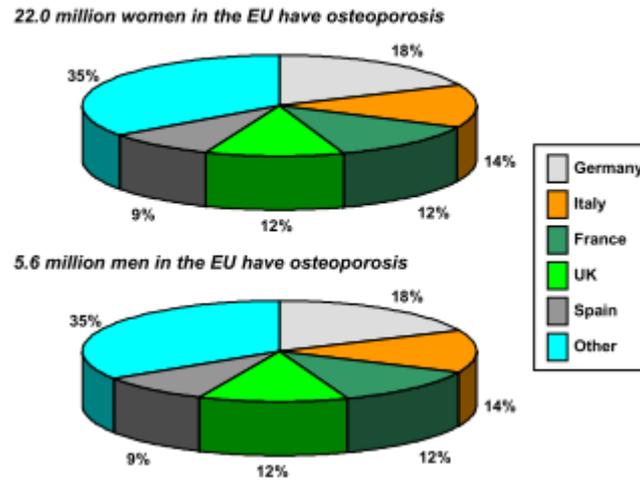


Figura 3. Distribución de la osteoporosis en la Unión Europea y sus 5 países con mayor población en el año de 2010 (26).

En 2050, la estimativa mundial de fractura de cadera tiene la proyección de aumentar en 240% en las mujeres y 310% en los hombres (27). Según Sambrook & Cooper (28) el número estimado de fracturas en todo el mundo pasará de 1,66 millones en 1990 a 6,26 millones en 2050.

2.2.1 Fisiología del hueso

El hueso es un tejido conectivo dinámico, que contiene células especializadas necesarias para el mantenimiento de las funciones de soporte, biomecánica y bioquímica del tejido óseo. El hueso sufre

Marco Teórico

constantemente un proceso de remodelación, de reabsorción realizada por los osteoclastos y luego de formación de hueso nuevo que es realizada por los osteoblastos (29).

La remodelación ósea es un proceso normal que mantiene la estructura del esqueleto, donde el calcio y el fósforo tienen un papel muy importante en este proceso (29–31). Varios factores influyen en la absorción y formación del hueso: genética, nutrición, hormonas, citocinas, prostaglandina. Cualquier alteración en la producción y la función de éstos podrá afectar la masa ósea (32–35).

Existen dos tipos de huesos: el cortical y el trabecular (Figura 2). El hueso cortical es externo, denso y compacto y forma cerca de 80% del esqueleto, su principal función es proporcionar fuerza mecánica y protección, además, también puede asistir a las respuestas metabólicas cuando ocurre un declive mineral severo y/o prolongado. El hueso trabecular se encuentra en la parte interna de los huesos largos, cuerpos vertebrales y cadera. Es más activo metabólicamente porque proporciona suplemento inicial en los estados de déficit mineral y por eso se pierde más rápidamente en la osteoporosis (31,35).

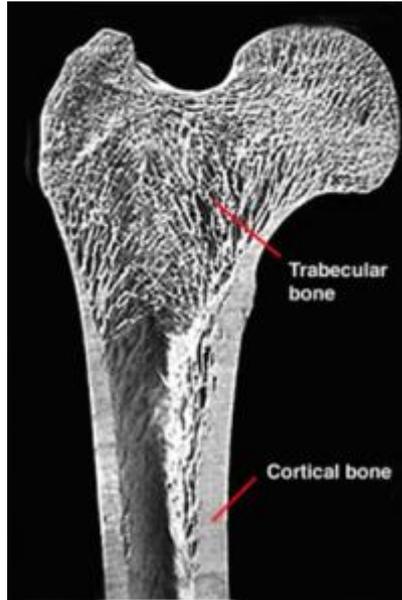


Figura 4. Ilustración del hueso trabecular y cortical (25).

El riesgo de desarrollar osteoporosis depende, por lo tanto, del equilibrio entre la máxima cantidad de tejido óseo alcanzado por el individuo (pico de masa ósea) y la tasa de pérdida ósea subsecuente. Además, existen factores nutricionales y hormonales, que también pueden ocasionar riesgo futuro de fracturas (31–33,36).

Los factores genéticos demuestran gran importancia en el desarrollo del pico de masa ósea (32,37). La osteoporosis es probablemente una enfermedad poligénica y varios genes pueden estar involucrados en la determinación del pico de masa ósea, así como en el control del metabolismo óseo. Aunque no haya consenso sobre este tema, el gen del receptor de la vitamina D, el gen promotor de la osteocalcina, así como los genes para el colágeno tipo I y para el receptor estrogénico son los candidatos más probables (38).

2.2.2 Tipos de osteoporosis y causas asociadas

La osteoporosis puede ser clasificada en primaria y secundaria. Se denomina osteoporosis primaria cuando las causas son naturales: por la menopausia y la senilidad (39). La osteoporosis secundaria ocurre por una causa específica (por medicamentos: como cortisona, antiepilépticos; por enfermedades como: artritis reumatoide, diabetes mellitus, mieloma múltiple y alteraciones endocrinas, por causas congénitas). Cuando las causas son desconocidas se denomina osteoporosis idiopática (20,40–42). La figura 5 muestra los dos tipos de osteoporosis y sus causas.

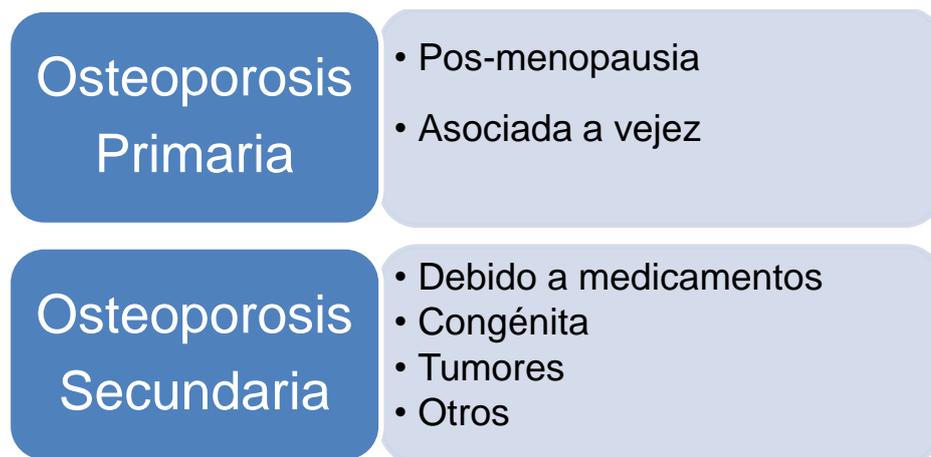


Figura 5. Clasificación de la osteoporosis (36,38).

La osteoporosis primaria pos-menopáusica es la más descrita en la literatura. Esta ocurre entre los 50 y 65 años de edad (26,39). Afecta particularmente el hueso trabecular provocando fracturas principalmente a nivel vertebral y del antebrazo (26,33). Su principal causa está relacionada con los bajos niveles de estrógeno verificados en la menopausia (28,33,39).

Marco Teórico

En las mujeres mayores, la secreción de las hormonas sexuales y pituitarias que participan de la renovación ósea va disminuyendo poco a poco con la edad. Después de la menopausia, los ovarios se tornan inactivos y ocurre mínima o ninguna liberación de estrógeno, coincidiendo con la poca absorción del calcio por el intestino, debido a la pequeña producción de calcitonina, hormona que inhibe la desmineralización ósea (32,33,40,43).

La osteoporosis primaria debido a la senilidad afecta a los mayores de 65 años. Ocurre con más frecuencia en mujeres que en hombres y afecta tanto al hueso trabecular como al cortical, generando fracturas tanto en vértebras como en la cabeza del fémur. Las principales causas de este tipo de osteoporosis es la disminución de la actividad de los osteoblastos, provocando un exceso de reabsorción sin la formación ósea, así como el hipertiroidismo secundario, que debido a una disminución de absorción de calcio en el intestino, conlleva a un aumento de la reabsorción ósea (21,40,44,45).

La osteoporosis secundaria puede ocurrir por la utilización a largo plazo de corticosteroides (21,33,41).

Otro tipo de osteoporosis secundaria es la congénita, que está relacionada con enfermedades hereditarias que provocan una mala mineralización del tejido óseo, donde se relata una osteogénesis imperfecta (32,40).

Otros factores que también pueden provocar osteoporosis secundaria son: diabetes mellitus, menopausia quirúrgica, mieloma múltiple y tumores de médula ósea (21,42).

La distribución de osteoporosis primaria y secundaria varía entre el sexo femenino y masculino. En el sexo masculino, cerca del 30 al 50% de los casos clínicos son de osteoporosis primaria. En el sexo femenino la prevalencia es la osteoporosis primaria pos-menopausia (46). Esto se debe a la rápida pérdida de masa ósea que se observa después de la menopausia. En la figura 6 se observa los cambios que sufre la masa ósea en los hombres y mujeres de acuerdo con la edad.

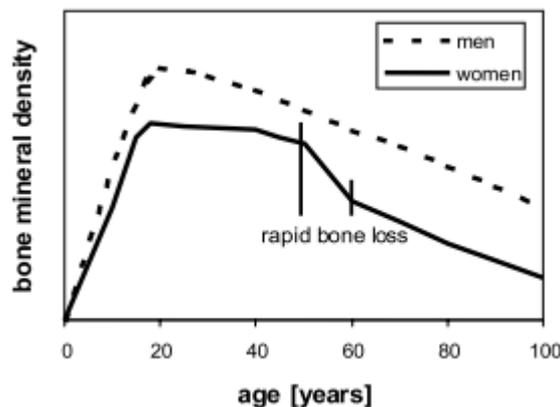


Figura 6. Cambios de la masa ósea de acuerdo con la edad y sexo (42).

Es durante la infancia y la adolescencia cuando ocurre una gran formación ósea. Luego, los huesos llegan a su máxima densidad, que es definido como “pico de masa ósea”, que ocurre entre los 18 y 20 años de edad, que puede llegar hasta los 30 años, tanto para los hombres como para las mujeres (21). Entonces, ocurre una rápida pérdida de masa ósea en las mujeres a partir de la menopausia, se inicia a partir de los 50 años.

Entre los distintos factores desencadenantes de la disminución de la masa ósea, la deficiencia hormonal relacionada con la menopausia es la más importante (47). La disminución de la masa ósea, aunque no sea un factor de riesgo para las caídas, contribuye significativamente para el riesgo de fracturas.

2.2.3 Osteoporosis y fracturas

La consecuencia de un hueso con osteoporosis es la fractura ósea, así que el objetivo de la intervención, tanto para el diagnóstico como para el mantenimiento, es disminuir el riesgo de fractura (22).

Un factor de riesgo es aquello que incrementa la probabilidad de contraer una enfermedad. Tener un factor de riesgo, o incluso varios, no significa que uno vaya a tener la osteoporosis. Sin embargo, mientras más factores de riesgo uno tenga, mayor es la probabilidad de desarrollar una enfermedad (48).

Existen diferentes tipos de factores de riesgo: los modificables o que se pueden tratar y los fijos. Algunos factores, como la edad o el sexo, no se pueden cambiar, mientras que otros están vinculados a los estilos de vida personales, tales como fumar, consumo de alcohol y la dieta (49–54).

Factores de riesgo que son fijos (49–51,55):

- ❖ Edad
- ❖ Sexo femenino

Marco Teórico

- ❖ Historia familiar de osteoporosis
- ❖ Fractura previa
- ❖ Etnia
- ❖ Menopausia/histerectomía
- ❖ Terapia con glucocorticoides a largo plazo
- ❖ Artritis reumatoide
- ❖ El hipogonadismo primario/ secundario en los hombres

Factores de riesgo modificables (52–54,56):

- ❖ Bajo índice de masa corporal ($\leq 19 \text{ kg/m}^2$)
- ❖ Consumo de alcohol
- ❖ Tabaco
- ❖ Inactividad física/sedentarismo
- ❖ Baja ingesta de calcio en la dieta
- ❖ Deficiencia de vitamina D
- ❖ Trastornos de la alimentación
- ❖ Caídas frecuentes

La mayoría de los factores de riesgo modificables impactan directamente en la biología del hueso y resultan en una disminución de la densidad mineral ósea (DMO), pero algunos de ellos también aumentan el riesgo de fractura independientemente de su efecto sobre el hueso en sí (52,53,56).

2.2.4 Vitamina D

La vitamina D tiene un papel importante en el mantenimiento de órganos y sistemas a través de múltiples funciones, tales como: la regulación de los niveles de calcio y fósforo en la sangre, promoviendo la absorción intestinal de los mismos a partir de los alimentos y la reabsorción de calcio a nivel renal. Con esto contribuye a la formación y mineralización ósea, siendo de gran importancia para el desarrollo del esqueleto (57).

Los niveles de vitamina D dependen de la exposición solar, de la pigmentación de la piel, de la utilización de ropas que cubren todo el cuerpo, de la nutrición y la ingesta de suplementos, la dieta es muy importante a medida que la exposición solar disminuye (58).

Es posible determinar los niveles de vitamina D a través de la medición sérica de 25-hidroxicolecalciferol (25(OH)D₃). Aunque no haya un consenso sobre la cantidad ideal de vitamina D, la gran mayoría de los científicos están de acuerdo que la cantidad sérica de 25(OH)D₃ debe ser mayor que 50 nmol/L, aunque también haya recomendaciones de niveles mayores, como 75 o 100nmol/L. La deficiencia de vitamina D ocurre cuando la cantidad sérica se presenta en niveles menores que 25 nmol/L, donde una gran parte de la población mundial se encaja en ese perfil, independientemente de las variables edad, etnia y localización (58,59).

En la menopausia, la disminución del estrógeno está acompañada con la disminución de los niveles de PTH y consecuentemente de la síntesis endógena de 1,25 (OH)₂ D₃ (vitamina D en la forma activa), disminuyendo

la absorción del calcio intestinal y aumentando su excreción (60). Con eso, ocurre un aumento de la reabsorción de calcio óseo para mantener los niveles plasmáticos normales, y como consecuencia, ocurre una disminución ósea (61).

2.2.5 Técnicas para la evaluación de la masa ósea

El método ideal para evaluar la masa ósea no debe de ser invasivo, debe presentar una baja dosis de radiación, ser de fácil ejecución y tener la posibilidad de pos análisis. Además, debe de ser cómodo para el paciente y presentar un bajo coste. En relación a la técnica y evaluación debe de presentar una buena precisión y exactitud, para discriminar el grado de osteoporosis y el riesgo de fractura asociado, teniendo en cuenta el carácter del paciente (edad y sexo)(22,23).

Existen tres principales modalidades de pruebas utilizadas para el diagnóstico de la osteoporosis y previsión del riesgo de fracturas: la ultrasonografía cuantitativa (QUS), la densitometría ósea por absorciometría dual de rayos X (DXA) y la tomografía computadorizada cuantitativa (QCT). Debido a la discordancia en cuanto al valor de la densidad mineral ósea en distintas zonas esqueléticas de un paciente y en que diferentes técnicas produzcan resultados que no deben ser comparados entre sí (aunque sea en la misma zona anatómica), el diagnóstico y control de la osteoporosis o riesgo de fractura no se puede

utilizar alternando diferentes técnicas o cogiendo diferentes zonas anatómicas (62).

- **QUS**

La primera aplicación clínica del ultrasonido (US) fue descrita en 1950, donde hicieron una monitorización de una fractura en la tibia. En 1984 se demostró la diferencia de un paciente con osteoporosis y otro sin osteoporosis con la utilización del US (63).

Esta es una técnica libre de radiación, presenta un gran potencial para mediciones óseas, además que es una técnica de bajo coste comparada con las otras modalidades (64). El principio básico de esta técnica consiste en que cuando las ondas ultrasónicas atraviesan un medio poroso (como el hueso) son absorbidas, dispersas y reflejadas de diferentes formas, dependiendo de la elasticidad, rigidez y densidad del tejido óseo. Así, las características del hueso son interpretadas por intermedio de dos propiedades medidas por dos transductores del US: la velocidad del sonido (SoS) y la atenuación ultrasónica de banda ancha (BUA)(30,63,65).

Algunos aparatos utilizan una combinación de dos parámetros. Así, además de reflejar la densidad del hueso, el QUS informaciones sobre la organización espacial del hueso posibilitando la previsión/monitorización del riesgo de fractura por intermedio de un análisis cuantitativo conjugado con un análisis cualitativo (estructura ósea) (64).

La ultrasonografía cuantitativa (QUS) es una técnica rápida, practicable con equipos portátiles que no irradian ni precisan de personas especializadas (22,66).

- **DXA**

El DXA ha surgido a finales de 1980 y es una técnica de baja radiación de rayos X que es capaz de detectar porcentajes pequeños de pérdida ósea. Esta técnica puede ser utilizada para medir la DMO en cualquier zona del esqueleto, pero generalmente se utiliza en regiones centrales, como la columna lumbar (segmentos vertebrales L1-L4), y la cadera que son óptimos para el diagnóstico de la osteoporosis debido al porcentaje de tejido óseo trabecular. Cuando no es posible obtener la DMO de la columna o de la cadera se opta por el antebrazo (22,67,68).

Debido a su versatilidad, rapidez, seguridad y precisión en cuantificar y monitorizar cambios en la DMO de cualquier segmento óseo, se ha convertido en el método más común para evaluar la masa ósea. Pero, su buen desempeño depende de un riguroso control de calidad, que incluye la calibración diaria, el correcto posicionamiento del paciente y el análisis e interpretación de la prueba por profesionales cualificados (22,68).

El aspecto negativo de este método es el factor económico, tanto del mantenimiento del aparato como del lugar para la realización de la prueba que debe ser una zona protegida por la radiación, además del entrenamiento del personal para manejar el aparato y del tiempo que se tarda en realizar la prueba (69,70).

- **QCT**

Con el objetivo de mejorar la resolución de las imágenes, apareció la tomografía computarizada cuantitativa, que tridimensionalmente calculaba la DMO volumétrica (mg/cm^3). Con la tomografía computarizada se puede evaluar la densidad ósea de la columna lumbar (normalmente L1-L3) y de la cadera (70).

La QCT, posee la ventaja de calcular el tamaño de la parte central del cuerpo vertebral, que es el sitio más susceptible a los cambios del metabolismo óseo, pero es de dos a tres veces menos precisa que el DXA y por lo tanto, dificulta el seguimiento de los cambios en la DMO. Otros puntos negativos de esta técnica es que emite más radiación que cualquiera de las otras y también su elevado coste (70,71).

Como alternativa, surgieron las QCTs periféricas que son especializadas en cuantificar la desmineralización ósea trabecular y cortical del antebrazo, utilizando una dosis más pequeña de radiación, pero que todavía es un aparato tan caro como la DXA (70).

La tabla 1 muestra la comparación entre los diferentes tipos de técnicas utilizadas para el diagnóstico de la osteoporosis.

	QUS	DXA	QCT
Coste	bajo	intermedio	elevado
Radiación	Sin radiación	baja	elevada
Portabilidad	sí	limitada	no

Local para la medición	calcáneo	Columna, cadera	columna
Discriminación entre hueso trabecular y cortical	no	no	sí

Tabla 1. Comparación de las técnicas para el diagnóstico de la osteoporosis (70,71)

2.2.6 Diagnóstico de la osteoporosis

La prueba de densitometría ósea por absorciometría dual de rayos X (DXA) fue elegida por la OMS como la técnica de referencia para determinar el diagnóstico de la osteoporosis por ser una técnica que mide con mejor precisión la densidad mineral ósea (DMO), pero, el aparato necesario para realizar la prueba es muy costoso, requiere espacio físico adecuado y personal capacitado para realizar la prueba.

Por ello, varios instrumentos han sido desarrollados para poder identificar personas con baja masa ósea, con el propósito de mejorar el coste-beneficio con la utilización de estos aparatos para el diagnóstico de la osteoporosis, como ha sido descrito arriba (72,73).

La OMS ha establecido criterios para el diagnóstico de la osteoporosis, clasificando en niveles distintos de acuerdo con el valor del T-score obtenido en la prueba, como muestra la tabla 2. Es considerado normal cuando el valor del T-score es ≥ -1 . La persona recibe el diagnóstico de osteopenia cuando el valor del T-score esté entre -1,1 a -2,5. Por fin, es diagnosticado osteoporosis cuando los valores del T-score son menores que - 2,5 DS (22,74).

Marco Teórico

T-score	Diagnóstico
$T - \text{score} \geq -1\text{DS}$	Normal
$-1 < T \leq -2,5 \text{ DS}$	Osteopenia
$T < -2,5 \text{ DS}$	Osteoporosis
$T < -2,5 \text{ DS}$	Osteoporosis severa
Más una o dos fracturas	

DS= desvío estándar

Tabla 2. Valores utilizados pela OMS para el diagnóstico de la osteoporosis

Matemáticamente el valor T-score representa la desviación del valor medio de la DMO del paciente en relación a la media del grupo control saludable, del mismo sexo (71,75). Así, este valor posibilita mostrar cuanto cambia o se desvía la densidad ósea del paciente de la media de la densidad ósea de una población adulta saludable. Este valor es equivalente a un grupo de pacientes saludables, con edades comprendidas entre 20-35 años, edad donde se verifica el pico de masa ósea (75).

El valor de Z-score permite comparar la DMO del paciente con la media de DMO de un grupo de referencia con la misma edad y sexo (71). Así, si el paciente es del sexo femenino y tiene 60 años de edad, el Z-score compara los valores resultantes de la DMO con el valor medio de la DMO para mujeres de 60 años. Este sistema es muy útil para diagnosticar la osteoporosis secundaria (75). Así como el T-score, el Z-score puede predecir cuanto se desvía el resultado obtenido de la media de la DMO de una población con la misma edad y sexo del paciente.

La figura 7 muestra una ilustración de los valores utilizados para el diagnóstico de la osteopenia, osteoporosis de acuerdo con la OMS (74).

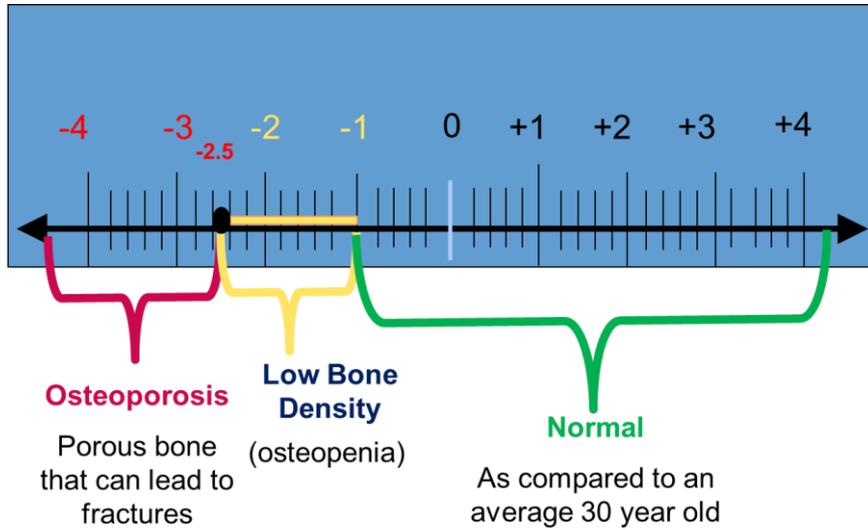


Figura 7. Ilustración de los valores utilizados para el diagnóstico de la osteoporosis (75)

2.3 CAPACIDAD COGNITIVA Y ENVEJECIMIENTO

Las capacidades cognitivas son aquellas que se refieren a lo relacionado con el procesamiento de la información, que son la atención, la percepción, la memoria, la resolución de problemas, comprensión y establecimiento de analogías, entre otras.

Las alteraciones cognitivas son preocupantes para el individuo que desea mantenerse independiente por muchos más años, así como para la familia que se preocupa por el bienestar de la persona mayor. Los adultos mayores se quejan, frecuentemente, de una disminución en su capacidad de mantener la atención en eventos específicos por largos períodos de tiempo, especialmente por los despistes.

Los efectos de la disminución de la capacidad cognitiva se empiezan a observar entre los 50 y 60 años de edad y se intensifican a partir de la séptima década de vida (76–79). Las alteraciones más frecuentes son observadas en la memoria, lenguaje, habilidades visuoespaciales, funciones ejecutivas, en una mayor dificultad para aprender cosas nuevas y en la lentitud en el procesamiento de información (79–81).

Muchos cambios cognitivos en el envejecimiento ocurren debido a variaciones morfofuncionales con la reducción gradual del peso y volumen de la masa encefálica. Un ejemplo es el lóbulo frontal que sufre importantes cambios anatómicos como consecuencia del envejecimiento. Entre esos cambios se observan una reducción tanto en el número de neuronas como en su funcionamiento, estas modificaciones cerebrales aparecen antes en

el lóbulo frontal que en otras regiones cerebrales (82). La estimativa es que, por ejemplo, la reducción del volumen cerebral en las áreas frontales está entre el 10 y el 17% mientras que los lóbulos occipital, parietal y temporal reducen su volumen solamente en un 1% (83).

Varios estudios longitudinales con personas mayores han demostrado una reducción en el flujo sanguíneo cerebral en las regiones prefrontales antes de que se observen cambios en otras áreas de la corteza cerebral. La vulnerabilidad selectiva del lóbulo frontal durante el envejecimiento ha sido cuestionada por algunos autores (84,85) que proponen que el envejecimiento se asocia con cambios tanto estructurales como funcionales de otras áreas cerebrales, como son los lóbulos parietales y temporales (84), cerebelo y núcleo caudado (85).

Así, la capacidad cerebral ya no presenta las mismas potencialidades de un cerebro joven (86). Unos cambios son debido al propio proceso de envejecimiento, mientras que otros son debido a enfermedades relacionadas con la edad, como por ejemplo las demencias (87).

La función ejecutiva (FE) es entendida como un grupo de habilidades cognoscitivas cuyo objetivo principal es facilitar la adaptación del individuo a situaciones nuevas y complejas. Una gran variedad de habilidades ha sido incluida dentro de las llamadas funciones ejecutivas tales como la capacidad de establecer metas, el desarrollo de planes de acción, la flexibilidad de pensamiento, la inhibición de respuestas automáticas, la

autorregulación del comportamiento, y la fluidez verbal. Con el envejecimiento aparecen alteraciones significativas en estas funciones (88–90).

Por eso, las funciones ejecutivas parecen ser indispensables para el logro de metas ya que coordinan y organizan procesos cognoscitivos básicos, como son la memoria y la percepción. Es por eso que la alteración de estas funciones puede limitar la capacidad del individuo para mantener una vida independiente y productiva, mismo si otras habilidades se encuentren intactas (89–91).

Varias investigaciones han intentado determinar el impacto que el envejecimiento tiene en la memoria (92–94). En este área cognitiva, no todas las facetas se verían afectadas del mismo modo, ni en el mismo grado (95,96). Existirían así sistemas de memoria relativamente preservados, mientras que otros serían altamente susceptibles a los efectos de la edad (96).

La memoria explícita, por ejemplo, se vería más afectada que la memoria implícita, y dentro de la memoria explícita, la memoria episódica sufriría mayor declive que la memoria de hechos y conceptos (memoria semántica) (97). Este último sistema seguiría incluso incrementándose desde los 35-40 años hasta los 55-60, momento en que empezaría a descender de forma más gradual y menos acusada que la de la memoria episódica (98).

Marco Teórico

De la misma manera, en la memoria a corto plazo, el subsistema que evidenciaría mayor afectación al paso del tiempo sería la memoria de trabajo en la que se produciría un deterioro significativo a partir de los 60 años (95,99). Esto afectaría, por ejemplo, a la capacidad de aprendizaje de nuevas habilidades, así como la asimilación de nuevos conocimientos y destrezas (100).

La fluidez verbal, según algunos autores, se mantiene sin cambio por la edad debido a que depende de una fuente de conocimiento verbal que se mantiene intacta con el paso de los años (101). De hecho varios autores han encontrado que el nivel de vocabulario es poco sensible al paso del tiempo y solamente se hacen evidentes los cambios en la octava década de la vida (89,102).

Por otro lado, Brickman et al., (103) reportan un deterioro de la fluidez verbal a medida que avanza la edad. Otro estudio realizado por Rodriguez-Aranda & Martinussen, (104) también demostró un deterioro lento de las funciones de la fluidez fonológica a partir de los 40 años de edad, el cual se vuelve rápido a partir de los 60 años.

Todavía, aún no está claro por qué se han obtenido resultados tan divergentes con respecto a los cambios asociados a la edad en la fluidez verbal, pero parece que una falta de control del nivel educativo dentro del diseño experimental esté involucrada. El efecto de la educación en las pruebas de fluidez verbal ha sido claramente establecido y debe ser estrictamente controlado junto con otras variables socioeconómicas (105).

Marco Teórico

En relación a la capacidad visuoespacial en el envejecimiento cognitivo normal, permanecen inalteradas las capacidades de reconocer lugares, caras y objetos. Sin embargo, se verifica una disminución en la capacidad de reconocer y reproducir configuraciones complejas o que no son familiares (89).

Habitualmente las funciones que permanecen inalteradas con el envejecimiento normal son: habilidad comunicativa, vocabulario, memoria implícita (un tipo de memoria involuntaria, inconsciente), atención y habilidad de percepción visual y conocimientos adquiridos (79,86,106). En cambio, la memoria episódica (memoria voluntaria), los procesos de control ejecutivo, la atención selectiva, orientación temporal, nombrar objetos, fluidez verbal, y la velocidad de percepción son capacidades que pueden disminuir en la vejez (88,103,104,107,108). Además se observa diferencias entre niveles de escolaridad, género y salud que afectan el funcionamiento cognitivo en la vejez (109,110).

En la tabla 3 se observa el impacto del envejecimiento en áreas específicas de la cognición. En esta tabla, las alteraciones cognitivas asociadas al envejecimiento normal pueden ser clasificadas de leve y moderada, mientras que otras áreas mantienen su funcionamiento estable o incluso mejoran.

Marco Teórico

Habilidad	Efectos	Observaciones
Inteligencia		
Vocabulario, Conocimientos adquiridos	Estable o aumenta	Puede disminuir ligeramente en edad más avanzada
Procesamiento de información y Capacidad motora	Deterioro	Empieza a disminuir entre 50-60 años
Atención		
Atención simple	Estable a leve deterioro	
Atención compleja	Leve deterioro	Problemas en dividir la atención y filtrar ruidos
Lenguaje		
Comunicación	Estable	En la ausencia de deficiencia sensorial
Sintaxis, Conocimiento de palabras	Estable	Variable de acuerdo con la educación
Fluencia, Nombrar	Leve deterioro	Lapsos ocasionales en buscar palabras
Comprensión	Estable a leve deterioro	Dificultad en procesar mensajes complejos
Discurso	Variable	Puede ser impreciso y repetitivo
Memoria		
Memoria inmediata	Estable a leve deterioro	Sufre interferencias fácilmente
Memoria de trabajo	Leve a moderado deterioro	Dificultad para manipular informaciones de la memoria inmediata
Memoria reciente	Deterioro moderado	Déficit en recuperación y codificación
Memoria implícita	Estable a leve deterioro	Difícil procesar informaciones conscientemente
Memoria remota	Variable	Se mantiene para la mayoría de los aspectos de la vida personal
Memoria prospectiva	Variable	Desempeño dependiente del ambiente que se exija
Visuo-espacial		
Copiar dibujos	Variable	Mantiene para figuras simple
Orientación topográfica	deterioro	Notable en terrenos desconocidos
Funciones Ejecutivas		
Flexibilidad cognitiva	Leve a moderado deterioro	Más lento y menos preciso en el cambio de un pensamiento o acción para otro
Resolución de problemas lógicos	Deterioro	Algo de redundancia y desorganización
Razonamiento práctico	Leve a moderado deterioro	Cualitativamente intacta, pero una menor eficiencia en las tareas complejas o novedosas

Tabla 3. Efectos del envejecimiento en las funciones cognitvas (89)

2.3.1 Deterioro Cognitivo Leve (DCL)

El deterioro cognitivo leve (DCL) es considerado un estado intermedio, menos severo que una demencia, pero es algo más que los cambios cognitivos típicos de la vejez (111). El DCL se define como el deterioro (ajustado por edad y educación) en uno o más dominios de la cognición, con preservación relativa de las funciones cognitivas globales (112–114). Para Proust-Lima et al. (115), el deterioro cognitivo es directamente proporcional a la edad e inversamente proporcional al nivel educacional.

Aunque el DCL se asocia sólo con disminución leve en la cognición, la aparición de la demencia se caracteriza por las dificultades manifiestas en varios dominios de la función cognitiva, así como en el desempeño de las actividades diarias (112).

Según el *European Consortium on Alzheimer's Disease*, es posible hacer el diagnóstico del DCL por quejas de la propia persona o de sus familiares sobre el deterioro del funcionamiento cognitivo comparado con el año anterior; disturbios cognitivos observados en la evaluación clínica; problemas específicos de memoria u otra función cognitiva sin que ocurran alteraciones en la vida diaria (116).

Parece que hay una relación entre DCL y un mayor riesgo de desarrollo de casos de demencias en el futuro. Varios estudios verificaron de 1 a 2% de incidencia de demencia al año en la población en general, de 5 a 10% entre personas mayores atendidos en servicios especializados y

de 10 a 15% entre personas mayores con DCL (117–119). Estos autores encontraron diferencias significativas en casos de personas con diagnóstico de demencia que tuvieron DCL o no: 147/1000 personas/año con demencia que tenían DCL y 38/1000 personas/año que desarrollaran demencia sin tener DCL.

El DCL puede generar pérdidas en rendimiento funcional de las actividades de la vida diaria (AVD), que serían las primeras a presentar una disminución en la jerarquía del deterioro funcional. Por lo tanto, leves deterioros en las AVDs podrían ser una muestra de posibles déficits funcionales en el futuro (120,121).

Yaffe et al (122) afirman que la identificación precoz de factores asociados al DCL permiten tomar actitudes preventivas para el mantenimiento de la función cognitiva, como tener un vida más sana y realizar actividades que estimulen habilidades cognitivas, físicas y psicosociales.

2.3.2 Evaluación del deterioro cognitivo

La evaluación neuropsicológica no solo permite valorar los déficit cognitivos, su gravedad y la naturaleza de los subsistemas de tratamiento de la información defectuosa, además busca las capacidades aún presentes, con la finalidad de guiar el tratamiento y mejorar la revalidación de las funciones deficitarias (123).

El diagnóstico de demencias o del deterioro cognitivo es esencialmente clínico y aun no existe un marcador biológico que sea capaz de definirlo claramente, por lo tanto la entrevista clínica es uno de los principales instrumentos de diagnóstico (124). Para evaluar la función cognitiva existen varias baterías, tests y protocolos que son bastante valiosos para una completa investigación diagnóstica. Abajo citaremos algunos de los instrumentos más utilizados.

El protocolo Consorcio para el Estudio y Registro de Casos con Enfermedad de Alzheimer (CERAD) hace una completa evaluación neuropsicológica. Fue creado en 1986 por varios centros y universidades estadounidenses para el registro y el estudio sistematizado y homogéneo de la enfermedad de Alzheimer. Se ha traducido a varias lenguas y ha sido aceptado por muchos centros dedicados al estudio de las demencias en el mundo (125).

El Mini-Mental State (MMS) es el test de las funciones cognitivas más conocido internacionalmente. Fue publicado por primera vez en 1975 por Folstein et al. (126), y posteriormente fue adaptado y validado para

varios idiomas y países. Como instrumento clínico, puede ser utilizado para detectar pérdidas cognitivas, así como para acompañar la evolución de enfermedades. Como instrumento de investigación, es muy utilizado en estudios epidemiológicos de la población como parte integrante de varias baterías neuropsicológicas (127).

El Cambridge mental Disorders of the Elderly Examination (CAMDEX) fue desarrollado y publicado en 1986, con la propuesta de diagnosticar casos de demencia en personas mayores, desarrollar mediciones fiables de extensión y gravedad del déficit cognitivo, además de evaluar las alteraciones de comportamiento y la adaptación del individuo a las actividades diarias (128).

En España también se utiliza un test neuropsicológico denominado Evaluación Rápida de las Funciones Cognitivas (ERFC) que fue creado por Gil et al. (129) cuya versión original es francesa. Este test fue traducido por Arroyo-Anlló y publicado en el libro Manual de Neuropsicología de la editorial Masson (130). Es un test que no necesita una formación especializada en neuropsicología para usarlo, y además puede ser útil para todo tipo de personal sociosanitario con un rápido entrenamiento antes de utilizarlo. Si después de aplicar el test el personal detecta alguna alteración de alguna de las funciones cognitivas, el individuo debería ser derivado a un profesional especializado para realizar una evaluación neuropsicológica más detallada (131).

Aunque existan tratamientos para disminuir o retrasar el proceso del deterioro cognitivo, los tests más utilizados en geriatría parecen que no son tan sensibles para detectar deterioros en las actividades más complejas (132).

Por lo tanto uno de los mayores desafíos que tienen planteado las sociedades desarrolladas es encontrar formas eficaces que permitan afrontar de manera eficaz el rápido y creciente envejecimiento de la población para poder dar respuestas adecuadas a los problemas que plantean la discapacidad y el envejecimiento físico y cognitivo de la población (133).

2.3.3 Vitamina D y Capacidad Cognitiva

Varios estudios muestran que tanto las enzimas necesarias para la síntesis del metabolismo activo de la vitamina D, cuanto el receptor de la vitamina D (VDR) están presentes en el cerebro, indicando un posible papel de la vitamina D en el mantenimiento de las funciones normales de ese órgano (134). El VDR es encontrado en varias zonas del cerebro, núcleo accumbens, corteza temporal, corteza orbital y corteza cingulada, amígdala, tálamo, neuronas piramidales del hipocampo y sistema olfatorio, tanto en ratones como en humanos (135). El déficit de la vitamina D en varias fases de la vida puede estar asociado con diversos eventos cerebrales adversos (134).

Marco Teórico

La vitamina D regula la señalización neurotrófica a través de la regularización del factor de crecimiento derivado de células gliales (GDNF) y del factor de crecimiento neural (NGF), por lo cual es importante para la supervivencia y migración de neuronas en desarrollo en el cerebro. El GDNF es un importante modulador de desarrollo, supervivencia y funcionamiento de neuronas dopaminérgicas. El NGF está relacionado con el crecimiento y supervivencia de neuronas en desarrollo, principalmente neuronas colinérgicas que se proyectan para el hipocampo. Debido a esta propiedad de regular los factores neurotróficos, estudios sugieren que la vitamina D actúa como una sustancia neuroprotectora (134).

Llewellyn et al., (136) realizó un estudio relacionando el deterioro cognitivo y la vitamina D en personas mayores. Fueron evaluadas 1766 personas de 65 años o más en Inglaterra. El deterioro cognitivo se evaluó mediante un instrumento neurocognitivo que constaba de 10 ítems que incluían tres categorías: memoria, atención y orientación en el tiempo y en el espacio. Los resultados del estudio comprobaron que los bajos niveles de vitamina D están asociados con mayores probabilidades de deterioro cognitivo.

Otro estudio realizado por Buell et al., (137) también observó la asociación de la vitamina D y la función cognitiva. Fueron evaluadas 1080 personas mayores (65- 99 años). Los participantes se sometieron a una batería neuropsicológica completa, y también se realizaron analíticas de la sangre para verificar las concentraciones de 25(OH) D. En este estudio no

Marco Teórico

se observaron asociaciones entre vitamina D y la memoria, pero si encontraron relación con la función ejecutiva y velocidad de procesamiento y la atención.

En relación a la enfermedad de Alzheimer, Oudschoorn et al., (138) analizó los niveles de vitamina D en pacientes con Alzheimer y comprobó la puntuación que estos obtuvieron en el test Mini-mental State (MMSE). Se verificó que los pacientes que poseían niveles séricos de vitamina D adecuados obtuvieron mejor desempeño en el test MMSE que los pacientes con niveles más bajos, lo que confirma la teoría de que existe una relación entre el estado de la vitamina D y la función cognitiva en pacientes con Alzheimer.

Varios estudios han observado mejoras cognitivas tanto en pacientes con Alzheimer así como con personas sanas cuando recibieron suplementos de la vitamina D. Por lo tanto, se observa la importancia de corregir la deficiencia de vitamina D en los pacientes de edad avanzada (139).

2.4 COMORBILIDAD ENTRE DISMINUCIÓN DE LA DMO Y EL DETERIORO COGNITIVO

La osteoporosis y la demencia son trastornos degenerativos crónicos comunes que están fuertemente asociados con la edad. Varios autores han estudiado la comorbilidad entre los dos trastornos (15,140–142).

Luckhaus et al., (142) ha estudiado la comorbilidad entre la enfermedad de Alzheimer (EA) y la osteoporosis. Se estudiaron las concentraciones de los marcadores bioquímicos de la osteoporosis en plasma sanguíneo en un grupo de sujetos con deterioro cognitivo leve, otro grupo de personas con la enfermedad de Alzheimer leve, otro grupo de personas que tenían solo osteoporosis primaria y un grupo control. Los marcadores bioquímicos estudiados fueron la osteocalcina, osteoprotegerina, Cross Laps (terminal de fragmentos de colágeno específico del hueso) y los niveles plasmáticos de vitamina D. Los resultados mostraron que hubo un aumento de la osteocalcina en los grupos de osteoporosis y en el grupo de la EA. La osteoprotegerina se mantuvo sin cambios en todos los grupos. Los niveles plasmáticos de vitamina D estaban por debajo del umbral de deficiencia para el grupo osteoporosis y los otros grupos tenían valores mayores que el grupo osteoporosis, pero estaban por debajo de los valores recomendados para la población europea. Estos resultados apuntan para un aumento del catabolismo del hueso y concomitante remodelación/anabolismo que no

Marco Teórico

está relacionada con el estado de la vitamina D en la enfermedad de Alzheimer, pero si en el deterioro cognitivo leve.

Un estudio realizado por Wilkins et al., (141) tuvo como objetivo determinar si las enfermedades no esqueléticas como la depresión, el deterioro cognitivo y la discapacidad física, que han sido asociados con la deficiencia de la vitamina D, son más comunes en las personas mayores afroamericanas. Participaron del estudio 60 personas mayores (30 afroamericanos y 30 estadounidenses de origen europea), donde fue evaluado el estado de la vitamina D, el rendimiento cognitivo, el rendimiento físico y la densidad mineral ósea (DMO). La capacidad cognitiva fue evaluada a través de una entrevista semiestructurada utilizando la escala de evaluación clínica de demencia (European American by Clinical Dementia Rating –CDR), por el test Mini-Mental (MMSE) y por el test Short Blessed Test (SBT). El rendimiento físico fue evaluado a través del test Physical Performance Test (PPT). Los niveles de vitamina D fueron analizados a través de analíticas y la densidad mineral ósea (DMO) fue medida en la columna lumbar y la cadera por densitometría ósea. Los afroamericanos tenían un nivel medio de vitamina D inferior (17,98 ng/ml) en comparación con los americanos europeos (25,20 ng/ml). Los participantes que presentaron deficiencia en la vitamina D obtuvieron peores resultados en las pruebas de rendimiento cognitivo y peores resultados en la DMO de cadera.

Marco Teórico

A través de las evidencias encontradas en los estudios se verifica la existencia de una asociación entre bajos niveles de vitamina D con estas enfermedades.

2.5 ACTIVIDAD FÍSICA EN PERSONAS MAYORES

La actividad física practicada con regularidad, puede aumentar la fuerza muscular, mejorar el equilibrio, mejorar la masa ósea y así disminuir el riesgo de caídas y de osteoporosis (143–145).

En 2007 el ACSM/AHA (American College of Sports Medicine and American Heart Association) (146) publicó algunas recomendaciones de actividad física para personas mayores. Las principales conclusiones son:

- La asistencia a un programa regular de ejercicios es una intervención efectiva para disminuir y prevenir el declive funcional que está asociado al proceso del envejecimiento. Personas mayores (incluidos los octogenarios y nonagenarios) se adaptan y responden bien tanto al entrenamiento de fuerza como al de resistencia.

- El entrenamiento de fuerza ayuda a disminuir la pérdida de masa muscular, que es típica en el envejecimiento, y aumenta los niveles de actividad física espontánea.

- El entrenamiento regular mejora la salud ósea, disminuyendo el riesgo de osteoporosis.

- La estabilidad postural mejora con la práctica regular de ejercicios, disminuyendo el riesgo de caídas, lesiones y fracturas.

- El ejercicio también mejora la flexibilidad y la amplitud de los movimientos de las articulaciones.

Marco Teórico

- Además, el entrenamiento proporciona beneficios psicológicos, incluyendo la preservación de la función cognitiva y disminución de la depresión.

La OMS (10) ha determinado algunas directrices sobre las actividades físicas para todos los adultos sanos de más de 65 años y recomienda que:

- 1) los adultos mayores de 65 años dediquen 150 minutos semanales a realizar actividades físicas moderadas aeróbicas, o bien algún tipo de actividad física vigorosa aeróbica durante 75 minutos, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas.
- 2) La actividad física se practicará en sesiones de 10 minutos, como mínimo.
- 3) Con la intención de obtener mayores beneficios para la salud, los adultos de este grupo de edad dediquen hasta 300 minutos semanales a la práctica de actividad física moderada aeróbica, o bien 150 minutos semanales de actividad física aeróbica vigorosa, o una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa.
- 4) Los adultos de este grupo de edades con movilidad reducida realicen actividades físicas para mejorar su equilibrio e impedir las caídas, tres días o más en la semana.
- 5) Se realicen actividades que fortalezcan los principales grupos musculares dos o más días a la semana.

Marco Teórico

6) Cuando los adultos de mayor edad no puedan realizar actividad física recomendada debido a su estado de salud, se mantendrán físicamente activos en la medida en que se lo permita su estado.

Estas recomendaciones son válidas para todos los adultos mayores, independientemente de su sexo, raza, origen étnico o nivel de ingresos.

Según la OMS (10), la actividad física moderada requiere un esfuerzo moderado, que acelera el ritmo cardíaco de forma perceptible.

Abajo están algunos ejemplos:

- Caminar a paso rápido;
- Bailar;
- Jardinería;
- Tareas domésticas;
- Caza;
- Participación activa en juegos y deportes con niños y paseos con animales domésticos;
- Trabajos de construcción generales (pintar, hacer tejados, etc.);
- Desplazamiento con cargas moderadas (< 20Kg).

La actividad física intensa requiere una gran cantidad de esfuerzo y provoca una respiración rápida y un aumento sustancial de la frecuencia cardíaca (147). Ejemplos de ejercicios vigorosos:

- Footing;
- Ascender a paso rápido o trepar por una ladera;

- Desplazamientos rápidos en bicicleta;
- Aerobic;
- Natación rápida;
- Deportes y juegos competitivos (juegos tradicionales, fútbol, voleibol, hockey, baloncesto);
- Trabajo intenso con pala o excavación de zanjas;
- Desplazamiento de cargas pesadas (> 20 Kg).

2.5.1 Actividad Física y Osteoporosis

Varios estudios han demostrado los beneficios obtenidos por la práctica regular de actividad física en personas con osteoporosis.

La actividad física es señalada por numerosos estudios como un recurso importante para la ganancia y el mantenimiento de la masa ósea (148–150).

De acuerdo con el estudio de Zazuela & Pereira (148), entre los beneficios de la actividad física para la prevención y/o tratamiento de la osteopenia y osteoporosis, se destaca: aumento de la densidad ósea; hipertrofia de las trabéculas; aumento de la actividad de los osteoblastos; aumento de la densidad de colágeno; incremento de la incorporación del calcio en los huesos. Según el ACSM (151) para las personas que tienen osteoporosis, la actividad física es parte principal en el tratamiento.

Otra manera de evitar la osteoporosis es aumentar la masa ósea en la infancia y adolescencia. Silva et al. (152) afirma que las actividades

deportivas adecuadamente preparadas y con soporte potencializan la densidad mineral ósea, particularmente durante la adolescencia. Según Ubago-Guisado et al. (153) la actividad física durante la infancia y la adolescencia probablemente es más importante que en cualquier otra época de la vida.

Todavía hay controversia respecto a qué modalidad, intensidad y frecuencia de ejercicios son más indicados a personas con osteoporosis. Hay estudios con diferentes tipos de protocolos que están buscando aclarar y eliminar las dudas sobre este tema (154).

La masa ósea está relacionada con la acción de la musculatura sobre el hueso, por lo tanto ejercicios gravitacionales son los más efectivos (45). Las fuerzas de compresión son realizadas por actividades de impacto, por descarga de peso y por cargas ejercidas por los tendones y por los músculos sobre los huesos. Aquí está la importancia para el mantenimiento de la integridad del hueso (154).

Según Geraldés (155) los programas de entrenamiento de fuerza son los más recomendables para individuos de cualquier edad, especialmente para personas mayores porque promueven el desarrollo de la fuerza muscular y de la DMO, así como la disminución de fracturas causadas por caídas (156).

Las mujeres posmenopáusicas presentan la tendencia a sufrir pérdida ósea, por lo tanto los ejercicios de alto impacto y con resistencia son indicados para mantener o mejorar la DMO (150).

Marco Teórico

Un estudio realizado por Chien et al. (157) analizó la eficacia de un programa de ejercicios aeróbicos en mujeres posmenopáusicas, donde fueron divididas en dos grupos: un grupo control y otro grupo que caminaba en la cinta por 30 minutos y después hacían 10 minutos de ejercicios de step. Los resultados indicaron un aumento en la fuerza del cuádriceps, resistencia muscular en el grupo que ha practicado actividad física y en el grupo control no encontraron alteraciones en estas variables. La DMO analizada en las vértebras L2-L4 y en la cabeza del fémur del grupo de los ejercicios ha mejorado 2,0% y 6,8% y en el grupo control ocurrió una disminución de 2,3% y 1,5% respectivamente.

Otro estudio realizado por Creighton et al. (158) tuvo como objetivo determinar como el entrenamiento regular de tres diferentes tipos de deporte influirían en la DMO, la formación y resorción ósea en mujeres atletas jóvenes. Fueron evaluadas 41 mujeres entre 18 y 26 años divididas en cuatro grupos: grupo de alto impacto, formado por atletas de voleibol y baloncesto (n= 14); medio impacto, formado por atletas de fútbol y maratonistas de media y larga distancia (n=13); ningún impacto, formado por nadadoras (n=7) y un grupo control, formado por mujeres que hacían algo de ejercicio menos de 1 hora a la semana en el último año (n=7). Las atletas fueron divididas en los grupos de acuerdo con una escala de impacto por el peso corporal que ha tenido un rango de 2 (futbol) a 6 puntos (voleibol). La temporada de competiciones de estos grupos variaba de 3 a 6 meses/año con 2 horas de entrenamiento de fuerza por semana. El

Marco Teórico

entrenamiento físico del grupo de alto impacto consistía en carreras y saltos en suelo duro (10-13 horas/semana). El grupo de medio impacto entrenaba carreras y saltos en el césped (fútbol, 6 horas/semana) y carreras (14 horas/semana). El entrenamiento del grupo sin impacto era solo de natación. Los programas de entrenamiento consistían en 20 horas/semana en las pre y pos temporadas. En definitiva, las atletas entrenaban 8 meses/año, durante los últimos cuatro años como mínimo, solamente en esas modalidades. La DMO fue medida por densitometría ósea en varias zonas del cuerpo. Además, las mujeres fueron sometidas a analíticas de sangre y orina para evaluar los marcadores de formación y absorción ósea. Como resultados, el grupo de alto impacto fue el grupo que ha obtenido mejor DMO total. En relación al marcador de formación ósea, el grupo sin impacto fue el grupo que ha tenido valores significativamente menores ($p < 0,05$) en comparación con los grupos de alto y medio impacto. El grupo de alto impacto también obtuvo mejores valores de osteocalcina.

Vincent & Braith (159) verificaron los efectos de 6 meses de un entrenamiento con ejercicios de resistencia de alta y baja intensidad en la DMO en personas mayores. Para medir la DMO fue utilizado el DXA del cuerpo total, cabeza del fémur y columna lumbar, y también fueron utilizados marcadores bioquímicos. El estudio estaba formado por 62 mujeres y hombres entre 60 y 83 años, divididos en 3 grupos: control (n=16), grupo de ejercicio resistido de baja intensidad (n=24) y grupo de ejercicios de alta intensidad (n=22). El entrenamiento tuvo una duración de

6 meses con frecuencia de 3 veces por semana. Se realizaron análisis sanguíneos antes y después de los 6 meses del entrenamiento para verificar la formación ósea. Los resultados mostraron una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) de la BMD de la cabeza del fémur en el grupo de alta intensidad (1,96%). También encontraron mejora significativa en los valores de los marcadores bioquímicos principalmente en el grupo de alta intensidad.

Bálsamo et al., (160), comparó la DMO de 63 mujeres posmenopáusicas que practicaban gimnasia o ejercicios en el agua y un grupo de sedentarias. Todas las mujeres recibían tratamiento hormonal. Las que practicaban actividad física ya llevaban 1 año practicando. Fueron evaluadas la DMO de la columna lumbar, del fémur y del antebrazo. Las mujeres que practicaban gimnasia obtuvieron mejores valores de DMO ($p < 0,05$) en la columna lumbar y cabeza del fémur cuando eran comparadas con las sedentarias, mientras que en los otros sitios analizados no hubo diferencias significativas. No hubo diferencia significativa entre los grupos de las que hacían gimnasia con las que hacían ejercicios en el agua. En este estudio se concluyó que tanto la gimnasia como los ejercicios en el agua demuestran ser positivos para la DMO en relación a los sedentarios.

Otro estudio que también ha observado los efectos de ejercicios en el agua sobre la DMO fue realizado por Silva & López (161). Mujeres entre 60 a 77 años, todas con tratamiento hormonal, practicaron ejercicios en el

Marco Teórico

agua 3 veces a la semana durante un año. Los resultados mostraron una disminución del índice de masa corporal (IMC) y también de la grasa corporal, además de un aumento en la masa magra y de la flexibilidad, en lo referente a la DMO, el 70% mejoraron la DMO de la columna lumbar y el 60% la DMO del fémur.

En un estudio prospectivo y randomizado, Ay & Yurtkuran (162) estudiaron 62 mujeres posmenopáusicas ($54,1 \pm 7$ años). En este estudio las mujeres fueron divididas en tres grupos: ejercicios de fortalecimiento con el propio peso del cuerpo, ejercicios acuáticos y grupo control. El estudio tuvo la duración de 6 meses y al final los autores encontraron diferencia significativa en la masa ósea del calcáneo en los grupos que practicaron actividad física en relación al grupo control. Los resultados a través del ultrasonido (BUA) mostraron que el grupo de ejercicios resistidos han tenido una mejora en la DMO de 4,2% ($p < 0,05$), el grupo de ejercicios en el agua mejoraron la masa ósea en 3,1% ($p < 0,05$) mientras el grupo control se observó una disminución de 1,3% ($p > 0,05$). No se encontraron diferencias significativas entre el grupo de ejercicios resistidos con el grupo de ejercicios en el agua.

En relación a los ejercicios practicados en el agua hay mucha controversia sobre los efectos en la DMO. Existen estudios que apuntan que la actividad física practicada en el agua no favorece la ganancia de masa ósea(163–165) mientras que hay estudios que sí que comprobaron una mejora en la masa ósea (160–162,166,167).

Liu et al. (164) estudiaron jóvenes atletas, incluso nadadoras, y no encontraron diferencias significativas en la DMO de tibia entre las jóvenes nadadoras y el grupo control. Entretanto, en un estudio realizado por Falk et al. (166) fue observado por medio de la técnica de ultrasonido óseo, una mejora de la masa ósea en la tibia de nadadoras cuando eran comparadas con el grupo control.

Distintos tipos de actividad física promueven influencia positiva en la DMO, pero no se sabe exactamente cuál es el ideal. Por lo tanto, es mejor practicar alguna actividad antes que seguir en la inactividad (168).

2.5.2 Actividad Física y Deterioro Cognitivo

El sedentarismo en las personas mayores puede generar la aparición de enfermedades crónico-degenerativas, disminución de las funciones fisiológicas y cognitiva, inmunosupresión y deterioro del sueño. En relación al aspecto social, la inactividad genera disminución de la autoestima, mayor ansiedad lo que puede contribuir para la aparición de la depresión.

En los últimos años las investigaciones han demostrado los beneficios que la actividad física (AF) genera a nivel cognitivo y por eso ha sido el foco de gran cantidad de actividades para promover la salud en personas mayores (169–171).

Marco Teórico

La actividad física practicada con regularidad podría disminuir o prevenir el declive cognitivo asociado con la edad, favorecer el mantenimiento o mejorar las funciones cognitivas (171–173) e incluso recuperar los daños vinculados al deterioro cognitivo leve (174). Además de eso la AF ayuda en la mejora de la capacidad funcional de adultos mayores (175,176).

Mortazavi et al. (13) analizaron la relación entre la actividad física y la salud mental en personas mayores. El estudio fue realizado con cuatrocientas personas mayores que hicieron actividad física dos veces a la semana durante dos meses. Según la conclusión de ese estudio la práctica de actividad física tuvo un impacto positivo en la salud mental de los ancianos, principalmente en cuatro aspectos: somatización, ansiedad, disfunción social y depresión.

En una investigación con un seguimiento de 6 años realizada por Barnes et al. (14) se observó la vinculación entre el estado cardio-respiratorio y los riesgos de deterioro cognitivo, en 349 adultos mayores sanos. La función cognitiva se evaluó al inicio del estudio con el examen modificado del Mini-Mental (mMMSE) y después de 6 años esta valoración se complementó con una batería de pruebas cognitivas que incluía el MMSE completo, tres pruebas de atención y función ejecutiva, dos pruebas de memoria verbal y dos pruebas de fluidez verbal. Los resultados indicaron que aquellos adultos mayores con menor capacidad cardio-respiratoria,

Marco Teórico

poseían menores puntuaciones en el MMSE y en las pruebas de valoración cognitiva después de los 6 años de seguimiento.

Otro estudio que también ha utilizado el MMSE para evaluar las funciones cognitivas fue el de Schuit et al. (177), donde investigaron el impacto de la frecuencia del ejercicio físico sobre las funciones cognitivas. El estudio fue realizado con 347 hombres y la actividad física fue medida utilizando un cuestionario auto-administrado que recogía la frecuencia e intensidad del ejercicio practicado en la semana anterior, el porcentaje de AF realizada semanalmente y en el último mes. Los resultados mostraron que una mayor prevalencia de deterioro cognitivo estaba relacionada con menor frecuencia de actividad física.

Otro estudio realizado por Etgen et al. (12) analizó la influencia de la actividad física en población tanto sana (n=3485), como con deterioro cognitivo leve (n=418). Los autores encontraron que los índices de actividad física moderada e intensa en sujetos saludables se relacionaba con menor riesgo de deterioro cognitivo. En la población con deterioro cognitivo, aquellos sujetos con menor actividad física de base presentaron deterioro en nuevas funciones cognitivas, después de 2 años de seguimiento.

Las enfermedades no transmisibles (ENT) o crónicas son las principales causas de morbilidad y mortalidad en personas mayores de 60 años. Las enfermedades del sistema cardiovascular, el cáncer, las demencias, la osteoporosis y el síndrome metabólico son las ENT con

Marco Teórico

mayor incidencia entre los mayores (17). Por lo tanto, investigaciones sobre estos temas son de gran importancia.

Finalmente, hay que resaltar que todos estas investigaciones tienen implicaciones clínicas y de gestión asistencial importantes, porque tanto el deterioro cognitivo como la osteoporosis son actualmente un importante problema de salud que hoy en día carece de tratamiento farmacológico eficaz, y además el ejercicio físico es una estrategia de prevención que las personas mayores no adoptan ampliamente (178), y que, por lo tanto, debería fomentarse con más intensidad.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta investigación es comprobar si existe alguna relación entre la densidad ósea y el deterioro cognitivo y la práctica de diferentes actividades físicas en personas mayores.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Comprobar el efecto de la actividad física sobre la densidad mineral ósea medida por US en mujeres mayores.

b). Comprobar el efecto de la actividad física sobre las funciones cognitivas medida mediante el test Evaluación Rápida de las Funciones Cognitivas en mujeres mayores.

c) Analizar las posibles relaciones entre las variables referentes a la masa ósea y el deterioro cognitivo.

4 MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 PARTICIPANTES

La población de estudio está formada por mujeres mayores de 60 años que participan en actividades ofrecidas por el Ayuntamiento de Salamanca para personas mayores.

Todos los sujetos fueron informados de los objetivos del trabajo, accedieron voluntariamente a participar en la investigación y firmaron un consentimiento informado (Anexo 1). Este estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca (Anexo 2).

4.1.1 Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión utilizados fueron:

- Mujeres mayores de 60 años; postmenopáusicas y sanas.
- Aceptar participar en el estudio

Los criterios de exclusión fueron:

- Estar diagnosticada de Alzheimer u otras demencias
- Imposibilidad de realizar todas las pruebas y valoraciones iniciales.

4.2 RECOGIDA DE DATOS

Para la recogida de los datos de los sujetos se utilizó un cuestionario clínico (Figura 8). El cuestionario consta de los siguientes apartados: Datos personales, Hábitos/Estilo de vida, Exploración (inicial/final) y características de la actividad física practicada.

La evaluación completa se realizó en la misma sesión y las personas fueron evaluadas en la E.U. de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad de Salamanca. Fueron realizadas dos sesiones de evaluación, una inicial y otra después de 4 meses. Al final de cada evaluación las mujeres recibieron un informe con los valores de la talla, peso, masa grasa y DMO (Anexo 3).

Material y Métodos

Fecha: _____

DATOS PERSONALES

Nombre: _____ ID: _____ Tlf: _____

Sexo: M () F () Fecha de nacimiento: _____ Edad: _____ Grupo: _____

ANTECEDENTES PATOLOGICOS

Fracturas: No () Sí () Localización y fecha: _____

¿Con qué frecuencia suele caerse?: () 1 vez / sem () 1 / mes () 1 / varios meses () 1 vez año () < 1 vez año

Medicación (nombre y cantidad): _____

HÁBITOS /ESTILO DE VIDA

Tipo ejercicio	Nº meses	días/semana	Horas/sesión

EXPLORACIÓN INICIAL

Talla: _____ Peso: _____ % grasa: _____ Kg. grasa: _____

Calcáneo T-Score: _____ QUI/Stiffness: _____ BMD est: _____ BUA: _____ SOS: _____

EXPLORACIÓN FINAL

Talla: _____ Peso: _____ % grasa: _____ Kg. grasa: _____

Calcáneo T-Score: _____ QUI/Stiffness: _____ BMD est: _____ BUA: _____ SOS: _____

EJERCICIO desde la evaluación inicial

Tipo ejercicio: natación, caminar, baile, otras...	Nº meses	días/semana	Horas/sesión

Reposo? N° semanas _____

Figura 8. Cuestionario clínico

4.2.1 Datos Personales y antecedentes patológicos

En este apartado se anotaron el nombre, teléfono, fecha de nacimiento, fecha de la evaluación inicial.

Además, se anotó si habían sufrido fracturas, así como su localización y fecha; y la frecuencia de caídas: una vez a la semana, una vez al mes, una vez cada varios meses, una vez al año o menos de una vez al año.

También se anotó los nombres de los medicamentos que los sujetos estaban tomando.

4.2.2 Hábitos/estilo de vida

En este apartado se anotaron los diferentes tipos de actividad física que practicaban las mujeres.

Las actividades físicas se caracterizaron como alto impacto, moderado impacto, bajo impacto y sin impacto según la clasificación realizada por Daly et al., (179). La clasificación utilizada es la siguiente:

- Alto impacto: gimnasia, baloncesto, voleibol.

- Impacto moderado: carrera, fútbol, tenis, squash, bádminton, entrenamiento de resistencia, atletismo, danza, hockey, artes marciales.

- Bajo impacto: caminar, golf, bolos, Tai Chi, Yoga.

- Sin impacto: natación, surf, ciclismo.

4.2.3 Exploración: medidas antropométricas y valoración ósea mediante ultrasonido óseo cuantitativo en calcáneo

-Medidas antropométricas

El peso corporal fue valorado mediante una balanza electrónica modelo Evidence Maxi, marca TEFAL (Group Seb Iberica, S.A., Barcelona) y la talla fue valorada utilizando un estadiómetro portátil de la marca SECA modelo 214 (Seca gmbh & Co., Hamburgo). Todos los sujetos fueron pesados y tallados con ropa ligera y descalzos.

El cálculo del índice de masa corporal (IMC) se hace por la relación peso y talla:

$$\text{IMC} = \text{peso [Kg]} / (\text{talla [m]})^2$$

Según la Organización Mundial de la Salud (180) el IMC se clasifica de la siguiente manera: delgadez < 18,5; normal entre 18,5 y 24,99; sobrepeso entre 25,00 y 29,99 y obeso ≥ 30.

La cantidad y el porcentaje de masa grasa se han medido con el equipo OMRON BF 300® de la marca OMRON (OMRON Matsukasa Co. LTD., Japón).

El OMRON BF 300® es un monitor de grasa corporal, con el fin de determinar la misma en el cuerpo humano en kilogramos y en porcentaje. Este equipo se basa en el método BIA (análisis por impedancia bioeléctrica). Mide la resistencia eléctrica del tejido corporal a través de una corriente eléctrica extremadamente baja que pasa por el cuerpo. Dado que la

Material y Métodos

conductibilidad eléctrica del tejido es mínima o inexistente, es posible determinar cuánto tejido adiposo existe en relación con los otros tipos de tejido de diferentes características conductoras. De este modo, mediante ecuaciones de predicción derivadas de métodos de referencia que vienen incorporadas al software del aparato (181), el analizador de tejido adiposo calcula la proporción de lípidos (la masa de materia adiposa) y qué porcentaje del peso total representa. Según el Manual de instrucciones de OMRON esta medición se lleva a cabo en el tronco (182).

Todas las determinaciones se realizaron siguiendo las recomendaciones del manual de instrucciones. Primero se introducen los datos correspondientes a la talla, el peso, la edad y el género del sujeto a analizar. Luego, el sujeto tiene que estar con una ropa ligera y se coloca en bipedestación con los pies un poco separados, y agarra los sensores/electrodos con las dos manos manteniendo los hombros en flexión de 90° y los brazos totalmente extendidos sin moverse durante la medición. Al cabo de aproximadamente 20 segundos aparece en la pantalla del equipo el porcentaje de masa grasa y la cantidad de masa grasa en kilogramos.

La tabla 4 muestra que en este equipo existen cuatro categorías en función de los valores del porcentaje de tejido adiposo, siendo la clasificación distinta en hombres y mujeres basado en las normativas de OMRON (182).

	Flaco	Normal	Elevado	Obeso
--	--------------	---------------	----------------	--------------

Material y Métodos

Hombres	Menos del 10%	10% - 19%	20 -24%	25% o más
Mujeres	Menos del 20%	20% - 29%	30 34%	35% o más

Tabla 4. Clasificación en función del porcentaje de tejido adiposo (182)

-Valoración ósea mediante ultrasonido óseo cuantitativo en calcáneo

Para la valoración ósea de los sujetos se utilizó un equipo de ultrasonido modelo Sahara[®] Clinical Bone Sonometer de la marca Hologic[®] (Hologic Inc., Waltham, MA, USA).



Figura 9. Modelo Sahara[®] Clinical Bone Sonometer de Hologic (foto de Hologic. INC, 2000)

Los parámetros que se obtienen son la velocidad del sonido al atravesar el hueso (SOS calcáneo), la atenuación del sonido al atravesar el hueso (BUA calcáneo), la densidad de masa ósea estimada (DMO calcáneo), el índice de ultrasonografía cuantitativa (QUI/stiffness) y la T-

Material y Métodos

score (desviaciones estándar por debajo de la media, comparando el paciente con la población joven de su entorno).

La velocidad del sonido (SOS) es la velocidad de la señal del US de un transductor a otro y es medido en m/seg. La atenuación de las ondas sonoras al pasar del transductor emisor al transductor receptor (BUA) es medido en dB/mgHz. El hueso normal tiene una atenuación (BUA) y una velocidad del sonido (SOS) mayor que el hueso osteoporótico. Estos dos parámetros pueden ser combinados y formar un nuevo parámetro, el índice de ultrasonografía cuantitativa (Quantitative Ultrasound Index, QUI), también denominado "Stiffness" o índice de consistencia. El QUI se calcula a partir del SOS y del BUA (183).

Antes de empezar las evaluaciones es necesaria la calibración mediante la utilización del "fantoma" proporcionado junto al equipo y, previamente a la colocación del paciente o del "fantoma", hay que aplicar gel de contacto para facilitar la transmisión del US. En el fantoma los valores fijos de BUA y SOS son 28,9 dB/MHz y 1519 m/s, respectivamente.

Para realizar la medición el sujeto se ha de quitar el calzado y apoyar el pie desnudo de la extremidad no dominante sobre la máquina mientras permanece sentado en una silla. Los transductores (uno receptor y otro emisor) quedan situados a ambos lados del calcáneo. Se procede después a bloquear el tobillo y el pie con un fijador externo incluido en el equipo, garantizando la inmovilidad del segmento a examinar.

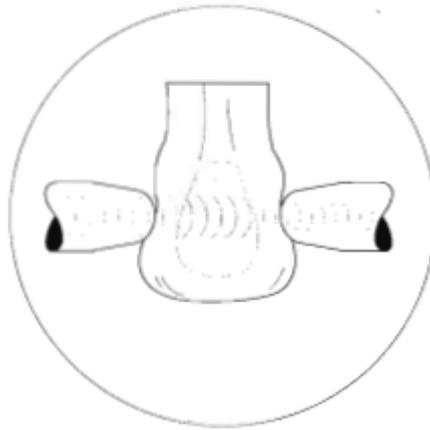


Figura 10. Ilustración de los transductores (emisor y receptor) recibiendo las señales del ultrasonido (62).

Una vez colocado correctamente el pie, se acciona la máquina. Los dos transductores se acercan comprimiendo ligeramente el talón y comienza la medición. Al cabo de unos segundos aparecen en la pantalla del equipo los valores (QUI, T-score, Est BMD, BUA y SOS). Si los valores en pantalla aparecen junto a un asterisco indica que las determinaciones fueron estimadas únicamente a partir del SOS. Si el equipo no puede realizar la medición aparece el mensaje medición inválida. En ambos casos se repitió la medición una vez más como indica el fabricante.

Se consideran valores perdidos de estas variables los valores con un asterisco o las mediciones inválidas que se mantuvieron erróneos después de repetir la medición.

4.2.4 Valoración cognitiva

Para la evaluación de la capacidad mental se empleó el test Evaluación Rápida de las Funciones Cognitivas (ERFC) adaptado y validado en castellano por Arroyo-Anlló et al (131).

El test ERFC.es (Figura 11) está compuesto de 13 subtests que permiten la realización de una evaluación neuropsicológica: I. “Orientación temporoespacial”, que evalúa la orientación en el espacio y en el tiempo; Ila. “Atención y memoria”, que explora la capacidad de atención, la memoria inmediata y la memoria de trabajo; IIb. “Recuerdo”, que examina la capacidad de aprendizaje a largo plazo, sin ayuda; III. “Cálculo mental”, explorado a través de dos restas; IV. “Razonamiento y juicio”; V. “Semejanzas”, que evalúa la capacidad de abstracción; VI. “Comprensión”, que evalúa la comprensión oral; VII. “Denominación”; VIII. “Repetición”; IX. “Orden escrita”, que explora la comprensión escrita; X. “Fluidez verbal”; Xa. “Fluidez semántica” que examina la fluidez semántica; Xb. “Fluidez fonética alternada”, XI. “Praxias”, que estudia el gesto intencionado simbólico (praxia ideomotora) y la praxia constructiva; Xb. “Fluidez fonética alternada”, que explora la capacidad de alternancia e inhibición de respuestas verbales; XII. “Reconocimiento visual”, que evalúa la gnosia visual; XIII. “Escritura”, explorada a través de la copia y el dictado de dos palabras.

Material y Métodos

<p>Fecha de aplicación del test: Apellidos y nombre: Fecha de nacimiento (edad): Años de escolarización: Ocupación: Lateralidad:</p> <p><i>I. Orientación temporoespacial (puntuación máxima = 8)</i> Un punto por respuesta exacta: 1. ¿En qué año estamos? 2. ¿Qué día de la semana es? 3. ¿En qué mes estamos? 4. ¿Qué día del mes es? 5. ¿En qué estación estamos? 6. ¿En qué ciudad estamos? 7. ¿En qué provincia? 8. ¿En qué lugar nos encontramos?</p> <p>Puntuación total I: /8</p> <p><i>II. Atención y memoria (puntuación máxima = 10)</i> <i>II.a. Atención y memoria</i> 1. Nombrar lentamente 4 palabras (tortola, casa, gafas, estrella) y hacerlas repetir Puntuar 1 punto por palabra, ignorando sus posibles alteraciones fonéticas: Puntuación parcial: /4 Después de la primera repetición, asegurarse de que el sujeto retiene las 4 palabras por medio de repeticiones sucesivas. Abandonar al cabo de 3 repeticiones infructuosas</p> <p>2. Series de cifras: a) Repetir la siguiente serie en dicho orden. En caso de fracaso, intentarlo de nuevo con la otra serie siguiente: 4 - 2 - 7 - 3 - 1 7 - 5 - 8 - 3 - 6 1 punto por 5 cifras sucesivas; 0,5 por 4 cifras; 0 por menos de 4 cifras Puntuación parcial: /1</p> <p>b) Usar el mismo procedimiento para repetir en orden inverso una serie de 4 cifras. En caso de fracaso, intentarlo de nuevo con la otra serie siguiente: 3 - 2 - 7 - 9 4 - 9 - 6 - 8 Puntuar 1 punto por 4 cifras sucesivas; 0,5 por 3 cifras; 0 por menos de 3 cifras Puntuación parcial: /1</p> <p><i>II.b. Recuerdo:</i> Recuerdo de las palabras aprendidas en II.a Puntuar 1 punto por palabra recordada correctamente sin ayuda y 0,5 puntos por cada palabra recordada, usando las siguientes ayudas: - Es un animal (para "tortola") - Sirve para cobijarse (para "casa") - Está compuesto de cristal (para "gafas") - Brilla (para "estrella") Puntuación parcial: /4</p> <p>Puntuación total II: /10</p> <p><i>III. Cálculo mental (puntuación máxima = 2)</i> Un punto por respuesta exacta 28 - 9 = 102 - 3 =</p> <p>Puntuación total III: /2</p> <p><i>IV. Razonamiento y juicio (puntuación máxima = 8)</i> 1. Juan es más grande que Pedro. ¿Quién es el más pequeño de los dos? 2 puntos por respuesta correcta. Puntuación parcial: /2</p> <p>2. Juan es más grande que Pedro y más pequeño que Joaquín. ¿Quién es el más grande de los tres? 1 punto por respuesta correcta. Puntuación parcial: /1</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa en la página siguiente)</i></p>
--

Figura 11. Test ERFC.es

Material y Métodos

3. ¿Es verdad que cuantos más vagones haya, más deprisa va el tren?
1 punto por respuesta correcta. Puntuación parcial: /1

4. ¿Qué haría si se encontrase en la calle un sobre con la dirección escrita y un sello nuevo?
1 punto por respuesta correcta. Puntuación parcial: /1

Puntuación total IV: /5

V. Semejanzas (puntuación máxima = 2)

Preguntar como ejemplo inicial el siguiente: ¿En qué se parecen una naranja y un plátano? Se le ayudará si no responde que son frutas o, en el caso de que no responda correctamente, se le dará la respuesta correcta

Después, se le pregunta: ¿En qué se parecen una chaqueta y un pantalón?

2 puntos si responde: son vestidos, prendas de vestir o abrigo o que sirven para abrigarse

1 punto si responde: partes del traje, ropa, para vestir, prendas de caballero

0 punto si responde: hechos del mismo tejido, tienen botones, llevan forros, tienen costuras, hechos por un sastre

Puntuación total V: /2

VI. Comprensión (puntuación máxima = 5)

1. Prueba de los tres papeles de Pedro María: "Delante de Vd. hay 3 papeles: uno grande, uno mediano y uno pequeño.

Eche al suelo el grande, deme el mediano y guárdese el pequeño para Vd.

1 punto por 2 ítems realizados correctamente y 2 en caso de resolución total

Puntuación parcial: /2

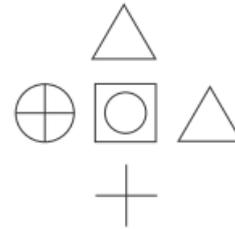
2. Mostrar la siguiente figura y que el sujeto señale (1 punto por respuesta exacta):

– Un círculo dentro de un cuadrado

– Un triángulo encima de un cuadrado

– Una cruz debajo del cuadrado

Puntuación parcial: /3



Puntuación total VI: /5

VII. Denominación (puntuación máxima = 4)

1 punto por respuesta exacta

– Mostrar estos dos objetos reales y que el sujeto los denomine: reloj y bolígrafo o lápiz

– Mostrar dos imágenes: pato y alcachofa.



Puntuación total VII: /4

VIII. Repetición (puntuación máxima = 2)

Hacer repetir las 2 palabras siguientes:

– Constitución

– Espectáculo

1 punto, si la repetición es correcta; 0,5 si la palabra se reconoce peor por una repetición imperfecta; 0 si la repetición es imposible o no se reconoce la palabra

Puntuación total VIII: /2

IX. Orden escrita (puntuación máxima = 1)

Pedir que haga lo que está escrito a continuación: "cierre los ojos"

1 punto si la ejecución es correcta

Puntuación total IX: /1

X. Fluencia verbal (puntuación máxima = 8)

Xa. Fluencia semántica

Citar ciudades durante 1 minuto

Puntuar 0 si dice 3 o menos ciudades; 1 si dice 4 o 5 ciudades; 2 si dice 6 o 7; 3 si dice 8; 4 si dice 8 o 9 ciudades

Puntuación parcial: /4

Xb. Fluencia fonética alternada

Citar primero una palabra que empiece por la letra "p" (o sonido pa/pe/pi/po/pu) y después otra que empiece por la letra "s" (o sonido sa/se/si/so/su) y continuar así durante un minuto (no son válidas las respuestas de nombres propios)

Puntuar igual que la anterior

Puntuación parcial: /4

Puntuación total X: /8

(Continúa en la página siguiente)

Material y Métodos

XI. Praxias (puntuación máxima = 6)
 1. Hacer un saludo militar
 Si lo hace incorrectamente, que lo haga por imitación
 1 punto si lo realiza bien sin imitar y 0,5 puntos con imitación
 Puntuación parcial: /1

2. Reproducir el dibujo siguiente
 Puntuar 1 punto por elemento reproducido correctamente (a, b, c, d, e de la fig. 3), pero si la reproducción es incompleta, hay desplazamiento o desproporción flagrante del tamaño de algún elemento puntuar 0,5
 Puntuación parcial: /5

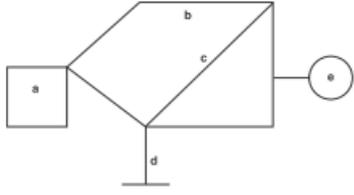
Puntuación total XI: /6

XII. Reconocimiento visual (puntuación máxima = 1)
 Identificar el dibujo
 1 punto si responde correctamente

Puntuación total XII: /1

XIII. Escritura (puntuación máxima = 2)
 Puntuar 1 punto por cada palabra correctamente escrita
 1. Dictar: "casa"
 2. Copiar: "constitución"

Puntuación total XIII: /2




Cuadro recapitulativo

	Puntuación máxima	Puntuación
I. Orientación temporoespacial	8	
II. Atención y memoria	10	
III. Cálculo mental	2	
IV. Razonamiento y lógica	5	
V. Semejanzas	2	
VI. Comprensión	5	
VII. Denominación	4	
VIII. Repetición	2	
IX. Orden escrita	1	
X. Fluidez verbal	8	
XI. Praxias	6	
XII. Reconocimiento visual	1	
XIII. Escritura	2	
Puntuación total	56	

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

El análisis de los datos se ha realizado con el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics en la versión 23.0.0.0 (IBM Corp. Armonk, NY, USA).

Para el análisis descriptivo se ha calculado la media y la desviación estándar de las diferentes variables cuantitativas, mientras que para las variables cualitativas se calcularon sus frecuencias y porcentajes.

La normal distribución de los datos fue confirmada antes de la aplicación de los test estándar. Las variables cuantitativas fueron analizadas con ANOVA, T de Student o pruebas no paramétricas, según el caso.

Para analizar la asociación entre dos variables cualitativas se utilizaron las pruebas de Chi-cuadrado.

El coeficiente de correlación r de Pearson se usó para evaluar la relación entre dos variables cuantitativas.

En los análisis se estableció un índice de significación de $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 POBLACIÓN

Un total de 183 mujeres mayores iniciaron el estudio. La edad media de las participantes era de $71,8 \pm 5,7$ años (intervalo 61-87 años). De las 183 mujeres evaluadas inicialmente, 126 asistieron a la evaluación final.

5.1.1 Datos personales y antecedentes patológicos

- Edad

La edad media de las 126 participantes que asistieron a la evaluación inicial y final era de $71,1 \pm 5,5$ años (intervalo 61-87 años).

- Frecuencia de caídas

En relación a la frecuencia de caídas en el último año anterior al inicio del estudio, 1 mujer (1%) tuvo caídas una vez al mes; 6 mujeres (5%) sufrieron caídas una vez a cada varios meses. Otras 24 mujeres (19%) cayeron una vez al año, y 95 mujeres (75%) sufrieron caídas menos de una vez al año (Tabla 5, Figura 12).

Caídas	Frecuencia	Porcentaje
Una vez al mes	1	1%
Una vez cada varios meses	6	5%
Una vez al año	24	19%
Menos de una vez al año	95	75%

Tabla 5. Descriptivos de la variable frecuencia de caídas

Resultados



Figura 12. Porcentaje de la frecuencia de caídas de la población estudiada

- Historia de fracturas

En el estudio de la historia de fracturas encontramos que 38 mujeres (30%) habían sufrido alguna fractura en el pasado. De estas, 28 mujeres (22%) sufrieron 1 fractura, otras 9 mujeres (7%) sufrieron 2 fracturas, y 1 mujer (1%) sufrió 3 fracturas (Tabla 6, Figura 13).

Número de Fracturas	Frecuencia	Porcentaje
1 fractura	28 mujeres	22%
2 fracturas	9 mujeres	7%
3 fracturas	1 mujer	1%

Tabla 6. Descriptivos de la variable número de fracturas

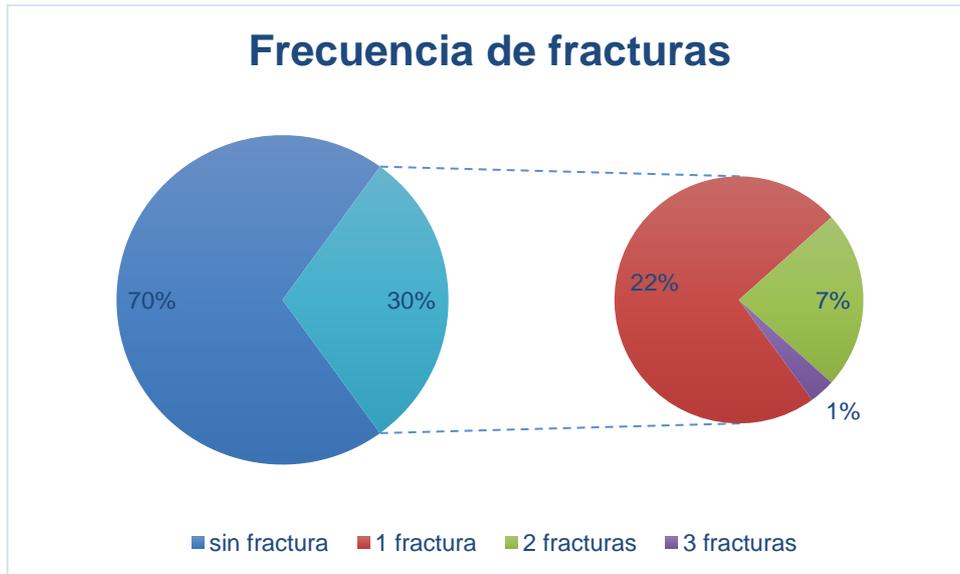


Figura 13. Frecuencia de fracturas en la población estudiada

5.2 RESULTADOS EN LAS VARIABLES SOBRE MASA ÓSEA

Para analizar los resultados referentes a la masa ósea la muestra fue dividida, en primer lugar, de acuerdo con la cantidad de ejercicio que practicaron durante los 4 meses de seguimiento.

La OMS ha determinado que los adultos sanos de más de 65 años deberían dedicar 150 minutos semanales a realizar actividades físicas moderadas aeróbicas, o bien algún tipo de actividad física vigorosa aeróbica durante 75 minutos. Pero con la intención de obtener mayores beneficios para la salud, recomienda 300 minutos semanales de práctica de actividad física moderada aeróbica, o bien 150 minutos semanales de actividad física aeróbica vigorosa. Para estudiar en nuestra muestra los efectos de la actividad física en relación a cantidad de minutos semanales de práctica se ha dividido la muestra en 3 grupos: grupo sedentario que practica menos de 150 minutos semanales de actividad física, grupo activo que practica entre 150 y 300 minutos semanales

Resultados

de AF y grupo muy activo que practica más de 300 minutos semanales. En nuestra muestra (Fig. 14) sólo 4 mujeres no practicaban ninguna actividad física y 10 mujeres realizaron menos de 150 minutos semanales de actividad física. Este grupo sedentario practicó una media de 77 minutos semanales con un mínimo de 0 y un máximo de 120 minutos. El grupo activo practicó una media de 213 minutos semanales durante los 4 meses de seguimiento con un mínimo de 150 minutos y un máximo de 270 minutos. El grupo más activo realizó actividad física 515 minutos semanales de media con un mínimo de 300 minutos y un máximo de 930 minutos semanales.

Los ejercicios practicados por las mujeres fueron: natación, gimnasia, psicomotricidad, salir a caminar, bailes de salón, yoga, pilates y Tai-Chi. Siguiendo las especificaciones de la OMS (147) lo hemos considerado AF moderada aeróbica.

Resultados

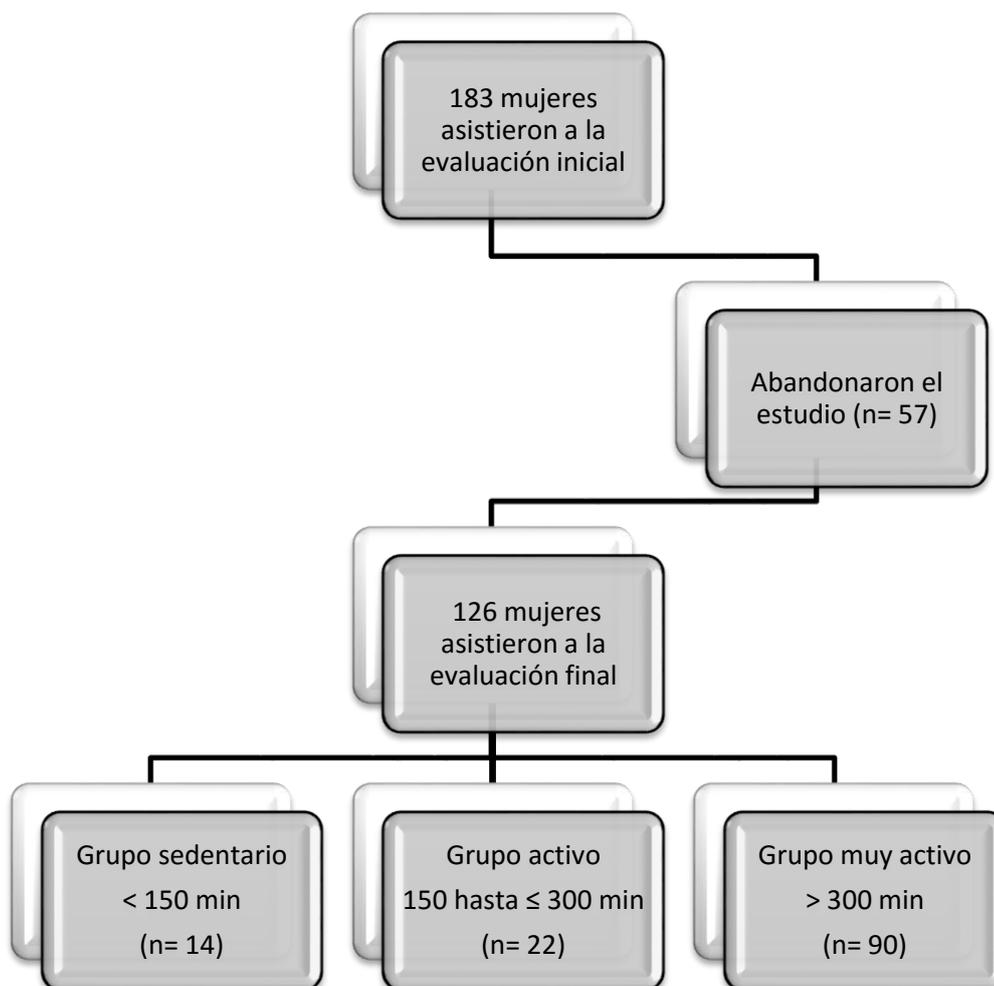


Figura 14. Diagrama de la muestra en relación a los minutos semanales de prácticas de actividad física.

En la Tabla 7 se muestran las características clínicas iniciales de los 3 grupos. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre grupos al inicio del estudio, salvo, obviamente en los minutos semanales de práctica de actividad física.

Resultados

Resultados iniciales	Actividad Física			p
	Grupo sedentario n=14	Grupo activo n=22	Grupo muy activo n=90	
Actividad física, mins/semana	77 ± 54	213 ± 41	515 ± 141	<0,001
Edad, años	71,3 ± 7,1	69,1 ± 4,4	71,6 ± 5,5	NS
Peso, kg	66,3 ± 13,7	65,2 ± 10,9	64,5 ± 7,8	NS
Altura, cm	152,2 ± 4,8	153,6 ± 4,4	152,4 ± 6,0	NS
IMC, kg/m ²	28,8 ± 6,8	27,6 ± 4,4	27,8 ± 3,4	NS
Masa grasa, %	42,9 ± 5,3	43,2 ± 2,5	43,1 ± 3,9	NS
Antiosteoporóticos, %	14%	36%	21%	NS
BUA, db/MHz	58,2 ± 13,8	62,4 ± 15,1	63,8 ± 17,8	NS
SOS, m/sec	1524,5 ± 24,9	1528,7 ± 21,2	1530,2 ± 29,1	NS
QUI	77,9 ± 15,6	81,3 ± 14,0	82,5 ± 18,8	NS
BMD, g/cm ²	0,416 ± 0,09 9	0,438 ± 0,08 9	0,446 ± 0,11 9	NS
T score	-1,5 ± 0,9	-1,3 ± 0,8	-1,2 ± 1,1	NS

Tabla 7. Resultados iniciales en los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.

Después de los 4 meses de seguimiento tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Tabla 8).

Resultados

Resultados finales	Actividad Física			p
	Grupo sedentario n=14	Grupo activo n=22	Grupo muy activo n=90	
Peso, kg	66,3 ± 13,5	64,7 ± 11,2	64,3 ± 7,7	NS
IMC, kg/m ²	28,8 ± 6,8	27,4 ± 4,6	27,7 ± 3,4	NS
Masa grasa, %	41,9 ± 4,6	42,7 ± 2,6	42,9 ± 4,0	NS
BUA, db/MHz	62,9 ± 16,6	66,3 ± 15,1	65,7 ± 14,6	NS
SOS, m/sec	1523,5 ± 29,0	1525,2 ± 21,7	1526,0 ± 25,7	NS
QUI	79,4 ± 18,3	81,5 ± 14,5	81,6 ± 16,2	NS
BMD, g/cm ²	0,426 ± 0,116	0,439 ± 0,091	0,440 ± 0,102	NS
T score	-1,4 ± 1,0	-1,3 ± 0,8	-1,3 ± 0,9	NS

Tabla 8. Resultados finales en los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.

En el seguimiento se obtuvieron algunas diferencias estadísticamente significativas. El grupo sedentario y el grupo activo obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la variable BUA que aumentó, aunque tenemos que tener en cuenta que estos grupos están formados por 14 y 22 mujeres, respectivamente. En el grupo muy activo disminuyeron las variables peso, masa grasa y SOS, de forma estadísticamente significativa (Tabla 9; Figuras, 15, 16, 17, 18).

Resultados

	Actividad Física	Valores iniciales media \pm SD	Valores finales media \pm SD	p
Peso, kg	Grupo sedentario	66,3 \pm 13,7	66,3 \pm 13,5	NS
	Grupo activo	65,2 \pm 10,9	64,7 \pm 11,2	NS
	Grupo muy activo	64,5 \pm 7,8	64,3 \pm 7,7	0,036
IMC, kg/m ²	Grupo sedentario	28,8 \pm 6,8	28,8 \pm 6,8	NS
	Grupo activo	27,6 \pm 4,4	27,4 \pm 4,6	NS
	Grupo muy activo	27,8 \pm 3,4	27,7 \pm 3,4	NS
Masa grasa, %	Grupo sedentario	42,9 \pm 5,3	41,9 \pm 4,6	NS
	Grupo activo	43,2 \pm 2,5	42,7 \pm 2,3	NS
	Grupo muy activo	43,1 \pm 3,9	42,9 \pm 4,0	<0,001
BUA, db/MHz	Grupo sedentario	58,2 \pm 13,8	62,9 \pm 16,6	0,030
	Grupo activo	62,4 \pm 15,1	66,3 \pm 15,1	0,026
	Grupo muy activo	63,8 \pm 17,8	65,7 \pm 14,6	NS
SOS, m/sec	Grupo sedentario	1524,5 \pm 24,9	1523,5 \pm 29,0	NS
	Grupo activo	1528,7 \pm 21,2	1525,2 \pm 21,3	NS
	Grupo muy activo	1530,2 \pm 29,1	1526,0 \pm 25,7	0,026
QUI	Grupo sedentario	77,9 \pm 15,6	79,4 \pm 18,3	NS
	Grupo activo	81,3 \pm 14,0	81,5 \pm 14,5	NS
	Grupo muy activo	82,5 \pm 18,8	81,6 \pm 16,2	NS
BMD, g/cm ²	Grupo sedentario	0,416 \pm 0,099	0,426 \pm 0,116	NS
	Grupo activo	0,438 \pm 0,089	0,439 \pm 0,091	NS
	Grupo muy activo	0,446 \pm 0,119	0,440 \pm 0,102	NS
T- score	Grupo sedentario	-1,5 \pm 0,9	-1,4 \pm 1,0	NS
	Grupo activo	-1,3 \pm 0,8	-1,3 \pm 0,8	NS
	Grupo muy activo	-1,2 \pm 1,1	-1,3 \pm 0,9	NS

Tabla 9. Comparación de las características clínicas entre el inicio y el final del estudio en los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.

Resultados

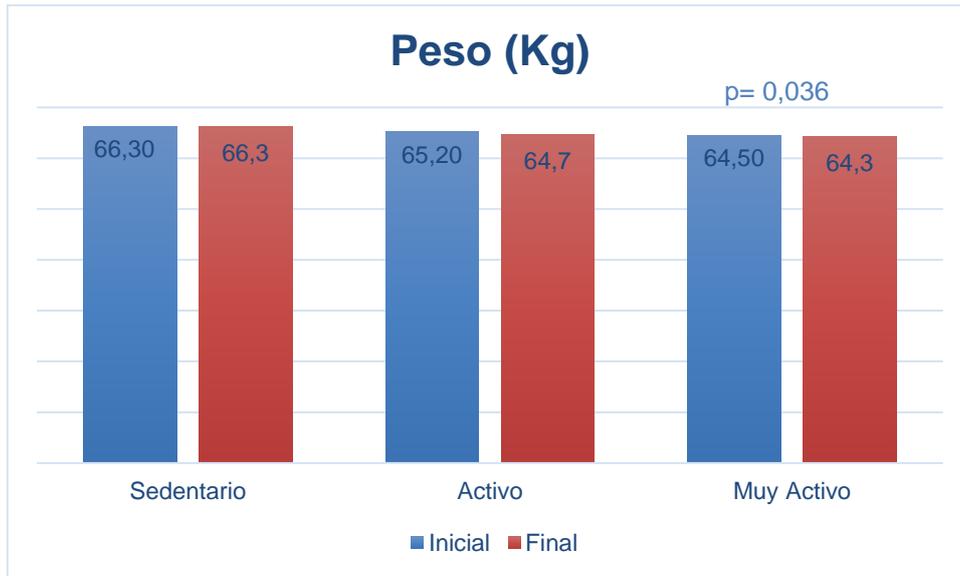


Figura 15. Valores iniciales y finales del peso entre los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.

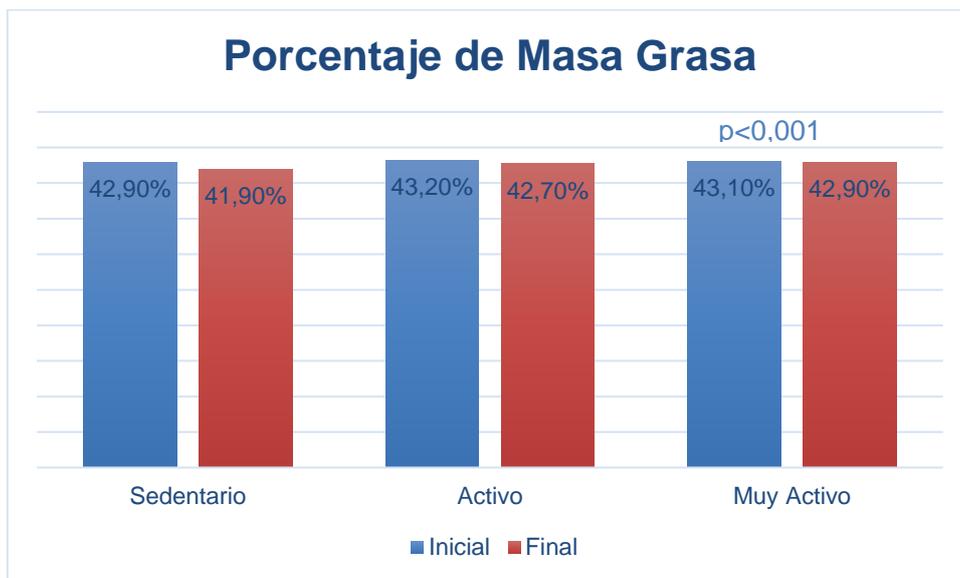


Figura 16. Valores iniciales y finales de la masa grasa entre los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.

Resultados

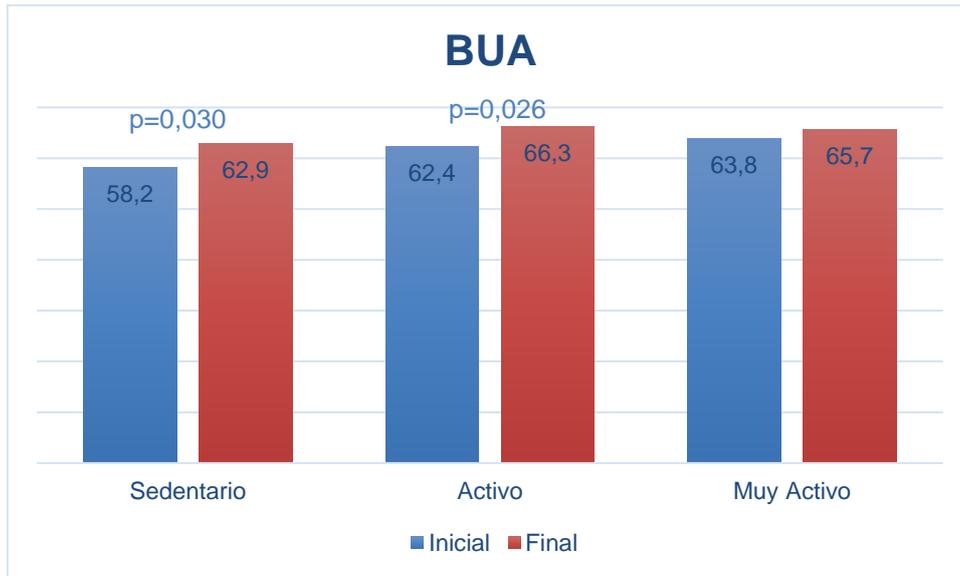


Figura 17. Valores iniciales y finales de la masa grasa entre los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.

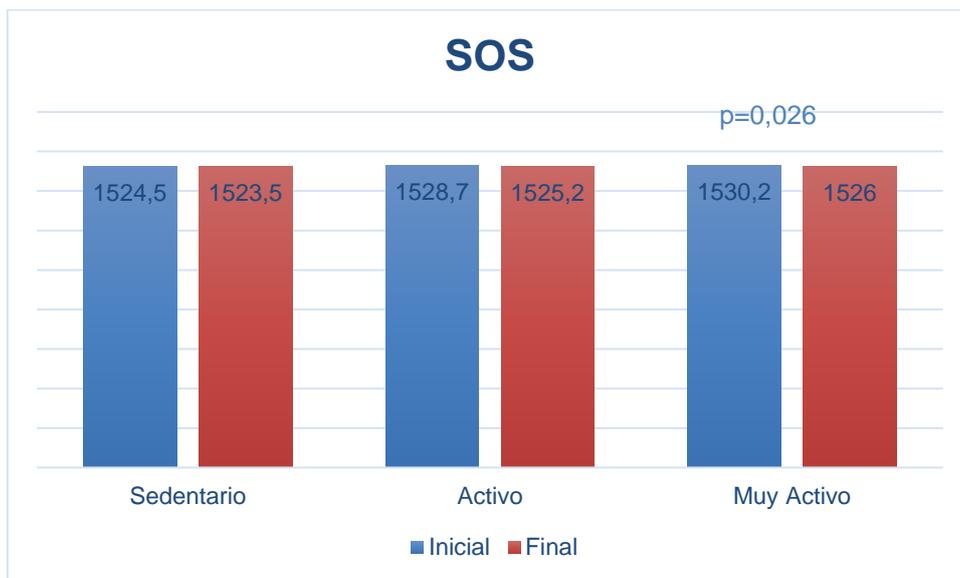


Figura 18. Valores iniciales y finales de la masa grasa entre los grupos con mayor o menor práctica de actividad física.

Los porcentajes de osteopenia y osteoporosis en los grupos sedentario, activo y muy activo se presentan en la tabla 10. Como se puede observar el porcentaje mayor en todos los grupos y momentos es el de osteopenia. No hubo

Resultados

diferencias estadísticamente significativas entre grupos ni al inicio ni al final, ni diferencias en el seguimiento en cada grupo por separado. Aunque la disminución no sea estadísticamente significativa, en el grupo muy activo fue en el único que disminuyó el porcentaje de mujeres en categoría “Normal”. En el grupo activo no hubo cambios y en el grupo sedentario aumentó la osteopenia y disminuyó la osteoporosis (Figuras 19, 20, 21).

	Actividad física					
	Grupo Sedentario		Grupo activo		Grupo muy activo	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Normal	29%	29%	36%	36%	37%	33%
Osteopenia	57%	64%	64%	64%	54%	62%
Osteoporosis	14%	7%	0%	0%	9%	4%

Tabla 10. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis en los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.

Resultados

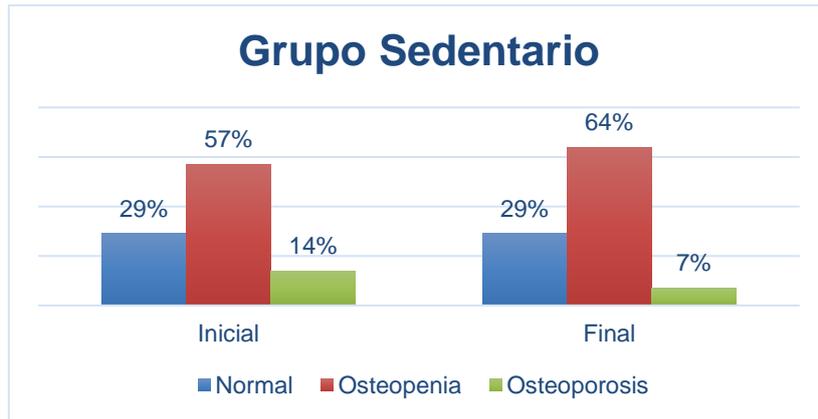


Figura 19. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del estudio en el grupo sedentario.

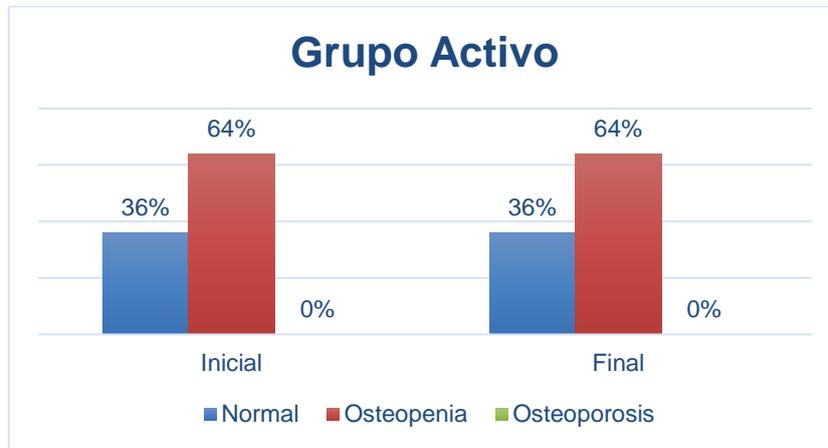


Figura 20. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del estudio en el grupo activo.

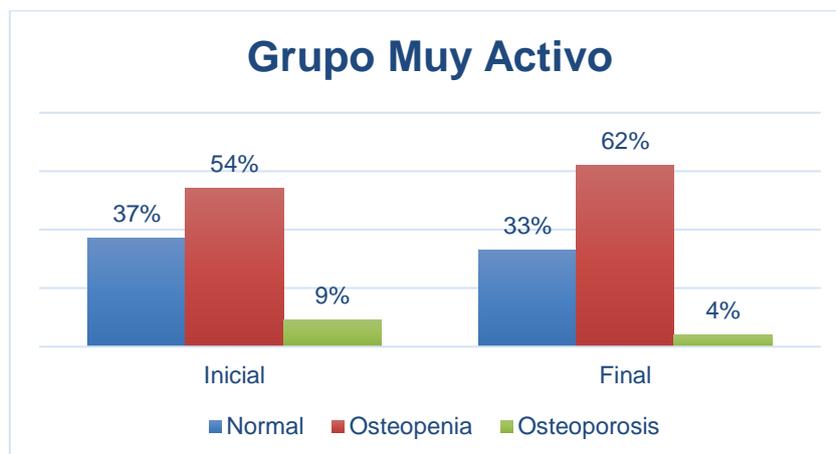


Figura 21. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del grupo muy activo.

Resultados

En segundo lugar, para analizar los resultados referentes a la masa ósea la muestra fue dividida de acuerdo con el tipo de ejercicio que practicaron durante los 4 meses de seguimiento. Se formaron 3 grupos: grupo “alto impacto”, grupo “bajo impacto” y grupo “natación + bajo impacto” (“natación + BI”).

Un total de 59 mujeres se incluyeron en el grupo de “alto impacto” porque durante el periodo de estudio participaron en programas de actividad física de alto impacto (programas de gimnasia que combinan ejercicios aeróbicos, de fuerza, de coordinación y de equilibrio) con una frecuencia media de 156 ± 60 minutos/semana durante los 4 meses. Además, éstas mujeres también practicaban algunas actividades de bajo impacto como marcha, bailes de salón, yoga, Pilates y Tai-Chi con una frecuencia media de 318 ± 186 minutos/semana.

El grupo de “bajo impacto” lo formaron 36 mujeres que practicaron actividades físicas de bajo impacto: marcha, bailes de salón, yoga, Pilates y Tai-Chi con una frecuencia media de 402 ± 168 minutos/semana durante el seguimiento.

Constituyen el grupo “natación + bajo impacto” 18 mujeres que practicaron natación una media de 108 ± 42 minutos/semana durante los 4 meses de seguimiento, aunque también realizaron otras actividades de bajo impacto como marcha, bailes de salón, yoga, Pilates y Tai-Chi con una frecuencia media de 246 ± 174 minutos/semana durante el estudio.

Ninguna de las mujeres del estudio practicaba solamente natación. Sólo 4 personas no practicaron ningún tipo de ejercicio durante el seguimiento. Estas

Resultados

mujeres fueron excluidas del estudio ya que sus datos no serían representativos. 9 mujeres también fueron excluidas del estudio por participar en natación y actividades de alto impacto simultáneamente. Al excluir a estas 13 mujeres, la muestra para el estudio de la masa ósea en relación al tipo de ejercicio físico quedó formada por 113 mujeres, edad media $71,5 \pm 5,4$ años, intervalo 62-86 años. El proceso de seguimiento de la muestra se puede observar en la Figura 22.

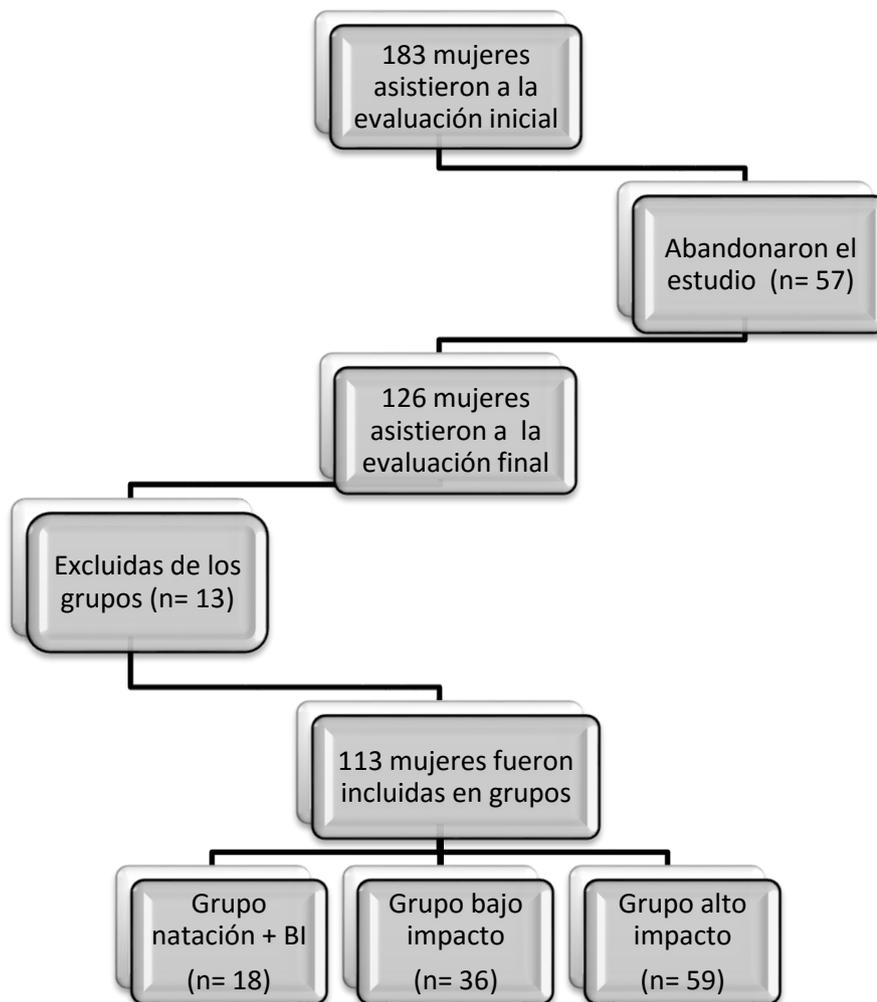


Figura 22. Diagrama de la muestra del estudio según el tipo de actividad física de impacto.

Resultados

Existen diferencias estadísticamente significativas entre la cantidad de minutos semanales de bajo impacto y la cantidad de minutos totales, entre los 3 grupos. Siendo el grupo bajo impacto el que más minutos de bajo impacto realiza y el grupo alto impacto el que más minutos totales de actividad física práctica (Tabla 11).

Grupo natación +BI (n= 18)	Grupo bajo impacto (n= 36)	Grupo alto impacto (n= 59)	Valor de p
Natación 108 ± 42 min/semana		Alto impacto 156 ± 60 min/semana	
Bajo impacto 246 ± 174 min/semana	Bajo impacto 402 ± 168 min/semana	Bajo impacto 318 ± 186 min/semana	0,008
Total: 354 ± 198 min/semana	Total: 402 ± 168 min/semana	Total: 474 ± 198 min/semana	0,034

Tabla 11. Actividades físicas practicadas por los grupos del estudio durante los 4 meses de seguimiento.

Los resultados de las variables en la evaluación inicial de los 3 grupos se presentan en la tabla 12.

En los grupos se comparó la media de edad, peso, talla, índice de masa corporal (IMC), fármacos antiosteoporóticos, y variables de la masa ósea. Hubo diferencias estadísticamente significativas en la edad y la altura (Tabla 12).

Resultados

	Actividad Física			p
	Natación +BI n=18	Bajo impacto n=36	Alto impacto n=59	
Edad, años	68,2 ± 4,7	70,6 ± 5,1	73,1 ± 5,3	0,001
Peso, kg	68,1 ± 10,2	65,5 ± 9,3	64,0 ± 8,4	NS
Altura, cm	155,7 ± 4,5	151,7 ± 5,2	152,4 ± 6,2	0,047
IMC, kg/m²	28,1 ± 4,2	28,5 ± 4,5	27,6 ± 3,7	NS
Masa grasa, %	41,9 ± 3,3	44,0 ± 3,7	42,6 ± 4,1	NS
Antiosteoporóticos, %	28%	17%	27%	NS
BUA, db/MHz	59,9 ± 14,4	65,5 ± 16,3	61,2 ± 18,1	NS
SOS, m/sec	1523,7 ± 23,0	1530,8 ± 28,1	1528,8 ± 27,9	NS
QUI	78,2 ± 14,8	83,5 ± 17,9	80,9 ± 18,4	NS
BMD, g/cm²	0,418 ± 0,093	0,451 ± 0,113	0,435 ± 0,116	NS
T score	-1,5 ± 0,8	-1,2 ± 1,0	-1,3 ± 1,0	NS

Tabla 12. Características clínicas iniciales de los grupos que practicaban AF de diferentes impactos.

Los resultados de las variables en la evaluación 4 meses después del inicio del estudio se presentan en la tabla 13. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

Resultados

	Actividad Física			p
	Natación +BI n=18	Bajo impacto n=36	Alto impacto n=59	
Peso, kg	68,1 ± 10,6	65,2 ± 9,4	63,7 ± 8,1	NS
IMC, kg/m²	28,1 ± 4,3	28,4 ± 4,6	27,5 ± 3,7	NS
Masa grasa, %	41,2 ± 2,8	43,3 ± 3,7	42,5 ± 4,0	NS
BUA, db/MHz	61,6 ± 14,0	66,5 ± 15,7	64,8 ± 14,0	NS
SOS, m/sec	1520,6 ± 17,1	1526,9 ± 27,9	1525,0 ± 24,0	NS
QUI	77,7 ± 12,3	82,3 ± 17,6	80,8 ± 15,1	NS
BMD, g/cm²	0,415 ± 0,078	0,444 ± 0,111	0,435 ± 0,116	NS
T score	-1,5 ± 0,7	-1,2 ± 1,0	-1,3 ± 0,9	NS

Tabla 13. Características clínicas finales de los grupos que practicaban AF de diferentes impactos.

Si comparamos los resultados iniciales con los finales, observamos que el aumento de los valores del BUA fue estadísticamente significativo para el grupo de alto impacto ($p=0,029$) y la disminución de la masa grasa para el grupo natación + BI ($p=0,01$). (Tabla 14).

Resultados

	Actividad Física	Valores iniciales	Valores finales	p
IMC, kg/m ²	Natación + BI	28,1 ± 4,2	28,1 ± 4,3	NS
	Bajo impacto	28,5 ± 4,5	28,4 ± 4,6	NS
	Alto impacto	27,6 ± 3,7	27,5 ± 3,7	NS
Peso, kg	Natación + BI	68,1 ± 10,2	68,1 ± 10,6	NS
	Bajo Impacto	65,5 ± 9,3	65,2 ± 9,4	NS
	Alto Impacto	64,0 ± 8,4	63,7 ± 8,1	NS
Masa grasa, %	Natación + BI	41,9 ± 3,3	41,2 ± 2,8	0,001
	Bajo impacto	44,0 ± 3,7	43,3 ± 3,7	NS
	Alto impacto	42,6 ± 4,1	42,5 ± 4,0	NS
BUA, db/MHz	Natación +BI	59,9 ± 14,4	61,6 ± 14,0	NS
	Bajo impacto	65,5 ± 16,3	66,5 ± 15,7	NS
	Alto impacto	61,2 ± 18,1	64,8 ± 14,0	0,029
SOS, m/sec	Natación +BI	1523,7 ± 23,0	1520,6 ± 17,1	NS
	Bajo impacto	1530,8 ± 28,1	1526,9 ± 27,9	NS
	Alto impacto	1528,8 ± 27,9	1525,0 ± 24,0	NS
QUI	Natación +BI	78,2 ± 14,8	77,7 ± 12,3	NS
	Bajo impacto	83,5 ± 17,9	82,3 ± 17,6	NS
	Alto impacto	80,9 ± 18,4	80,8 ± 15,1	NS
BMD, g/cm ²	Natación +BI	0,418 ± 0,093	0,415 ± 0,078	NS
	Bajo impacto	0,451 ± 0,113	0,444 ± 0,111	NS
	Alto impacto	0,435 ± 0,116	0,435 ± 0,116	NS
T score	Natación +BI	-1,5 ± 0,8	-1,5 ± 0,7	NS
	Bajo impacto	-1,2 ± 1,0	-1,2 ± 1,0	NS
	Alto impacto	-1,3 ± 1,0	-1,3 ± 0,9	NS

Tabla 14. Comparación de las características clínicas entre el inicio y el final del estudio en los grupos de AF de diferentes impactos.

Resultados

La figura 23 muestra los valores iniciales y finales de la masa grasa entre los diferentes grupos del estudio. Se puede observar que en los 3 grupos ha disminuido la masa grasa, pero el grupo natación + BI es el único en el que esta diferencia ha sido estadísticamente significativa.

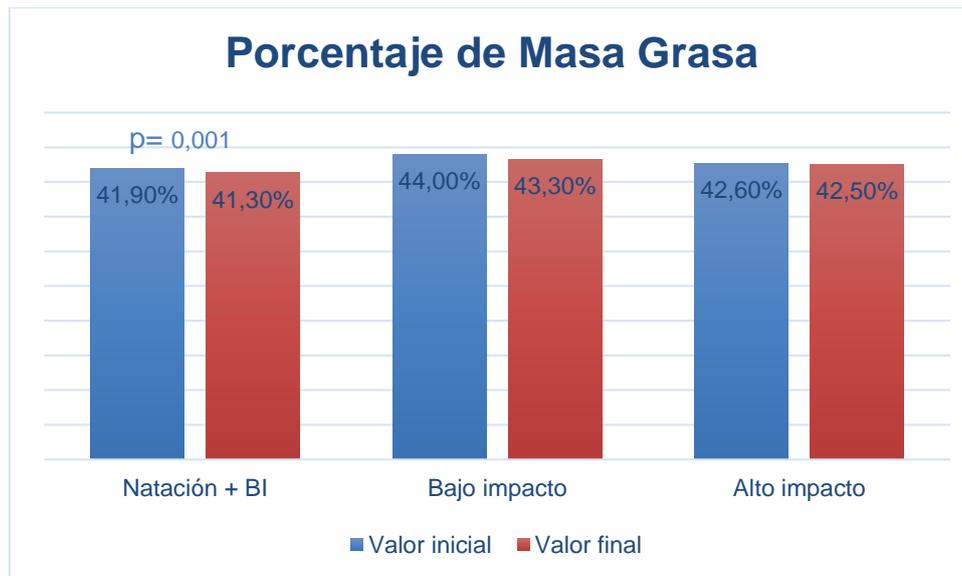


Figura 23. Valores iniciales y finales de la masa grasa entre los grupos de AF de diferentes impactos.

La figura 24 muestra los valores iniciales y finales del BUA entre los grupos. Aunque los tres grupos han presentado una mejora al final del estudio, se observa un aumento mayor en el grupo alto impacto.

Resultados

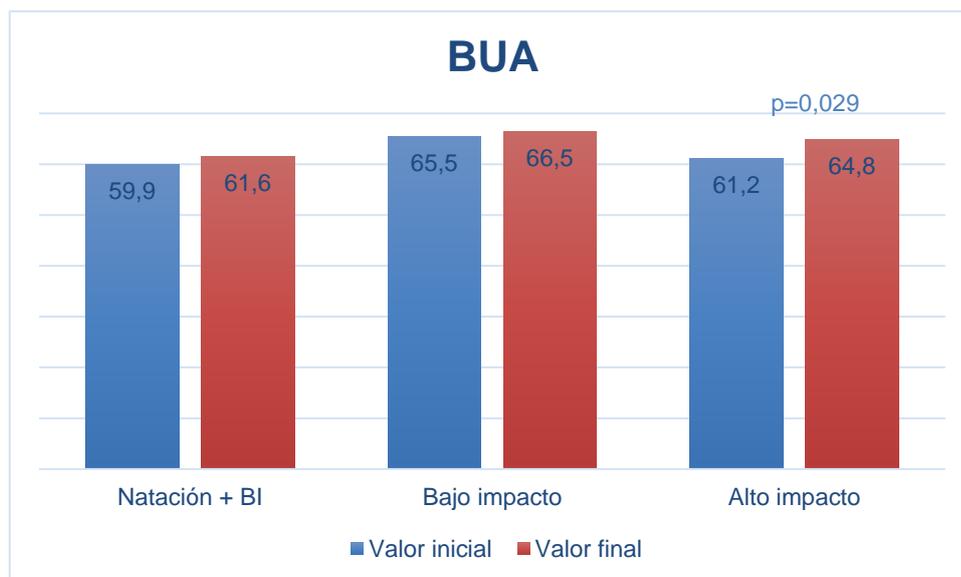


Figura 24. Valores iniciales y finales del BUA entre los grupos de AF de diferentes impactos.

En la tabla 15 y figuras 25, 26 y 27 se muestran los porcentajes de osteopenia y osteoporosis en los 3 grupos al inicio y al final del estudio. Como se puede observar el porcentaje mayor en todos los grupos y momentos es el de osteopenia. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre grupos ni al inicio ni al final, ni diferencias en el seguimiento en cada grupo por separado. Además, se puede observar que el único grupo que aumentó el porcentaje de mujeres clasificadas como DMO "Normal" (sin osteopenia ni osteoporosis) fue el grupo "Natación + BI".

	Actividad Física					
	Natación + BI		Bajo impacto		Alto impacto	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Normal	22%	28%	42%	33%	36%	32%
Osteopenia	67%	67%	53%	64%	54%	63%
Osteoporosis	11%	5%	5%	3%	10%	5%

Tabla 15. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis en los grupos de AF de diferentes impactos.

Resultados

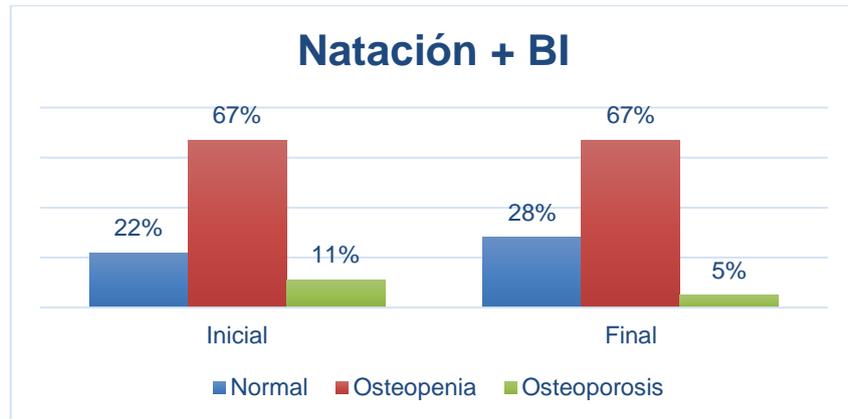


Figura 25. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del grupo natación + BI

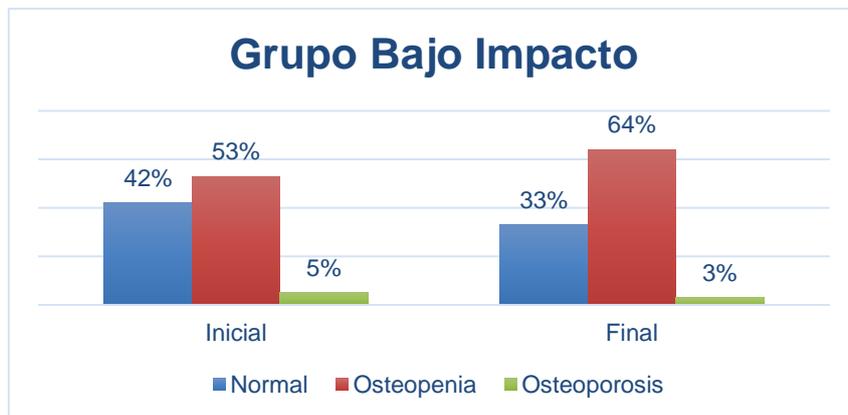


Figura 26. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del grupo bajo impacto.

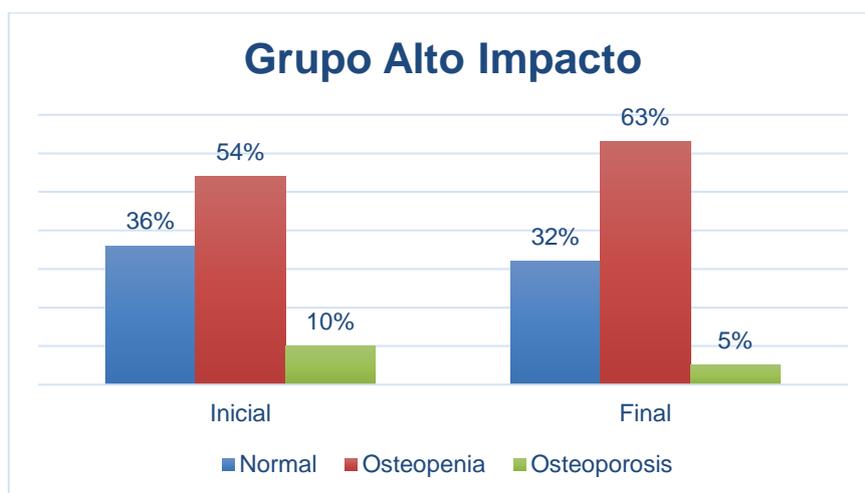


Figura 27. Porcentajes de osteopenia y osteoporosis al inicio y al final del grupo alto impacto.

5.3 RESULTADOS DE LAS FUNCIONES COGNITIVAS

Antes de mostrar los resultados obtenidos en las funciones cognitivas hemos comprobado que no hay diferencias estadísticamente significativas en el nivel de estudios entre los grupos con distintos minutos semanales de práctica de actividad física (Tabla 16, Figuras 28 y 29).

	Total (%)	Grupo sedentario n=14	(%)	Grupo activo n=22	(%)	Grupo muy activo n=90	(%)
Nivel de estudios							
Primarios	97 (77%)	12	86%	16	73%	69	77%
Bachillerato	9 (7%)	1	7%	2	9%	6	7%
Universitarios	20 (16%)	1	7%	4	18%	15	17%
Total	126	14	100%	22	100%	90	100%

Tabla 16. Nivel de estudios de la muestra total.

Resultados

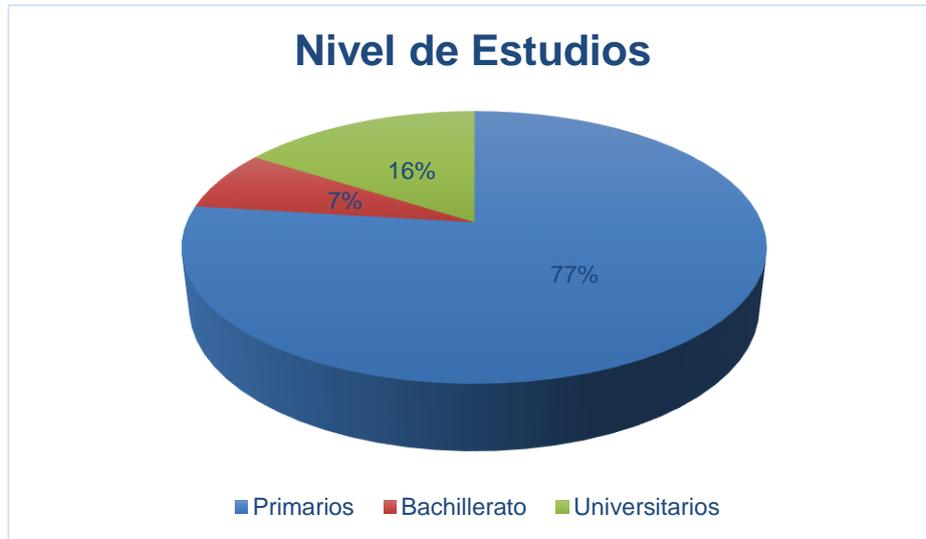


Figura 28. Porcentajes del nivel de estudios entre los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.

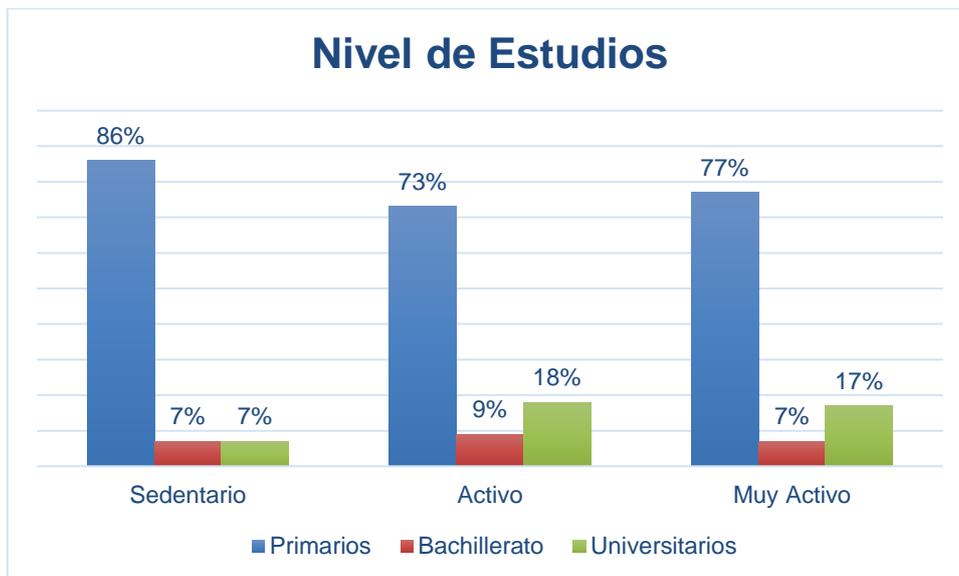


Figura 29. Comparación del nivel de estudios entre los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.

Resultados

Se puede observar en la Tabla 17 y Figura 30 que no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupos ni al inicio ni al final, sin embargo, todos los grupos mejoraron de forma estadísticamente significativa su puntuación en el ERFC.es. La media de la puntuación ERFC.es aumentó 1,8 puntos en el grupo sedentario y 2,1 y 2,5 puntos en el grupo activo y muy activo, respectivamente.

	Actividad Física			
	Grupo sedentario n=14	Grupo activo n=22	Grupo muy activo n=90	
ERFC.es				
Inicial	47,8 ± 4,6	48,9 ± 2,9	49,0 ± 4,1	NS
Final	49,6 ± 3,8	51,0 ± 3,0	51,5 ± 2,9	NS
p	0,012	0,001	<0,001	

Tabla 17. Puntuación total inicial y final del ERFC.es entre los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.

Resultados

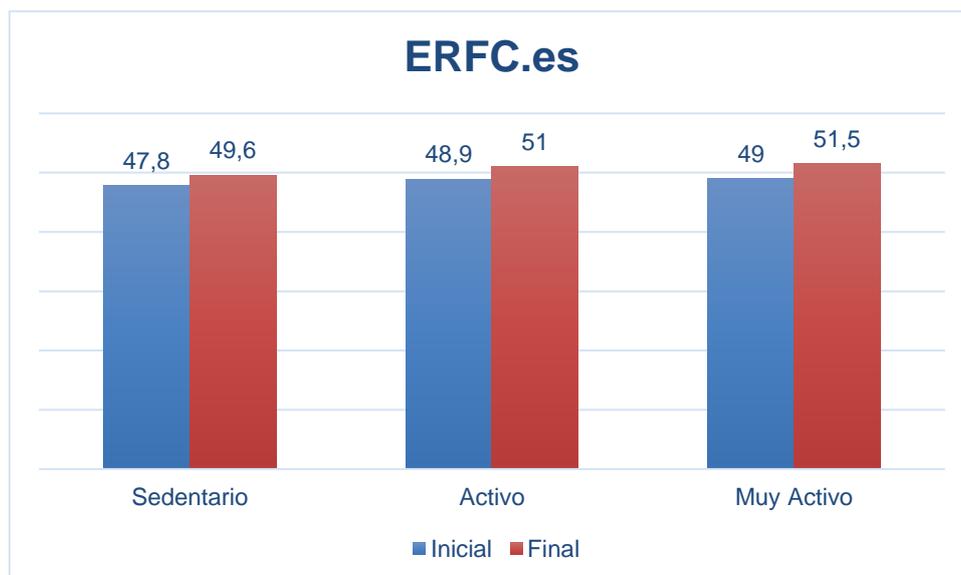


Figura 30. Puntuación inicial y final del ERFC.es entre los grupos de mayor o menor práctica de actividad física.

La clasificación del deterioro se ha hecho teniendo en cuenta los niveles de estudios y la edad de los participantes según la siguiente tabla de Arroyo-Anlló (131).

Nivel de escolaridad	Grupos de edad (años)		
	63-69	70-75	> 75
Analfabetos	47 puntos	46 puntos	46 puntos
Estudios Primarios	52 puntos	51 puntos	50 puntos
Bachillerato	52 puntos	51 puntos	51 puntos
Estudios Universitarios	54 puntos	53 puntos	52 puntos

Tabla 18. Puntuaciones totales en el ERFC.es por grupos de edad y nivel escolar (119).

En las tablas 19, 20 y 21 se muestran los porcentajes de mujeres sin deterioro y con posible deterioro según el test ERFC.es en cada uno de los

Resultados

grupos. Se ha sombreado en gris el grupo con mayor porcentaje en cada momento.

	Deterioro Cognitivo en Grupo sedentario n=14			
	Sin deterioro	(%)	Posible deterioro	(%)
ERFC.es				
Inicial	3	21%	11	79%
Final	5	36%	9	65%

Tabla 19. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo sedentario.

	Deterioro Cognitivo en Grupo activo n=22			
	Sin deterioro	(%)	Posible deterioro	(%)
ERFC.es				
Inicial	4	18%	18	82%
Final	6	27%	16	73%

Tabla 20. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo activo.

	Deterioro Cognitivo en Grupo muy activo n=90			
	Sin deterioro	(%)	Posible deterioro	(%)
ERFC.es				
Inicial	34	38%	56	62%
Final	59	66%	31	34%

Tabla 21. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo muy activo.

Resultados

Al inicio no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupos, pero al final si hay diferencias estadísticamente significativas $p=0,002$. En el grupo muy activo el porcentaje de participantes con posible deterioro se redujo casi a la mitad (de un 62% a un 34%) mientras que en el grupo activo y el grupo sedentario se redujo de un 82% a un 73% y de un 79% a un 65%, respectivamente. De hecho, mientras que al inicio el grupo mayoritario es el de “posible deterioro” en los 3 grupos (79%, 82% y 62% respectivamente) en la evaluación final el grupo mayor es el de “sin deterioro” en el grupo muy activo (66%), mientras que en el grupo activo sigue siendo “posible deterioro” (73%). Estos cambios en el seguimiento son estadísticamente significativos en el grupo muy activo (Figuras 31, 32 y 33).

Resultados



Figura 31. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro al inicio y al final del estudio en el grupo sedentario.



Figura 32. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro al inicio y al final del estudio en el grupo activo.



Figura 33. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro al inicio y al final del estudio en el grupo muy activo.

Resultados

Si analizamos las diferencias entre el inicio y el final en los distintos ítems del test ERFC, obtenemos algunas diferencias estadísticamente significativas en el grupo activo y el grupo muy activo, sin embargo, en el grupo sedentario no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el inicio y el final. Al inicio del estudio había diferencias estadísticamente significativas entre grupos en “Cálculo mental” y “Reconocimiento visual”, siendo mayores las puntuaciones en el Grupo Muy Activo y menores en el Grupo Sedentario. Al final del estudio hubo diferencias estadísticamente significativas entre grupos en “Cálculo mental”, “Razonamiento y lógica” y “Reconocimiento visual”. En el grupo muy activo hubo diferencias estadísticamente significativas entre el inicio y el final en un nº mayor de ítems que, en el grupo activo, y en el grupo sedentario no hubo diferencias en ningún ítem entre el inicio y el final (Tabla 22).

Resultados

		Actividad Física									Diferencias entre grupos
		Sedentario n=14			Activo n=22			Muy activo n=90			
		M	DS	p	M	DS	p	M	DS	p	
Orientación temporoesp.	Inicial	7,3	0,2	NS	7,5	0,6	0,004	7,6	0,7	0,017	NS
	Final	7,6	0,7		7,9	0,3		7,8	0,6		NS
Atención y memoria	Inicial	7,6	1,6	NS	7,8	1,3	NS	7,9	1,4	<0,001	NS
	Final	7,8	1,7		8,3	1,4		8,6	1,1		NS
Cálculo mental	Inicial	1,0	0,9	NS	1,5	0,7	NS	1,7	0,6	NS	0,007
	Final	1,1	0,8		1,6	0,6		1,7	0,5		0,004
Razonamiento y lógica	Inicial	4,4	0,5	NS	4,1	0,8	NS	3,9	0,8	<0,001	NS
	Final	4,0	0,6		4,0	0,7		4,3	0,8		0,028
Semejanzas	Inicial	1,3	0,7	NS	1,4	0,8	NS	1,3	0,7	NS	NS
	Final	1,6	0,5		1,4	0,8		1,4	0,6		NS
Comprensión	Inicial	4,2	1,0	NS	4,0	1,1	0,013	4,3	1,0	0,005	NS
	Final	4,6	0,7		4,7	0,6		4,6	0,7		NS
Denominación	Inicial	3,9	0,5	NS	3,9	0,4	NS	3,9	0,4	NS	NS
	Final	4,0	0,0		4,0	0,2		3,9	0,4		NS
Repetición	Inicial	2,0	0,0	NS	2,0	0,0	NS	2,0	0,1	NS	NS
	Final	1,9	0,3		2,0	0,0		2,0	0,1		NS
Orden escrita	Inicial	1,0	0,0	NS	1,0	0,0	NS	1,0	0,1	NS	NS
	Final	1,0	0,0		1,0	0,0		1,0	0,0		NS
Fluidez verbal	Inicial	7,1	1,7	NS	7,3	1,2	NS	7,2	1,3	0,007	NS
	Final	7,3	1,2		7,6	0,9		7,6	0,9		NS
Praxias	Inicial	5,2	0,8	NS	5,6	0,5	NS	5,4	0,7	<0,001	NS
	Final	5,8	0,4		5,8	0,5		5,7	0,5		NS
Reconocimiento Visual	Inicial	0,9	0,4	NS	1,0	0,0	NS	1,0	0,1	NS	0,038
	Final	0,9	0,3		1,0	0,0		1,0	0,0		0,018
Escritura	Inicial	1,9	0,3	NS	2,0	0,2	NS	1,9	0,2	NS	NS
	Final	2,0	0,0		2,0	0,0		2,0	0,2		NS

Tabla 22. Medias y DS por variables de la función cognitiva entre los grupos de mayor o menor práctica de AF.

Resultados

A continuación, presentamos los resultados cognitivos en los grupos que practicaron distintos tipos de actividad física con distintos impactos. En primer lugar, hemos comprobado que no hay diferencias estadísticamente significativas en el nivel de estudios entre los grupos que practicaron distintos tipos de actividad física (Tabla 23, Figura 34).

	Total (%)	Grupo natación n=18	(%)	Grupo bajo impacto n=36	(%)	Grupo alto impacto n=59	(%)
Nivel de estudios							
Primarios	87 (77%)	13	72%	30	83%	44	74%
Bachillerato	7 (6%)	1	6%	2	6%	4	7%
Universitarios	19 (17%)	4	22%	4	11%	11	19%
Total	113	18	100%	36	100%	59	100%

Tabla 23. Nivel de estudios entre los grupos que practicaban diferentes actividades físicas.

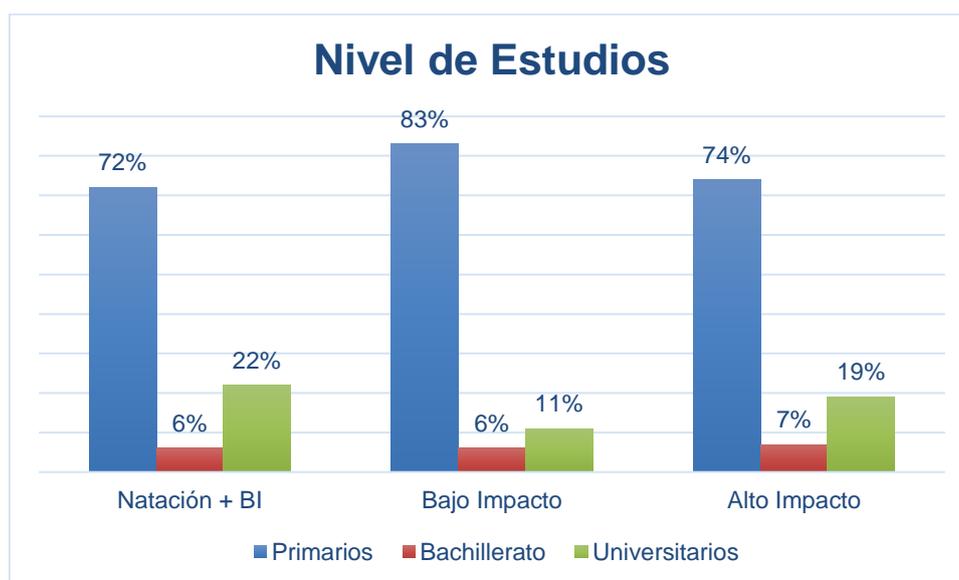


Figura 34. Nivel de estudios entre los grupos que practicaban diferentes actividades físicas.

Resultados

Se puede observar en la Tabla 24 y en la Figura 35 que todos los grupos mejoraron significativamente su puntuación en el test ERFC.es y que no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupos al inicio, pero sí al final. El grupo natación fue el que al final del estudio presentó una puntuación más alta (52,9), mientras que el grupo de alto impacto fue el que más mejoró de media. La media de la puntuación ERFC.es aumentó 2,2 puntos en el grupo natación + BI y 1,9 y 2,5 puntos en el grupo bajo impacto y alto impacto, respectivamente.

	Actividad Física			
	Grupo natación +BI n=18	Grupo bajo impacto n=36	Grupo muy alto impacto n=59	
ERFC.es				
Inicial	50,7 ± 2,8	48,5 ± 3,9	48,8 ± 4,2	NS
Final	52,9 ± 2,0	50,4 ± 3,7	51,3 ± 2,8	0,029
p	<0,001	<0,001	<0,001	

Tabla 24. Puntuación total inicial y final del ERFC.es entre los grupos de actividad física de diferentes impactos.

Resultados

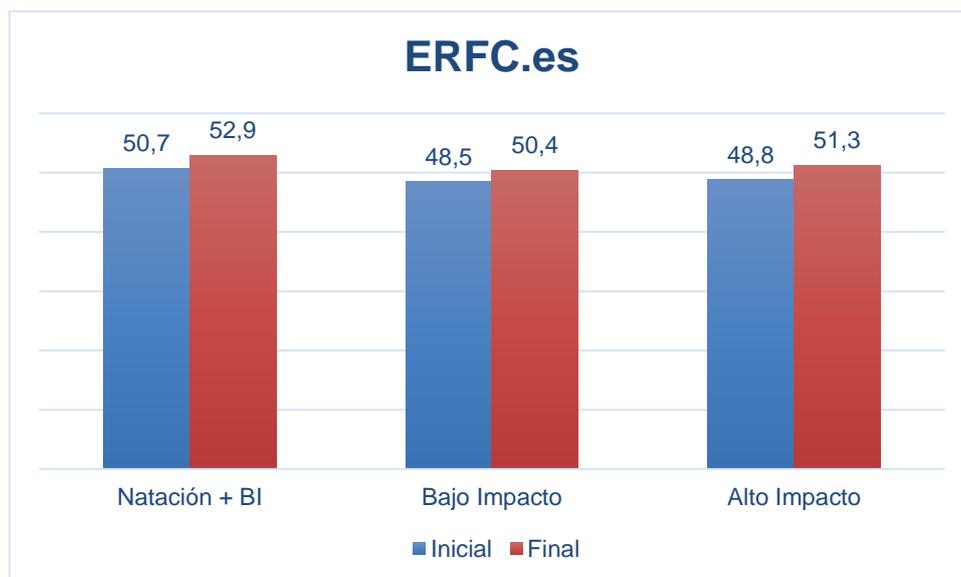


Figura 35. Puntuación inicial y final del ERFC.es entre los grupos de actividad física de diferentes impactos.

En las tablas 25, 26 y 27 y Figuras 36, 37 y 38 se muestran los porcentajes de mujeres sin deterioro y con deterioro según el test ERFC.es en cada uno de los grupos. La clasificación del deterioro se ha hecho teniendo en cuenta los niveles de estudios y la edad de los participantes según Arroyo-Anlló y cols (Tabla 18) (131).

Se observa que en el grupo Natación + BI se reduce en más de la mitad el porcentaje de posible deterioro (de un 71% cambia a un 28%), mientras que en los otros dos grupos esta reducción es menor (de un 72% a un 56% y de un 64% a un 42%).

Al inicio del estudio no hubo diferencias estadísticamente significativas, la categoría mayoritaria es la de “posible deterioro” en los 3 grupos (71, 72% y 64% respectivamente) mientras que en la evaluación final sí hubo diferencias estadísticamente significativas ($p=0,002$), el grupo mayor es el de “sin deterioro”

Resultados

en el grupo natación + BI (72%) y el grupo alto impacto (58%), mientras que en el grupo bajo impacto el porcentaje mayor sigue siendo “posible deterioro” (53%). Estos cambios son estadísticamente significativos en el grupo “Natación + BI” y en el grupo “Alto impacto”.

Resultados

Deterioro Cognitivo en Grupo Natación + BI n=18				
	Sin deterioro	(%)	Posible deterioro	(%)
ERFC.es				
Inicial	7	39%	11	71%
Final	13	72%	5	28%

Tabla 25. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo Natación + BI. Se ha sombreado en gris la categoría con el porcentaje mayor.

Deterioro Cognitivo en Grupo Bajo impacto n=36				
	Sin deterioro	(%)	Posible deterioro	(%)
ERFC.es				
Inicial	10	28%	26	72%
Final	16	44%	20	56%

Tabla 26. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo bajo impacto. Se ha sombreado en gris la categoría con el porcentaje mayor.

Deterioro Cognitivo en Grupo Alto impacto n=59				
	Sin deterioro	(%)	Posible deterioro	(%)
ERFC.es				
Inicial	21	36%	38	64%
Final	34	58%	25	42%

Tabla 27. Resultados del deterioro cognitivo en el grupo alto impacto. Se ha sombreado en gris la categoría con el porcentaje mayor.

Resultados



Figura 36. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro en el grupo natación + BI.

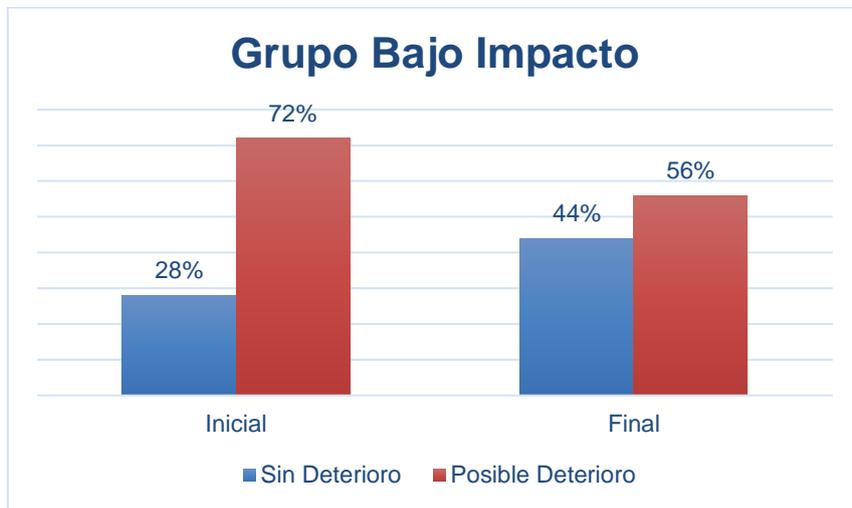


Figura 37. Porcentajes de las personas sin deterioro y posible deterioro en el grupo bajo impacto.

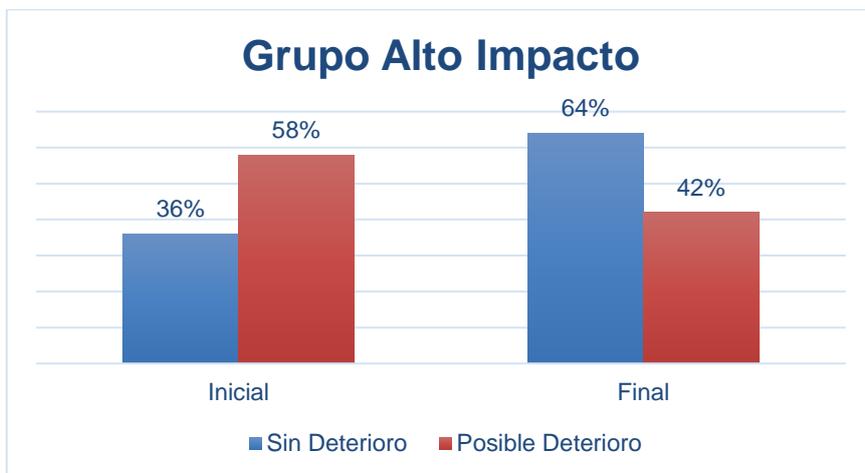


Figura 38. Porcentajes de personas sin deterioro o posible deterioro en el grupo alto impacto.

Resultados

Si analizamos las diferencias entre el inicio y el final en los distintos ítems del test ERFC, obtenemos algunas diferencias estadísticamente significativas en el grupo bajo impacto y el grupo alto impacto, en este último en un nº mayor de ítems (Tabla 28).

Al inicio del estudio hubo diferencias entre grupos en el ítem “atención y memoria”, mientras al final del estudio hubo diferencias en el ítem “Cálculo mental”. En el grupo natación no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el inicio y el final. (Tabla 28).

Resultados

		Actividad Física									Diferencias entre grupos
		Natación +BI n=18			Bajo impacto n=36			Alto impacto n=59			
		M	DS	p	M	DS	p	M	DS	p	
Orientación temporoesp.	Inicial	7,6	0,6	NS	7,5	0,8	NS	7,6	0,6	0,005	NS
	Final	7,9	0,3		7,7	0,7		7,8	0,4		NS
Atención y memoria	Inicial	8,6	0,9	NS	7,9	1,3	NS	7,7	1,5	<0,001	0,045
	Final	8,9	0,8		8,2	1,4		8,5	1,1		NS
Cálculo mental	Inicial	1,6	0,7	NS	1,6	0,7	NS	1,7	0,6	NS	NS
	Final	1,8	0,4		1,4	0,8		1,8	0,4		0,036
Razonamiento y lógica	Inicial	4,1	0,6	NS	3,9	0,6	NS	4,0	0,9	0,010	NS
	Final	4,3	0,6		4,1	0,8		4,3	0,8		NS
Semejanzas	Inicial	1,4	0,6	NS	1,2	0,8	NS	1,3	0,7	NS	NS
	Final	1,6	0,6		1,4	0,7		1,4	0,7		NS
Comprensión	Inicial	4,6	0,9	NS	4,2	1,0	0,021	4,3	1,0	0,010	NS
	Final	4,9	0,5		4,6	0,7		4,6	0,7		NS
Denominación	Inicial	3,9	0,2	NS	3,8	0,4	NS	3,8	0,5	NS	NS
	Final	3,9	0,2		3,9	0,3		3,9	0,4		NS
Repetición	Inicial	2,0	0,0	NS	2,0	0,0	NS	2,0	0,1	NS	NS
	Final	2,0	0,0		1,9	0,2		2,0	0,0		NS
Orden escrita	Inicial	1,0	0,0	NS	1,0	0,0	NS	1,0	0,1	NS	NS
	Final	1,0	0,0		1,0	0,0		1,0	0,0		NS
Fluidez verbal	Inicial	7,3	1,2	NS	7,2	1,5	NS	7,2	1,3	NS	NS
	Final	7,7	0,5		7,4	1,1		7,6	0,9		NS
Praxias	Inicial	5,7	0,4	NS	5,4	0,5	0,006	5,3	0,7	0,006	NS
	Final	5,8	0,4		5,8	0,4		5,6	0,5		NS
Reconocimiento Visual	Inicial	0,9	0,2	NS	1,0	0,2	NS	1,0	0,1	NS	NS
	Final	1,0	0,0		1,0	0,2		1,0	0,0		NS
Escritura	Inicial	1,9	0,2	NS	1,9	0,3	NS	1,9	0,2	NS	NS
	Final	2,0	0,0		1,9	0,2		2,0	0,2		NS

Tabla 28. Medias y DS por variables de la función cognitiva entre los grupos de AF de diferentes impactos.

5.4 RELACIÓN ENTRE LA MASA ÓSEA Y LAS FUNCIONES COGNITIVAS Y EL ENVEJECIMIENTO

Al inicio del estudio (tabla 29), al mirar la correlación entre edad y el test ERFC.es se observa una correlación negativa en prácticamente todos los resultados, siendo estadísticamente significativa en el total de la muestra, el grupo alto impacto y en el grupo muy activo. Es decir, que las mujeres con mayor edad han obtenido puntuaciones inferiores en el test, por tanto, tienen peor funcionamiento cognitivo.

Al analizar la correlación entre edad y masa ósea (BMD), no se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas. El grupo natación ha sido el único en presentar una correlación lineal positiva.

		ERFC.es inicial	BMD, g/cm ² inicial	
Edad		Muestra total	-0,313**	
		Natación + BI n=18	-0,206	
	Grupos Impacto	Bajo impacto n=36	-0,053	-0,115
		Alto impacto n=59	-0,444**	-0,119
		Sedentario n=14	-0,330	-0,399
	Grupos OMS	Activo n=22	0,159	-0,399
		Muy activo n=90	-0,411**	-0,170

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

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

Tabla 29. Correlaciones entre la edad, la masa ósea y el ERFC.es al inicio del estudio.

Resultados

La tabla 30 muestra las mismas correlaciones, pero al final del estudio. Al correlacionar la edad con el ERFC.es se observa que sigue una correlación lineal negativa en casi todos los grupos, siendo estadísticamente significativa en el total de la muestra y los grupos alto impacto y muy activo.

Al correlacionar la edad con la masa ósea (BMD) no hemos tenido resultados estadísticamente significativos, siendo la correlación negativa en casi todos los grupos, excepto en los grupos natación y sedentario.

		ERFC.es final	BMD, g/cm ² final
Edad	Muestra total	-0,294**	-0,014
	Natación + BI n=18	-0,161	0,208
	Grupos Impacto		
	Bajo impacto n=36	-0,202	-0,081
	Alto impacto n=59	-0,397**	-0,157
	Sedentario n=14	-0,272	0,300
	Grupos OMS		
	Activo n=22	0,017	-0,163
	Muy activo n=90	-0,401**	-0,093

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

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

Tabla 30. Correlaciones entre edad, masa ósea y el ERFC.es al final del estudio.

Resultados

La tabla 31 muestra las correlaciones entre el ERFC.es inicial con la masa ósea (BMD) inicial no se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas en los grupos, sólo en la muestra total. El grupo natación + BI ha sido el único en presentar una correlación positiva.

		BMD, g/cm ²	
ERFC.es inicial	Muestra total	-0,180*	
	Natación + BI n=18	0,002	
	Grupos Impacto	Bajo impacto n=36	-0,276
		Alto impacto n=59	-0,056
	Grupos OMS	Sedentario n=14	-0,435
		Activo n=22	-0,262
		Muy activo n=90	-0,168

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

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

Tabla 31. Correlaciones entre ERFC.es inicial y masa ósea.

La tabla 32 muestra las correlaciones entre el ERFC.es final con la masa ósea (BMD). Al analizar la tabla se observa una correlación negativa en prácticamente todos los resultados, donde es estadísticamente significativa en el grupo sedentario. Además, el grupo alto impacto ha sido el único a presentar una correlación lineal positiva.

Resultados

		BMD, g/cm ²	
ERFC.es final	Muestra total	-0,143	
	Natación + BI n=18	-0,107	
	Grupos Impacto	Bajo impacto n=36	-0,195
		Alto impacto n=59	0,064
	Grupos OMS	Sedentario n=14	-0,586*
		Activo n=22	-0,039
		Muy activo n=90	-0,092

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

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

Tabla 32. Correlaciones entre ERFC.es final y masa ósea.

La tabla 33 muestra la correlación entre la clasificación de sin deterioro o posible deterioro de acuerdo con la puntuación obtenida en el ERFC.es, con la clasificación de normal u osteopenia/osteoporosis entre los grupos al inicio del estudio. Aquí se puede observar que al inicio del estudio en todos los grupos y categorías del deterioro el porcentaje de personas con osteopenia/osteoporosis es mayor que el grupo normal, menos en el grupo “Bajo impacto” en el cual en “sin deterioro” el porcentaje menor es osteopenia u osteoporosis y en el “posible deterioro” el porcentaje es normal, debido a que en este grupo ninguna mujer sin osteopenia u osteoporosis está en la categoría sin deterioro. Además, el número de casos es mayor en posible deterioro en todos los grupos y categorías de osteoporosis, a excepción del grupo “Natación + BI”.

Resultados

	ERFC.es inicial	Clasificación osteoporosis inicial		
		Normal	Osteopenia/osteoporosis	
Muestra total n=126	Sin deterioro	10 24%	31 76%	NS
	Posible deterioro	35 41%	50 59%	
Natación +BI n=18	Sin deterioro	2 29%	5 71%	NS
	Posible deterioro	2 18%	9 82%	
Bajo impacto n=36	Sin deterioro	0 0%	10 100%	p=0,002
	Posible deterioro	15 58%	11 42%	
Alto impacto n=59	Sin deterioro	8 38%	13 62%	NS
	Posible deterioro	13 34%	25 66%	
Sedentario n=14	Sin deterioro	1 33%	2 67%	NS
	Posible deterioro	3 27%	8 73%	
Activo n=22	Sin deterioro	0 0%	4 100%	NS
	Posible deterioro	8 44%	10 56%	
Muy activo n=90	Sin deterioro	9 27%	25 73%	NS
	Posible deterioro	24 43%	32 57%	

Tabla 33. Correlaciones entre sin/ posible deterioro con la clasificación de osteoporosis al inicio del estudio.

La tabla 34 muestra la correlación entre la clasificación de sin deterioro o posible deterioro de acuerdo con la puntuación obtenida en el ERFC.es, con la clasificación de normal u osteopenia/osteoporosis entre los grupos al final del estudio. Aquí se puede observar que al final del estudio en todos los grupos y categorías del deterioro el porcentaje de personas con osteopenia/osteoporosis es mayor que el grupo normal. Además, el número de casos sin deterioro es

Resultados

mayor en los grupos y categorías de osteoporosis, a excepción de los grupos “Bajo impacto” y “Activo”.

	ERFC.es final	Clasificación osteoporosis final		
		Normal	Osteopenia/osteoporosis	
Muestra total n=126	Sin deterioro	23 33%	47 67%	NS
	Posible deterioro	19 34%	37 66%	
Natación + BI n=18	Sin deterioro	4 31%	9 69%	NS
	Posible deterioro	1 20%	4 80%	
Bajo impacto n=36	Sin deterioro	5 31%	11 69%	NS
	Posible deterioro	7 35%	13 65%	
Alto impacto n=59	Sin deterioro	12 35%	22 65%	NS
	Posible deterioro	7 28%	18 72%	
Sedentario n=14	Sin deterioro	0 0%	5 100%	NS
	Posible deterioro	4 44%	5 56%	
Activo n=22	Sin deterioro	2 33%	4 67%	NS
	Posible deterioro	6 38%	10 62%	
Muy activo n=90	Sin deterioro	21 36%	38 64%	NS
	Posible deterioro	9 29%	22 71%	

Tabla 34. Correlaciones entre sin/ posible deterioro con la clasificación de osteoporosis al final del estudio.

6 DISCUSIÓN

Discusión

No hemos encontrado ningún estudio que tenga evaluado distintos grupos de actividad física, densidad mineral ósea y funciones cognitivas. Por lo tanto, la discusión está dividida en relación entre la densidad mineral ósea y la actividad física, relación entre la función cognitiva y la actividad física y relación entre densidad mineral ósea y función cognitiva.

6.1 DENSIDAD MINERAL ÓSEA Y ACTIVIDAD FÍSICA

6.1.1 RELACIÓN ENTRE LA DMO Y LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS GRUPOS DE MAYOR O MENOR PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA

Al analizar los resultados de los grupos de la población estudiada al inicio, no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con respecto a las variables (edad, peso, altura, índice de masa corporal, masa grasa, fármacos antiosteoporóticos y las referentes a la masa ósea). Al final del estudio, tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estas variables.

Al analizar los grupos por separado en el seguimiento se obtuvieron algunas diferencias estadísticamente significativas. La variable BUA tiene un aumento estadísticamente significativo en los grupos “Sedentario” y “Activo”.

En el grupo “Muy activo” disminuyeron las variables peso, masa grasa y SOS, de forma estadísticamente significativa. En el grupo “Muy activo” pudo influir en que no se produjera una mejora estadísticamente

Discusión

significativa del BUA el que en este grupo disminuyó la masa grasa y el peso, y consecuentemente ocurre una menor carga del peso en los huesos, generando así, poco estímulo para los osteoblastos (154,184).

Un estudio realizado por Pelcovlá et al. (185) evaluó la DMO femoral y la cantidad de actividad física practicada en 92 mujeres posmenopáusicas durante siete días. La masa ósea fue evaluada con la técnica DEXA. Para evaluar los siete días de actividad física utilizaron un acelerómetro. Los grupos fueron divididos de acuerdo con los resultados de la DMO: grupo con DMO normal y grupo osteopenia. Los dos grupos practicaron casi la misma cantidad de minutos semanales de actividad física, aunque el grupo DMO normal era un poco más activo. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre el grupo más activo y menos activo.

6.1.2 RELACIÓN ENTRE LA DMO Y LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS GRUPOS DE DIFERENTES IMPACTOS

Al inicio no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de actividades físicas de diferentes impactos con respecto al peso, al índice de masa corporal (IMC), a la masa grasa, a fármacos antiosteoporóticos y a las variables referentes a la masa ósea. Hubo diferencias estadísticamente significativas en la edad y la talla donde el grupo de “Alto impacto” presentaba una mayor media de edad y el grupo de “Natación + Bajo Impacto” la menor media de edad, 73,1 y 68,2 años respectivamente. En relación a la talla el grupo “Natación + BI” presentaba mayor media de talla (155,7cm) y el grupo bajo impacto la menor media de talla (151,7 cm).

En la evaluación final no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Otros estudios que también evaluaron la masa ósea entre distintos grupos de actividad física y natación y tampoco encontraron diferencias significativas (160,162,186).

Una posible explicación para estos resultados sería el tiempo entre la evaluación inicial y final que fueron 4 meses. Debido a las distintas fechas de inicio y término de los cursos de natación y gimnasia no hemos podido alargar el tiempo del estudio.

Cuando analizamos diferencias en el seguimiento en cada grupo por separado, el presente estudio muestra que el grupo “alto impacto” ha

Discusión

obtenido un aumento estadísticamente significativo en los valores del BUA. Estos resultados están de acuerdo con la literatura (157–159,187–190).

El estudio realizado por Chien et al. (157) después de evaluar mujeres postmenopáusicas osteopénicas con edades entre 48 a 65 años, encontró que la DMO de L2-L4 y del cuello femoral en el grupo que practicó ejercicios aeróbicos de alto impacto aumentaron 2,0% ($p > 0,05$) y 6,8% ($p < 0,05$) y las del grupo control (no realizaron ninguna actividad física) disminuyeron 2,3% ($p < 0,05$) y 1,5% ($p > 0,05$), respectivamente. Eso comprobó que los ejercicios de alto impacto fueron eficaces para mejorar la masa ósea. En el estudio de Creighton et al.(158), aunque los sujetos eran más jóvenes que en nuestro estudio, encontraron como resultados, que el grupo de alto impacto (baloncesto y voleibol) fue el grupo que ha obtenido mejor DMO total. En relación al marcador de formación ósea, el grupo sin impacto (natación) fue el grupo que ha tenido valores significativamente menores ($p < 0,05$) en comparación con los grupos de alto y medio impacto (fútbol).

Nelson et al. (187) hicieron un ensayo aleatorizado y controlado de 1 año de entrenamiento de resistencia de alta intensidad en mujeres posmenopáusicas. Los resultados del estudio demostraron que las mujeres que participaron de un programa de entrenamiento de resistencia de 2 días por semana ganaron un promedio de 1% en la DMO del cuello femoral y columna lumbar mientras que el grupo control (sedentarias) perdió 2,5% y 1,8% en estos sitios, respectivamente.

Discusión

En un estudio realizado por Kohrt et al. (188) fue aplicado dos protocolos de entrenamiento diferentes a mujeres posmenopáusicas con riesgo de osteoporosis. El primer protocolo consistió en ejercicios de impacto (caminar, trotar, subir escaleras), mientras que el segundo protocolo incluyó actividades de resistencia (levantamiento de pesas, remo). Después de 11 meses, la DMO se incrementó en todo el cuerpo y en el cuello femoral en ambos grupos, pero los efectos fueron mayores en el grupo de impacto que en el grupo de resistencia.

Palombaro (189) realizó una revisión bibliográfica de estudios que examinaron los efectos de salir a caminar en la DMO de personas mayores de 50 años. Su conclusión ha sido que solo salir a caminar no es suficiente para mantener la DMO, que es necesario incorporar otras formas de ejercicios para las personas con riesgo de osteoporosis.

Tolomio et al. (190) evaluaron cuarenta y nueve mujeres osteopénicas/osteoporóticas posmenopáusicas y las dividieron en dos grupos: ejercicio y control (sedentarias). Todos los sujetos fueron sometidos a 2 evaluaciones, antes y después de un período de entrenamiento de 5 meses. La calidad ósea se evaluó mediante ultrasonografía cuantitativa de las falanges, y se evaluó también la fuerza máxima de los músculos extensores de la pierna. El grupo experimental participó en un programa específico de actividades físicas supervisadas de 20 semanas que incluía entrenamiento aeróbico, de equilibrio y de fuerza. Después del período de entrenamiento, todos los parámetros óseos y la

Discusión

fuerza máxima de la extremidad inferior mejoraron significativamente en el grupo de ejercicio ($p < 0,05$), mientras que no se observaron cambios significativos en el grupo control. Este estudio demostró que un protocolo de entrenamiento de 20 semanas de duración, pudo mejorar la fuerza de las piernas y los parámetros de calidad ósea.

Al final del estudio también hemos encontrado una disminución de la masa grasa en todos los grupos, aunque la diferencia en el grupo "Natación + BI" ha sido estadísticamente significativa. Un estudio realizado por Bergamin et al. (191) con personas mayores han obtenido resultados similares al nuestro. Este estudio encontró que el grupo que realizó ejercicios en el agua había reducido la masa grasa en un 4% ($p < 0,05$) comparado con el grupo que realizó ejercicios en el suelo y el grupo control.

Observando los resultados del porcentaje de osteopenia y osteoporosis resultó que el porcentaje mayor en todos los grupos y momentos es el de osteopenia. Considerando la media de edad de los tres grupos donde el grupo "Alto impacto" es el grupo que posee la edad más avanzada podemos pensar que hubo un mantenimiento de la DMO. Según Guadalupe et al., (150) los mejores ejercicios para las mujeres posmenopáusicas son los de impacto y resistencia porque ayudan a mantener los valores de la DMO cuando la tendencia es disminuir con la edad.

Además, también se ha observado que el grupo "Natación + Bajo impacto" ha sido el único grupo que aumentó el porcentaje de mujeres

Discusión

clasificadas como DMO "Normal" (sin osteopenia ni osteoporosis) a pesar de disminuir el porcentaje de masa grasa. Aquí podemos considerar que hubo influencia de la edad, ya que el grupo natación era el grupo que presentaba media de edad menor.

6.2 FUNCIÓN COGNITIVA Y ACTIVIDAD FÍSICA

6.2.1 RELACIÓN ENTRE FUNCIÓN COGNITIVA Y ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS GRUPOS DE MAYOR O MENOR ACTIVIDAD FÍSICA

Existe una cantidad considerable de evidencias de que la actividad física provoca efectos positivos en las funciones cognitivas de la población mayor saludable (170,178,192–196).

Nuestros resultados mostraron que todos los grupos mejoraron significativamente su puntuación global en el test ERFC.es. Una posible explicación para esto es el efecto de aprendizaje del test (197), porque este tiene solo una versión y fue aplicado dos veces.

En el grupo muy activo, hubo diferencias estadísticamente significativas entre el inicio y el final en un número mayor de ítems: orientación temporoespacial ($p=0,017$), atención y memoria ($p<0,001$), razonamiento y lógica ($p <0,001$), comprensión ($p=0,005$); fluidez verbal ($p=0,007$) y praxias ($p<0,001$).

En el grupo activo los datos indicaron mejorías en orientación temporoespacial ($p=0,004$) y comprensión ($p=0,013$). En el grupo sedentario no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el inicio y el final del estudio.

De estos resultados se verifica que la cantidad de actividad física produce un impacto distinto en los grupos. Los resultados mostraron mayor efectividad en el grupo muy activo a diferencia de activos y sedentarios.

Discusión

Debemos resaltar que los resultados encontrados fueron moderados en los análisis realizados. Esto indica que, si bien se observan mejorías en las funciones cognitivas al final del estudio, estas no serían de tanta intensidad. No obstante, pequeñas a moderadas diferencias pueden igualmente ser de interés en situaciones clínicas. Los estudios de la influencia de la actividad física sobre la cognición reportan, por ejemplo, cambios en las funciones cognitivas de adultos mayores de intensidad baja (198), moderada (172,199) y ningún cambio (194,194,200). En un estudio de metanálisis, (201) analizaron el impacto de 29 ensayos clínicos randomizados que evaluaron el efecto del entrenamiento físico en funciones cognitivas de población mayor saludable y con DCL. Los resultados indican tamaños del efecto bajos para todas las variables cognitivas analizadas (memoria, atención, velocidad de procesamiento y función ejecutiva) y revelan que tampoco varían estos resultados según la intensidad de la intervención.

Los resultados encontrados en nuestro estudio son además de importancia si se tiene en cuenta que tuvo una duración de 4 meses. La mayoría de los estudios similares, implican una mayor duración, principalmente para programas de ejercicio físico. Esto mismo se reafirma en el trabajo realizado por Colcombe & Kramer (172), donde indican que los programas de ejercicios físicos de 6 meses o mayor duración, tendrían mayor efectividad que programas de menor duración. Además, se pueden citar otros ejemplos como el estudio de Liu-Ambrose et al. (178) donde se

Discusión

encontraron cambios significativos después del tratamiento físico en una muestra comunitaria saludable, a los 12 meses de la intervención, pero no a los 6 meses del mismo.

Cuando miramos la clasificación del deterioro cognitivo según Arroyo-Anlló et al., (131) encontramos que al inicio del estudio no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupos, pero al final si ($p=0,002$). En el grupo “Muy activo” el porcentaje de participantes con posible deterioro se redujo casi a la mitad (de un 62% a un 34%), mientras que el grupo “Activo” y el grupo “Sedentario” se redujo de un 82% a un 73% y de un 79% a un 65%, respectivamente. Además, al inicio del estudio el grupo mayoritario es el de “posible deterioro” en los 3 grupos, en la evaluación final el grupo mayor es el de “sin deterioro” en el grupo “Muy activo” (66%) mientras que en el grupo “Activo” sigue siendo el posible deterioro (73%).

Estos resultados están de acuerdo con el estudio de Larson et al.,(202) donde las personas que desarrollaron demencia, la mayoría eran personas que practicaban poca actividad física (menos de 3 veces a la semana) comparada con las que eran más activas (practicaban AF 3 o más veces a la semana).

6.2.2 RELACIÓN ENTRE FUNCIÓN COGNITIVA Y ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS GRUPOS DE ACTIVIDAD FÍSICA DE DIFERENTES IMPACTOS

Los resultados obtenidos en los grupos que practicaban actividades físicas de diferentes impactos, se observa que todos los grupos mejoraron significativamente su puntuación en el ERFC.es y que no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupos al inicio, pero sí al final ($p=0,029$). El grupo “natación + bajo impacto” fue el que al final presentó una puntuación más alta (52,9), mientras que el grupo “alto impacto” fue el que más mejoró de media (2,5). Una posible explicación para estos resultados sería la variedad y cantidad de actividades físicas que practicaban las mujeres de los 2 grupos, o sea, las mujeres del grupo “natación” practicaban natación además de actividades de bajo impacto (marcha, bailes de salón, yoga, pilates y Tai-Chi), así como las mujeres del grupo “alto impacto” que participaron en programas de gimnasia que combinaban ejercicios aeróbicos, de fuerza, de coordinación y de equilibrio) más las actividades de bajo impacto. Esto coincide con lo expuesto por Jedrziewsky et al (203) que afirman que, una mayor cantidad y variedad en las actividades realizadas por la población mayor, se traduciría en mejores resultados cognitivos. Resultados similares fueron obtenidos por Podewils et al., (204) individuos que practicaban por lo menos cuatro diferentes actividades físicas diferentes disminuyeron el riesgo de demencia cuando

Discusión

fueron comparados con personas que practicaron una o ninguna actividad física.

Varios estudios han encontrado que los ejercicios practicados en el agua promueven mejoras en varios aspectos, entre ellos podemos citar: el bienestar psicológico (163,205); la mejora de la sociabilidad (206); la mejora de la masa ósea (207), mejora del equilibrio dinámico (191), además de reducir las caídas en mujeres posmenopáusicas (208). Quizás estos factores pueden promover una mejora en la función cognitiva.

Cuando nos detenemos en las diferencias entre el inicio y el final en los ítems del test ERFC. es observamos que el grupo "Alto impacto" fue el grupo con un mayor número de ítems con diferencias estadísticamente significativas: orientación temporoespacial ($p=0,005$), atención y memoria ($p<0,001$), razonamiento y lógica ($p=0,010$), comprensión ($p=0,010$). Mientras que en el grupo "Bajo impacto" hemos encontrado diferencia solamente en el ítem "comprensión ($p=0,021$) y en el grupo "Natación + BI" no hubo diferencia.

Debido a la escasa literatura sobre los efectos de los ejercicios acuáticos sobre la función cognitiva, además de la variedad de instrumentos cognitivos utilizados para medir la función cognitiva en los estudios aquí citados, no hemos podido hacer una comparación más detallada de cada ítem del test.

En cuanto a la clasificación del deterioro cognitivo en estos grupos observamos que al inicio del estudio la categoría mayoritaria es la de

Discusión

“posible deterioro” en los 3 grupos (71%, 72% y 64%) mientras que en la evaluación final el grupo mayor es el de “sin deterioro” en el grupo “Natación + BI” (72%) y en el grupo “Alto impacto” (58%), mientras que el grupo “bajo impacto) el porcentaje mayor sigue siendo el “posible deterioro” (53%). Una posible explicación para estos resultados es lo que hemos discutido anteriormente, en que cuanto mayor es la variedad de ejercicios practicados mejor es el desempeño cognitivo (204,209).

6.3 RELACIÓN ENTRE DENSIDAD MINERAL ÓSEA, FUNCIÓN COGNITIVA Y EDAD

Hemos encontrado en nuestro estudio, tanto al inicio como al final, que las variables edad y el test ERFC.es mostraron una correlación lineal estadísticamente significativa en el total de la muestra, así como en los grupos alto impacto y muy activo. Eso demuestra que las mujeres con mayor edad han obtenido puntuaciones inferiores en el test y que por lo tanto tienen peor funcionamiento cognitivo. Estos resultados están de acuerdo con la literatura que afirma que, en las personas de mayor edad, la plasticidad cognitiva disminuye (84,89).

Al correlacionar el ERFC.es final con la masa ósea (BMD) hemos encontrado una correlación estadísticamente significativa negativa en el grupo sedentario. Eso significa que cuanto mejor era la puntuación del test peores valores de masa ósea tenían. No hemos encontrado ningún estudio con resultados similares. Aquí vale resaltar que existen muchos otros factores que influirían en la masa ósea y en el funcionamiento cognitivo de la población mayor. Por ejemplo, factores de presentación clínica como los desórdenes metabólicos y nutricionales, factores vasculares y enfermedades concomitantes no neurológicas podrían influir en el estado cognitivo de la población adulta (116,210). De tal manera que, si se incrementaran el número de variables, incluyendo estos factores y otras variables como la motivación, la socialización, lecturas de libros o revistas,

Discusión

exposición solar, etc. Esto permitiría tener mayor certeza sobre aquellos factores que influyen en la masa ósea y función cognitiva.

6.4 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene algunas limitaciones que se deben tener en cuenta para futuras investigaciones. En primer lugar, fue el tiempo de seguimiento del estudio. Tuvimos que restringir el seguimiento del estudio en 4 meses debido a falta de coincidencia de las fechas de inicio y fin de los cursos de gimnasia con el curso de natación.

En segundo lugar, el estudio estuvo pensado para analizar tres grupos de distintas actividades físicas que serían: un grupo compuesto por personas que practicaban sólo natación, otro grupo formado por personas que practicaban actividades físicas y un grupo compuesto por personas totalmente sedentarias. Las imposibilidades de encontrar mujeres con estas características nos llevaron a subdividirla de otra forma.

En tercer lugar, el estudio se basó en un auto informe de los participantes sobre la actividad física practicada. Cuestionarios de auto informe no se han demostrado muy precisos para coger informaciones de las actividades de muy baja intensidad, como las tareas del hogar. Mediciones que incluyen estas actividades de muy baja intensidad pueden reflejar con más precisión el nivel total de gasto de energía en personas mayores (211).

7 CONCLUSIONES

7.1 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio, se presentan las siguientes conclusiones:

-En nuestra muestra el grupo que ha realizado ejercicios considerados de alto impacto ha mejorado significativamente los valores del BUA, así como las mujeres de los grupos que practicaron menos de 150 o hasta 300 minutos semanales de actividad física.

-Las mujeres del grupo que practicaron más de 300 minutos semanales de actividad física disminuyeron las variables peso, masa grasa y SOS, de forma estadísticamente significativa.

-El grupo "Natación +Bajo impacto" ha sido el único grupo que aumentó el porcentaje de mujeres clasificadas como DMO "normal" (sin osteopenia ni osteoporosis).

-Los grupos "Natación + Bajo impacto" y "Alto impacto" aumentaron de forma estadísticamente significativas las puntuaciones en el test ERFC.es.

-Las mujeres que practicaron más de 300 minutos semanales de actividad física han tenido puntuaciones significativamente más altas en orientación temporoespacial, atención y memoria, razonamiento y lógica, comprensión, fluidez verbal y praxias.

Conclusiones

-Las mujeres del grupo “Alto impacto” han presentado en orientación temporoespacial, atención y memoria, razonamiento y lógica, comprensión y praxias mejoras significativas.

-Las mujeres que practicaron más de 300 minutos semanales de actividad física presentaron cambios estadísticamente significativos en cuanto a la capacidad cognitiva, mientras al inicio del estudio la mayoría de estas mujeres se encontraban en la categoría “posible-deterioro”, al final del estudio la categoría “sin-deterioro” era la que presentaba un porcentaje mayor.

8 BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

1. Rebelatto, JR, Morelli, JGS. FISIOTERAPIA GERIATRICA. PRACTICA ASISTENCIAL EN EL ANCIANO - Libro de fisioterapia [Internet]. [citado 18 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.efisioterapia.net/libros/fisioterapia-geriatrica-practica-asistencial-en-el-anciano>
2. Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20–93 yr. *J Appl Physiol*. Noviembre de 1997;83(5):1581–7.
3. Gama ZA da S, Gómez-Conesa A. [Risk factors for falls in the elderly: systematic review]. *Rev Saude Publica*. octubre de 2008;42(5):946–56.
4. Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical Activity, Falls, and Fractures Among Older Adults: A Review of the Epidemiologic Evidence. *J Am Geriatr Soc*. 1º de agosto de 2000;48(8):883–93.
5. Lord SR, Lloyd DG, Nirui M, Raymond J, Williams P, Stewart RA. The Effect of Exercise on Gait Patterns in Older Women: A Randomized Controlled Trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 3 de enero de 1996;51A(2):M64–70.
6. Vu MQ, Weintraub N, Rubenstein LZ. Falls in the Nursing Home: Are They Preventable? *J Am Med Dir Assoc*. marzo de 2006;7(3, Supplement):S53–8.
7. Kohrt et al. Physical Activity and Bone Health : *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. LWW. [citado 18 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2004/11000/Physical_Activity_and_Bone_Health.24.aspx
8. Córdoba P, A E, Sobrino Sánchez R, Estrada Contreras O, Chillón Martínez R. Intervención mediante feedback auditivo para la mejora del equilibrio en mujeres que realizan actividad física. *Rev Psicol Deporte*. 2014;23(2):0327-335.
9. Asociación Española con la Osteoporosis y la Artrosis – Información que ofrece la asociación AECOSAR sobre la osteoporosis, la artrosis y otras enfermedades relacionadas [Internet]. [citado 18 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.aecos.es/>
10. Organizació Mundial de la Salut. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2010 [citado 8 de diciembre de 2016]. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf

Bibliografia

11. WHO | Dementia: a public health priority [Internet]. WHO. 2012 [citado 18 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://www.who.int/mental_health/publications/dementia_report_2012/en/
12. Etgen T, Sander D, Huntgeburth U, Poppert H, Förstl H, Bickel H. Physical Activity and Incident Cognitive Impairment in Elderly Persons: The INVADE Study. *Arch Intern Med*. 25 de enero de 2010;170(2):186–93.
13. Mortazavi SS, Mohammad K, Ardebili HE, Beni RD, Mahmoodi M, Keshteli AH. Mental disorder prevention and physical activity in Iranian elderly. *Int J Prev Med*. marzo de 2012;3(Suppl1):S64.
14. Barnes DE, Yaffe K, Satariano WA, Tager IB. A Longitudinal Study of Cardiorespiratory Fitness and Cognitive Function in Healthy Older Adults. *J Am Geriatr Soc*. 1º de abril de 2003;51(4):459–65.
15. Lui L-Y, Stone K, Cauley JA, Hillier T, Yaffe K. Bone Loss Predicts Subsequent Cognitive Decline in Older Women: The Study of Osteoporotic Fractures. *J Am Geriatr Soc*. 1º de enero de 2003;51(1):38–43.
16. Brownbill RA, Ilich JZ. Cognitive function in relation with bone mass and nutrition: cross-sectional association in postmenopausal women. *BMC Womens Health*. 26 de mayo de 2004;4:2.
17. OMS | 10 datos sobre el envejecimiento y la salud [Internet]. WHO. 2015 [citado 18 de setembre de 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/features/factfiles/ageing/es/>
18. Instituto Nacional de Estadística. Proyección de la Población de España. 2014.
19. Zaslavsky C, Gus I. Idoso: Doença Cardíaca e Comorbidades. *Arq Bras Cardiol*. diciembre de 2002;79(6):635–9.
20. WHO- Meeting Report layout 29_06_2007.doc - Osteoporosis.pdf [Internet]. [citado 18 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/chp/topics/Osteoporosis.pdf>
21. Guarniero R, Oliveira LG. Osteoporose: atualização no diagnóstico e princípios básicos para o tratamento. *Rev Bras Ortop*. septiembre de 2004;39(9):477–85.
22. Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *The Lancet*. 1º de junio de 2002;359(9321):1929–36.

Bibliografia

23. Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, Cooper C, Rizzoli R, Reginster J-Y, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2013;24(1):23.
24. Osteoporosis | International Osteoporosis Foundation [Internet]. [citado 18 de setembro de 2016]. Disponível em: <https://www.iofbonehealth.org/osteoporosis>
25. Osteoporosis [Internet]. Columna Vertebral. 2014 [citado 10 de dezembro de 2016]. Disponível em: <http://columnavertebral.net/osteoporosis/>
26. Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. *Arch Osteoporos* [Internet]. 2013 [citado 20 de setembro de 2016];8(1–2).
27. Gullberg B, Johnell O, Kanis JA. World-wide projections for hip fracture. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA*. 1997;7(5):407–13.
28. Sambrook P, Cooper C. Osteoporosis. *The Lancet*. 17 de junho de 2006;367(9527):2010–8.
29. Lian, JB, Stein, GS. Concepts of Osteoblast Growth and Differentiation: Basis for Modulation of Bone Cell Development and Tissue Formation. *Oral Biol Med*. 1992;3(3):269–305.
30. Szejnfeld, VL. Como Diagnosticar e Tratar Osteoporose. *RBM Rev Bras Med*. junho de 2004;417–28.
31. Demontiero O, Vidal C, Duque G. Aging and bone loss: new insights for the clinician. *Ther Adv Musculoskelet Dis*. abril de 2012;4(2):61.
32. Ralston SH. Genetic determinants of susceptibility to osteoporosis. *Curr Opin Pharmacol*. junho de 2003;3(3):286–90.
33. Raisz LG. Pathogenesis of osteoporosis: concepts, conflicts, and prospects. *J Clin Invest*. 1º de dezembro de 2005;115(12):3318.
34. Bandeira F, Carvalho EF de. Prevalence of osteoporosis and vertebral fractures in postmenopausal women attending reference centers. *Rev Bras Epidemiol*. 2007;10(1):86–98.
35. Borelli A. Envelhecimento ósseo: Osteoporse. In: *Geriatrics: Fundamentos, Clínica e Terapêutica*. São Paulo: Atheneu; 2000. p. 297–307.

Bibliografía

36. McClung MR, Wasnich RD, Hosking DJ, Christiansen C, Ravn P, Wu M, et al. Prevention of Postmenopausal Bone Loss: Six-Year Results from the Early Postmenopausal Intervention Cohort Study. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 28 de abril de 2011.
37. Dawson-Hughes B, Harris SS. Calcium intake influences the association of protein intake with rates of bone loss in elderly men and women. *Am J Clin Nutr*. 4 de enero de 2002;75(4):773–9.
38. Shapiro R, Heaney RP. Co-dependence of calcium and phosphorus for growth and bone development under conditions of varying deficiency. *Bone*. mayo de 2003;32(5):532–40.
39. Riggs BL, Melton LJ. Evidence for two distinct syndromes of involutional osteoporosis. *Am J Med*. 1º de diciembre de 1983;75(6):899–901.
40. Kinnon JLM. Osteoporosis. *Phys Ther*. 1º de octubre de 1988;68(10):1533–40.
41. Hagenfeldt, K, Johansson, C, Johnell, O, Ljunggren, O, Moller, M, Morland, B, et al. Osteoporosis - prevention, diagnosis and treatment [Internet]. [citado 18 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.crd.york.ac.uk/crdweb/ShowRecord.asp?LinkFrom=OAI&ID=32004000074>
42. Sheu A, Diamond T. Secondary osteoporosis. *Aust Prescr*. junio de 2016;39(3):85.
43. Raisz LG, Rodan GA. Pathogenesis of osteoporosis. - PubMed - NCBI. *Endocrinol Metab Clin North Am*. marzo de 2003;32(1):15–24.
44. Riggs BL, Khosla S, Melton LJ. 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. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res*. mayo de 1998;13(5):763–73.
45. Gali JC. Osteoporosis. *Acta Ortopédica Bras*. 2001;9(2):53–62.
46. Pietschmann, P K-S. Osteoporosis: gender-specific aspects. [Internet]. 2004 [citado 18 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15552228>
47. Saad, HF, Reed RL, Carter, AO, Qazaq HS, Al-Suhaili. Bone density estimate and risk factors for osteoporosis in young women. *Eastern Mediterr Health J*. 2001;7:730–7.

Bibliografia

48. Laet CD, Odén A, Johansson H, Johnell O, Jönsson B, Kanis JA. The impact of the use of multiple risk indicators for fracture on case-finding strategies: a mathematical approach. *Osteoporos Int.* 6 de julio de 2004;16(3):313–8.
49. Kanis JA, Johansson H, Oden A, Johnell O, De Laet C, Eisman JA, et al. A family history of fracture and fracture risk: a meta-analysis. *Bone.* noviembre de 2004;35(5):1029–37.
50. Kanis JA, Johnell O, De Laet C, Johansson H, Oden A, Delmas P, et al. A meta-analysis of previous fracture and subsequent fracture risk. *Bone.* agosto de 2004;35(2):375–82.
51. Kanis JA, Johansson H, Oden A, Johnell O, de Laet C, Melton LJ, et al. A Meta-Analysis of Prior Corticosteroid Use and Fracture Risk. *J Bone Miner Res.* 1º de junio de 2004;19(6):893–9.
52. Kanis JA, Johansson H, Johnell O, Oden A, Laet CD, Eisman JA, et al. Alcohol intake as a risk factor for fracture. *Osteoporos Int.* 29 de septiembre de 2004;16(7):737–42.
53. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Johansson H, Laet CD, Eisman JA, et al. Smoking and fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int.* 3 de junio de 2004;16(2):155–62.
54. Vestergaard P, Mosekilde L. Fracture risk associated with smoking: a meta-analysis. *J Intern Med.* 1º de diciembre de 2003;254(6):572–83.
55. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Dawson A, Laet CD, Jonsson B. Ten Year Probabilities of Osteoporotic Fractures According to BMD and Diagnostic Thresholds. *Osteoporos Int.* 12(12):989–95.
56. Pinheiro MM, dos Reis Neto ET, Machado FS, Omura F, Yang JH, Szejnfeld J, et al. Fatores de risco para fratura por osteoporose e baixa densidade óssea em mulheres na pré e pós-menopausa. *Rev Saúde Pública.* 2010;44(3):479–485.
57. Larry E. Johnson. Vitamin D [Internet]. Merck Manuals Professional Edition. [citado 5 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.merckmanuals.com/professional/nutritional-disorders/vitamin-deficiency,-dependency,-and-toxicity/vitamin-d>
58. van Schoor NM, Lips P. Worldwide vitamin D status. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* agosto de 2011;25(4):671–80.
59. Castro LCG de. The vitamin D endocrine system. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2011;55(8):566–575.

Bibliografía

60. McClung MR. Prevention and management of osteoporosis. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* marzo de 2003;17(1):53–71.
61. Greenspan SL, Resnick NM, Parker RA. Combination therapy with hormone replacement and alendronate for prevention of bone loss in elderly women: A randomized controlled trial. *JAMA.* 21 de mayo de 2003;289(19):2525–33.
62. Brunader R, Shelton DK. Radiologic Bone Assessment in the Evaluation of Osteoporosis - American Family Physician. *Am Fam Physician.* 1º de abril de 2002;65:1357–65.
63. Laugier P, Häiat G. *Bone Quantitative Ultrasound.* Springer Netherlands; 2011.
64. Smith J. and Shoukri K. Diagnosis of osteoporosis. *Clin Cornerstone.* 2000;2:22–33.
65. Gregg EW, Kriska A, Salamone L, Roberts M, Anderson S. The epidemiology of quantitative ultrasound: a review of the relationships with bone mass, osteoporosis and fracture risk. *Osteoporos Int.* 1997;7:89–99.
66. HOLOGIC. Sahara Clinical Bone Sonometer Waterless Ultrasound Bone Densitometry for the Office-based Physician [Internet]. HOLOGIC Osteoporosis Assessment; 2000. Disponible en: www.hologic.com
67. Bilezikian Jp. Gender specificity and osteoporosis. *J Gend-Specif Med JGSM Off J Partnersh Womens Health Columbia.* 2000;3(7):6–12.
68. Singer A. Osteoporosis diagnosis and screening. *Clin Cornerstone.* 1º de janeiro de 2006;8(1):9–18.
69. Notelovitz M. Effects of estrogen/androgen therapy on bone mineral density parameters. *J Reprod Med.* marzo de 2001;46(3 Suppl):325–31.
70. Faulkner KG, Pocock N. Future methods in the assessment of bone mass and structure. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 1º de julio de 2001;15(3):359–83.
71. Brunader R, Shelton DK. Radiologic bone assessment in the evaluation of osteoporosis. *Am Fam Physician.* 1º de abril de 2002;65(7):1357–64.
72. Koh LK, Sedrine WB, Torralba TP, Kung A, Fujiwara S, Chan SP, et al. A simple tool to identify asian women at increased risk of osteoporosis.

Bibliografía

- Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 2001;12(8):699–705.
73. Ben Sedrine W, Broers P, Devogelaer JP, Depresseux G, Kaufman JM, Goemaere S, et al. Interest of a prescreening questionnaire to reduce the cost of bone densitometry. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA*. mayo de 2002;13(5):434–42.
 74. WHO. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1994;843:1–129.
 75. American Bone Health. About T-Scores [Internet]. [citado 11 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.americanbonehealth.org/what-you-should-know/about-t-scores>
 76. Motta M, Ferlito L, Magnolfi SU, Petruzzi E, Pinzani P, Malentacchi F, et al. Cognitive and functional status in the extreme longevity. *Arch Gerontol Geriatr*. abril de 2008;46(2):245–52.
 77. Raz N, Lindenberger U. News of cognitive cure for age-related brain shrinkage is premature: a comment on Burgmans et al. (2009). *Neuropsychology*. marzo de 2010;24(2):255–7.
 78. Salthouse TA. The paradox of cognitive change. *J Clin Exp Neuropsychol*. julio de 2010;32(6):622–9.
 79. Salthouse TA. Selective review of cognitive aging. *J Int Neuropsychol Soc JINS*. septiembre de 2010;16(5):754–60.
 80. Fonseca RP, Zimmermann N, Scherer L, Parente MAM, Ska B. Episodic memory, concentrated attention and processing speed in aging. *Dement Neuropsychol*. 2010;4(2):91–97.
 81. Peltz CB, Gratton G, Fabiani M. Age-related changes in electrophysiological and neuropsychological indices of working memory, attention control, and cognitive flexibility. *Front Psychol*. 2011;2:190.
 82. West R. In defense of the frontal lobe hypothesis of cognitive aging. *J Int Neuropsychol Soc JINS*. septiembre de 2000;6(6):727–729; discussion 730.
 83. Haug H, Eggers R. Morphometry of the human cortex cerebri and corpus striatum during aging. *Neurobiol Aging*. agosto de 1991;12(4):336-338-355.

Bibliografía

84. Greenwood PM. The frontal aging hypothesis evaluated. *J Int Neuropsychol Soc JINS*. septiembre de 2000;6(6):705–26.
85. Bauer E, Toepper M, Gebhardt H, Gallhofer B, Sammer G. The significance of caudate volume for age-related associative memory decline. *Brain Res*. 5 de octubre de 2015;1622:137–48.
86. Dennis NA, Cabeza R. Neuroimaging of Health Cognitive Aging. In: *The Handbook os Aging and Cognition*. Third Edition. Psychology Press; 2008.
87. Schochet SS. Neuropathology of aging. *Neurol Clin*. agosto de 1998;16(3):569–80.
88. de Moraes EN, Moraes FL, Lima SPP, Moraes E, Pessoa WRLS, De MM, et al. Características biológicas e psicológicas do envelhecimento. 1º de enero de 2010.
89. Spar JE, La Rue A. *Clinical Manual of Geriatric Psychiatry*. American Psychiatric Pub; 2007. 444 p.
90. Fisk JE, Sharp CA. Age-related impairment in executive functioning: updating, inhibition, shifting, and access. *J Clin Exp Neuropsychol*. octubre de 2004;26(7):874–90.
91. Gonzales JU, James CR, Yang HS, Jensen D, Atkins L, Thompson BJ, et al. Different cognitive functions discriminate gait performance in younger and older women: A pilot study. *Gait Posture*. octubre de 2016;50:89–95.
92. Cansino S, Guzzon D, Martinelli M, Barollo M, Casco C. Effects of aging on interference control in selective attention and working memory. *Mem Cognit*. 1º de noviembre de 2011;39(8):1409.
93. St-Laurent M, Abdi H, Burianová H, Grady CL. Influence of Aging on the Neural Correlates of Autobiographical, Episodic, and Semantic Memory Retrieval. *J Cogn Neurosci*. 14 de junio de 2011;23(12):4150–63.
94. Tsukiura T, Sekiguchi A, Yomogida Y, Nakagawa S, Shigemune Y, Kambara T, et al. Effects of Aging on Hippocampal and Anterior Temporal Activations during Successful Retrieval of Memory for Face–Name Associations. *J Cogn Neurosci*. 29 de marzo de 2010;23(1):200–13.
95. Collette F, Germain S, Hogge M, Linden MV der. Inhibitory control of memory in normal ageing: Dissociation between impaired intentional

Bibliografía

- and preserved unintentional processes. *Memory*. 1º de enero de 2009;17(1):104–22.
96. Metzler-Baddeley C, Jones DK, Belaroussi B, Aggleton JP, O'Sullivan MJ. Frontotemporal Connections in Episodic Memory and Aging: A Diffusion MRI Tractography Study. *J Neurosci*. 14 de septiembre de 2011;31(37):13236–45.
 97. Derwinger A, Neely AS, Bäckman L. Design your own memory strategies! Self-generated strategy training versus mnemonic training in old age: An 8-month follow-up. *Neuropsychol Rehabil*. 1º de marzo de 2005;15(1):37–54.
 98. Craik FIM, Bialystok E. Cognition through the lifespan: mechanisms of change. *Trends Cogn Sci*. marzo de 2006;10(3):131–8.
 99. Grivol MA, Hage SR de V. Phonological working memory: a comparative study between different age groups. *J Soc Bras Fonoaudiol*. septiembre de 2011;23(3):245–51.
 100. Yakhno NN, Zakharov VV, Lokshina AB. Impairment of memory and attention in the elderly. *Neurosci Behav Physiol*. 1º de marzo de 2007;37(3):203–8.
 101. Crawford JR, Bryan J, Luszcz MA, Obonsawin MC, Stewart L. The Executive Decline Hypothesis of Cognitive Aging: Do Executive Deficits Qualify as Differential Deficits and Do They Mediate Age-Related Memory Decline? *Aging Neuropsychol Cogn*. 1º de marzo de 2000;7(1):9–31.
 102. Emery OB. Language and aging. *Exp Aging Res*. 1985;11(1):3–60.
 103. Brickman AM, Paul RH, Cohen RA, Williams LM, MacGregor KL, Jefferson AL, et al. Category and letter verbal fluency across the adult lifespan: relationship to EEG theta power. *Arch Clin Neuropsychol Off J Natl Acad Neuropsychol*. julho de 2005;20(5):561–73.
 104. Rodriguez-Aranda C, Martinussen M. Age-related differences in performance of phonemic verbal fluency measured by Controlled Oral Word Association Task (COWAT): a meta-analytic study. *Dev Neuropsychol*. 2006;30(2):697–717.
 105. Ardila A, Rosselli M, Matute E, Guajardo S. The influence of the parents' educational level on the development of executive functions. *Dev Neuropsychol*. 2005;28(1):539–60.

Bibliografia

106. Ballesteros S. La atención selectiva modula el procesamiento de la información y la memoria implícita. *Acción Psicológica*. 2014;11(1):7–20.
107. Argimon II de L, Stein LM. [Cognitive abilities in older seniors: a longitudinal study]. *Cad Saude Publica*. febrero de 2005;21(1):64–72.
108. Xavier AJ, d’Orsi E, Sigulem D, Ramos LR. Orientação temporal e funções executivas na predição de mortalidade entre idosos: estudo Epidoso. *Rev Saúde Pública*. febrero de 2010;44(1):148–58.
109. Ribeiro PCC, Oliveira BHD, Cupertino APFB, Neri AL, Yassuda MS. Performance of the elderly in the CERAD cognitive battery: relations with socio-demographic variables and perceived health. *Psicol Reflex E Crítica*. abril de 2010;23(1):102–9.
110. Paulo DLV, Yassuda MS. The relation between memory complaints in the elderly and education, cognitive performance, and symptoms of depression and anxiety. *Arch Clin Psychiatry São Paulo*. enero de 2010;37(1):23–6.
111. Petersen RC, Smith GE, Waring SC, Ivnik RJ, Tangalos EG, Kokmen E. Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. *Arch Neurol*. marzo de 1999;56(3):303–8.
112. Gauthier S, Reisberg B, Zaudig M, Petersen RC, Ritchie K, Broich K, et al. Mild cognitive impairment. *Lancet Lond Engl*. 15 de abril de 2006;367(9518):1262–70.
113. Petersen RC, Negash S. Mild cognitive impairment: an overview. *CNS Spectr*. enero de 2008;13(1):45–53.
114. Petersen RC. Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *J Intern Med*. septiembre de 2004;256(3):183–94.
115. Proust-Lima C, Amieva H, Letenneur L, Orgogozo J-M, Jacqmin-Gadda H, Dartigues J-F. Gender and education impact on brain aging: a general cognitive factor approach. *Psychol Aging*. septiembre de 2008;23(3):608–20.
116. Portet F, Ousset PJ, Visser PJ, Frisoni GB, Nobili F, Scheltens P, et al. Mild cognitive impairment (MCI) in medical practice: a critical review of the concept and new diagnostic procedure. Report of the MCI Working Group of the European Consortium on Alzheimer’s Disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. junio de 2006;77(6):714–8.
117. Petersen RC. Clinical practice. Mild cognitive impairment. *N Engl J Med*. 9 de junio de 2011;364(23):2227–34.

Bibliografía

118. Farias ST, Mungas D, Reed BR, Harvey D, DeCarli C. Progression of mild cognitive impairment to dementia in clinic- vs community-based cohorts. *Arch Neurol.* septiembre de 2009;66(9):1151–7.
119. Lopez OL, Kuller LH, Becker JT, Dulberg C, Sweet RA, Gach HM, et al. Incidence of dementia in mild cognitive impairment in the cardiovascular health study cognition study. *Arch Neurol.* marzo de 2007;64(3):416–20.
120. De Vriendt P, Gorus E, Cornelis E, Bautmans I, Petrovic M, Mets T. The advanced activities of daily living: a tool allowing the evaluation of subtle functional decline in mild cognitive impairment. *J Nutr Health Aging.* enero de 2013;17(1):64–71.
121. Pernecky R, Pohl C, Sorg C, Hartmann J, Komossa K, Alexopoulos P, et al. Complex activities of daily living in mild cognitive impairment: conceptual and diagnostic issues. *Age Ageing.* mayo de 2006;35(3):240–5.
122. Yaffe K, Fiocco AJ, Lindquist K, Vittinghoff E, Simonsick EM, Newman AB, et al. Predictors of maintaining cognitive function in older adults: the Health ABC study. *Neurology.* 9 de junio de 2009;72(23):2029–35.
123. Eusop-Roussel E, Rhein F, Vassel P, Colliot P. Valoración de las funciones superiores. *EMC - Kinesiterapia - Med Física.* 2007;28(1):1–20.
124. Demers L, Oremus M, Perrault A, Wolfson C. Review of Outcome Measurement Instruments in Alzheimer's Disease Drug Trials: Introduction. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 12 de enero de 2000;13(4):161–8.
125. Aguirre-Acevedo DC, Gómez R, Moreno S, Henao-Arboleda E, Motta M, Muñoz C, et al. Validez y fiabilidad de la batería neuropsicológica CERAD-Col. *Rev Neurol.* 2007;46:655–660.
126. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* noviembre de 1975;12(3):189–98.
127. Brucki SM, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PH, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr.* 2003;61(3B):777–81.
128. Roth M, Tym E, Mountjoy CQ, Huppert FA, Hendrie H, Verma S, et al. CAMDEX. A standardised instrument for the diagnosis of mental

- disorder in the elderly with special reference to the early detection of dementia. *Br J Psychiatry J Ment Sci.* diciembre de 1986;149:698–709.
129. Gil R, Toullat G, Pluchon C, Micheneau D, Cariou B, Rivault L. Une méthode d'évaluation rapide des fonctions cognitives (ERFC). Son application á la démence senile de type Alzheimer. *Sem Hôp Paris.* 1986;62:2127–33.
130. Gil R. *Neuropsicología.* Elsevier España; 2007. 428 p.
131. Arroyo-Anlló EM, Chamorro Sánchez J, Castañeda Alegre C, Torres Pereira J, Poveda Díaz-Marta J, Gil R. Adaptación y validación del test Evaluación Rápida de las Funciones Cognitivas (Gil et al, 1986). Primera versión en castellano con una muestra geriátrica. *Psiquiatr Biológica.* :112–21.
132. Reuben DB, Solomon DH. Assessment in geriatrics. Of caveats and names. *J Am Geriatr Soc.* junio de 1989;37(6):570–2.
133. Ballesteros S. ENVEJECIMIENTO SALUDABLE : ASPECTOS BIOLÓGICOS PSICOLÓGICOS Y SOCIALES [Internet]. *Universitas;* 2007 [citado 26 de octubre de 2016]. 392 p.
134. Kesby JP, Eyles DW, Burne THJ, McGrath JJ. The effects of vitamin D on brain development and adult brain function. *Mol Cell Endocrinol.* diciembre de 2011;347(1–2):121–7.
135. Harms LR, Burne THJ, Eyles DW, McGrath JJ. Vitamin D and the brain. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* agosto de 2011;25(4):657–69.
136. Llewellyn DJ, Langa KM, Lang IA. Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentration and Cognitive Impairment. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* septiembre de 2009;22(3):188–95.
137. Buell JS, Scott TM, Dawson-Hughes B, Dallal GE, Rosenberg IH, Folstein MF, et al. Vitamin D Is Associated With Cognitive Function in Elders Receiving Home Health Services. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* agosto de 2009;64A(8):888–95.
138. Oudshoorn C, Mattace-Raso FUS, van der Velde N, Colin EM, van der Cammen TJM. Higher Serum Vitamin D3 Levels Are Associated with Better Cognitive Test Performance in Patients with Alzheimer's Disease. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 26 de mayo de 2008;25(6):539–43.
139. Annweiler C. Vitamin D in dementia prevention. *Ann N Y Acad Sci.* 1º de marzo de 2016;1367(1):57–63.

Bibliografía

140. Wilkins CH, Sheline YI, Roe CM, Birge SJ, Morris JC. Vitamin D deficiency is associated with low mood and worse cognitive performance in older adults. *Am J Geriatr Psychiatry Off J Am Assoc Geriatr Psychiatry*. diciembre de 2006;14(12):1032–40.
141. Wilkins CH, Birge SJ, Sheline YI, Morris JC. Vitamin D deficiency is associated with worse cognitive performance and lower bone density in older African Americans. *J Natl Med Assoc*. abril de 2009;101(4):349–54.
142. Luckhaus C, Mahabadi B, Grass-Kapanke B, Jänner M, Willenberg H, Jäger M, et al. Blood biomarkers of osteoporosis in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *J Neural Transm Vienna Austria* 1996. julio de 2009;116(7):905–11.
143. Bakker I, Twisk JW, Van Mechelen W, Roos JC, Kemper HC. Ten-Year Longitudinal Relationship Between Physical Activity and Lumbar Bone Mass in (Young) Adults. *J Bone Miner Res*. 1º de febrero de 2003;18(2):325–32.
144. Sport and Home Physical Activity Are Independently Associate... : *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. LWW. [citado 28 de abril de 2016]. Disponible en: http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2003/03000/Sport_and_Home_Physical_Activity_Are_Independently.19.aspx
145. Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. *Ejercicio Físico y Salud en Poblaciones Especiales*. Exernet. Madrid: Consejo Superior de Deportes; 2001.
146. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. agosto de 2007;39(8):1435–45.
147. OMS. La actividad física en los adultos mayores [Internet]. [citado 11 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/es/
148. Zazula FC, Pereira MA dos S. Fisiopatologia da Osteoporose e o exercício físico como medida preventiva. *Arq Ciênc Saúde UNIPAR*. 2003;7(3):269–75.
149. Santos ML dos, Borges GF. Exercício físico no tratamento e prevenção de idosos com osteoporose: uma revisão sistemática. *Fisioter Em Mov*. junio de 2010;23(2):289–99.

Bibliografia

150. Guadalupe-Grau A, Fuentes T, Guerra B, Calbet JA. Exercise and bone mass in adults. *Sports Med.* 2009;39(6):439–468.
151. Winters-Stone K. Exercise, menopause and Osteoporosis- American College of Sports Medicine [Internet]. American College of Sports Medicine. 2016.
152. Silva CC da, Goldberg TBL, Teixeira A dos S, Marques I. Does physical exercise increase or compromise children's and adolescent's linear growth? Is it a myth or truth? *Rev Bras Med Esporte.* diciembre de 2004;10(6):520–4.
153. Ubago-Guisado E, Gómez-Cabello A, Sánchez-Sánchez J, García-Unanue J, Gallardo L. Influence of different sports on bone mass in growing girls. *J Sports Sci.* 2015;33(16):1710–8.
154. Driusso P, Oishi J, Rennó ACM, Ferreira V. Efeitos de um programa de atividade física na qualidade de vida de mulheres com osteoporose. *Fisioter E Pesqui.* 2000;7(1–2):1–9.
155. Geraldés AAR. Exercício com estratégia de prevenção e tratamento da osteoporoses: Potencial e limitações. *Rev Bras Fis Exerc.* 2003.
156. Bassey EJ. Exercise for prevention of osteoporotic fracture. *Age Ageing.* noviembre de 2001;30 Suppl 4:29–31.
157. Chien MY, Wu YT, Hsu AT, Yang RS, Lai JS. Efficacy of a 24-week aerobic exercise program for osteopenic postmenopausal women. *Calcif Tissue Int.* diciembre de 2000;67(6):443–8.
158. Creighton DL, Morgan AL, Boardley D, Brolinson PG. Weight-bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. febrero de 2001;90(2):565–70.
159. Vincent KR, Braith RW. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sports Exerc.* enero de 2002;34(1):17–23.
160. Balsamo S, Mota LMH da, Santana FS de, Nascimento D da C, Bezerra LMA, Balsamo DOC, et al. Resistance training versus weight-bearing aquatic exercise: a cross-sectional analysis of bone mineral density in postmenopausal women. *Rev Bras Reumatol.* abril de 2013;53(2):193–8.
161. Silva KMS, López RFA. Hidroginástica e osteoporose. *Educ Física Deporte.* 2002;8(44).

Bibliografía

162. Ay A, Yurtkuran M. Influence of aquatic and weight-bearing exercises on quantitative ultrasound variables in postmenopausal women. *Am J Phys Med Rehabil.* enero de 2005;84(1):52–61.
163. Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P. A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. *Arch Phys Med Rehabil.* diciembre de 1997;78(12):1375–80.
164. Liu L, Maruno R, Mashimo T, Sanka K, Higuchi T, Hayashi K, et al. Effects of physical training on cortical bone at midtibia assessed by peripheral QCT. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. julio de 2003;95(1):219–24.
165. Pernambuco CS, Borba-Pinheiro CJ, Vale RG de S, Di Masi F, Monteiro PKP, Dantas EHM. Functional autonomy, bone mineral density (BMD) and serum osteocalcin levels in older female participants of an aquatic exercise program (AAG). *Arch Gerontol Geriatr* [Internet]. [citado 6 de febrero de 2013]; Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167494313000022>
166. Falk B, Bronshtein Z, Zigel L, Constantini N, Eliakim A. Higher tibial quantitative ultrasound in young female swimmers. *Br J Sports Med.* agosto de 2004;38(4):461–5.
167. Ramírez-Villada JF, León-Ariza HH, Argüello-Gutiérrez YP, Porrás-Ramírez KA. [Effect of high impact movements on body composition, strength and bone mineral density on women over 60 years]. *Rev Espanola Geriatr Gerontol.* abril de 2016;51(2):68–74.
168. Ashe MC, Khan KM. Exercise prescription. *J Am Acad Orthop Surg.* febrero de 2004;12(1):21–7.
169. Erickson KI, Kramer AF. Aerobic exercise effects on cognitive and neural plasticity in older adults. *Br J Sports Med.* enero de 2009;43(1):22–4.
170. Lautenschlager NT, Cox K, Cyarto EV. The influence of exercise on brain aging and dementia. *Biochim Biophys Acta.* marzo de 2012;1822(3):474–81.
171. Franco-Martín M, Parra-Vidales E, González-Palau F, Bernate-Navarro M, Solís A. [The influence of physical exercise in the prevention of cognitive deterioration in the elderly: a systematic review]. *Rev Neurol.* 1º de junio de 2013;56(11):545–54.

Bibliografía

172. Colcombe S, Kramer AF. Fitness Effects on the Cognitive Function of Older Adults A Meta-Analytic Study. *Psychol Sci.* 1º de marzo de 2003;14(2):125–30.
173. McGough EL, Kelly VE, Logsdon RG, McCurry SM, Cochrane BB, Engel JM, et al. Associations between physical performance and executive function in older adults with mild cognitive impairment: gait speed and the timed “up & go” test. *Phys Ther.* agosto de 2011;91(8):1198–207.
174. Foster PP, Rosenblatt KP, Kuljiš RO. Exercise-induced cognitive plasticity, implications for mild cognitive impairment and Alzheimer’s disease. *Front Neurol.* 2011;2:28.
175. Chin A Paw MJM, van Uffelen JGZ, Riphagen I, van Mechelen W. The functional effects of physical exercise training in frail older people : a systematic review. *Sports Med Auckl NZ.* 2008;38(9):781–93.
176. Paterson DH, Warburton DE. Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada’s Physical Activity Guidelines. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 11 de mayo de 2010;7:38.
177. Schuit AJ, Feskens EJ, Launer LJ, Kromhout D. Physical activity and cognitive decline, the role of the apolipoprotein e4 allele. *Med Sci Sports Exerc.* mayo de 2001;33(5):772–7.
178. Liu-Ambrose T, Eng JJ, Boyd LA, Jacova C, Davis JC, Bryan S, et al. Promotion of the mind through exercise (PROMoTE): a proof-of-concept randomized controlled trial of aerobic exercise training in older adults with vascular cognitive impairment. *BMC Neurol.* 2010;10(1):1.
179. Daly RM, Bass SL. Lifetime sport and leisure activity participation is associated with greater bone size, quality and strength in older men. *Osteoporos Int.* 1º de agosto de 2006;17(8):1258–67.
180. OMS. OMS | Temas de salud [Internet]. WHO. [citado 18 de setiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/topics/es/>
181. Martín Moreno V, Gómez Gandoy B, Antoranz González M, Fernández Herranz S, Gómez De La Cámara A, de Oya Otero M. [Validation of the OMRON BF 300 monitor for measuring body fat by bioelectric impedance]. *Aten Primaria.* agosto de 2001;28(3):174–81.
182. Manual de Instrucciones Omron [Internet]. [citado 28 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.omronbrasil.com/uploads/attachment/4c62b1310f0635e5e>

f731726074e3b0036857dfc333823-HBF-306INT-MX-SP-BR-PO-r7-pdf.pdf

183. Sosa Henríquez M, Saavedra Santana P, Alegre López J, Gómez Alonso C, González Macías J, Guañabens Gay N, et al. [Calcaneous ultrasonography as measurement of osteoporosis prevalence in the general population in relation to the diagnostic criterion utilized. Data of the study GIUMO]. *Rev Clin Esp.* julio de 2003;203(7):329–33.
184. Nelson HD, Morris CD, Kraemer DF, Mahon S, Carney N, Nygren PM, et al. Osteoporosis in Postmenopausal Women: Diagnosis and Monitoring: Summary [Internet]. Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2001 [citado 6 de diciembre de 2016]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11863/>
185. Pelclová J, Gába A, Kapuš O, others. Bone mineral density and accelerometer-determined habitual physical activity and inactivity in postmenopausal women. *Acta Univ Palacki Olomuc Gymnica.* 2011;41(3):47–53.
186. Ramírez-Villada JF, León-Ariza HH, Argüello-Gutiérrez YP, Porrás-Ramírez KA. [Effect of high impact movements on body composition, strength and bone mineral density on women over 60 years]. *Rev Espanola Geriatr Gerontol.* abril de 2016;51(2):68–74.
187. Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, Trice I, Greenberg RA, Evans WJ. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial. *JAMA.* 28 de diciembre de 1994;272(24):1909–14.
188. Kohrt WM, Ehsani AA, Birge SJ. Effects of exercise involving predominantly either joint-reaction or ground-reaction forces on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* agosto de 1997;12(8):1253–61.
189. Palombaro KM. Effects of walking-only interventions on bone mineral density at various skeletal sites: a meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2005;28(3):102–7.
190. Tolomio S, Ermolao A, Travain G, Zaccaria M. Short-term adapted physical activity program improves bone quality in osteopenic/osteoporotic postmenopausal women. *J Phys Act Health.* noviembre de 2008;5(6):844–53.
191. Bergamin M, Ermolao A, Tolomio S, Berton L, Sergi G, Zaccaria M. Water- versus land-based exercise in elderly subjects: effects on physical performance and body composition. *Clin Interv Aging.* 2013;8:1109–17.

Bibliografía

192. Cotman CW, Berchtold NC, Christie L-A. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends Neurosci.* septiembre de 2007;30(9):464–72.
193. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci.* 2008;9(1):58–65.
194. Ruscheweyh R, Willemer C, Krüger K, Duning T, Warnecke T, Sommer J, et al. Physical activity and memory functions: An interventional study. *Neurobiol Aging.* julio de 2011;32(7):1304–19.
195. Sink KM, Espeland MA, Castro CM, et al. Effect of a 24-month physical activity intervention vs health education on cognitive outcomes in sedentary older adults: The life randomized trial. *JAMA.* 25 de agosto de 2015;314(8):781–90.
196. Boots EA, Schultz SA, Oh JM, Larson J, Edwards D, Cook D, et al. Cardiorespiratory fitness is associated with brain structure, cognition, and mood in a middle-aged cohort at risk for Alzheimer’s disease. *Brain Imaging Behav.* septiembre de 2015;9(3):639–49.
197. Miller DI, Taler V, Davidson PSR, Messier C. Measuring the impact of exercise on cognitive aging: methodological issues. *Neurobiol Aging.* marzo de 2012;33(3):622.e29-43.
198. Angevaren M, Aufdemkampe G, Verhaar H, Aleman A, Vanhees L. Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 16 de julio de 2008.
199. Lautenschlager NT, Cox KL, Flicker L, Foster JK, van Bockxmeer FM, Xiao J, et al. Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *JAMA.* 3 de septiembre de 2008;300(9):1027–37.
200. Ansai JH, Rebelatto JR. Effect of two physical exercise protocols on cognition and depressive symptoms in oldest-old people: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int.* septiembre de 2015;15(9):1127–34.
201. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Welsh-Bohmer K, et al. Aerobic Exercise and Neurocognitive Performance: a Meta-Analytic Review of Randomized Controlled Trials. *Psychosom Med.* abril de 2010;72(3):239–52.
202. Larson EB, Wang L, Bowen JD, McCormick WC, Teri L, Crane P, et al. Exercise Is Associated with Reduced Risk for Incident Dementia

Bibliografia

- among Persons 65 Years of Age and Older. *Ann Intern Med.* 17 de enero de 2006;144(2):73–81.
203. Jedrzejewski MK, Ewbank DC, Wang H, Trojanowski JQ. Exercise and cognition: Results from the National Long Term Care Survey. *Alzheimers Dement.* noviembre de 2010;6(6):448–55.
204. Podewils LJ, Guallar E, Kuller LH, Fried LP, Lopez OL, Carlson M, et al. Physical Activity, APOE Genotype, and Dementia Risk: Findings from the Cardiovascular Health Cognition Study. *Am J Epidemiol.* 4 de enero de 2005;161(7):639–51.
205. Petrescu S, Pițigoi G, Păunescu M. The Effects of Practicing Swimming on the Psychological Tone in Adulthood. *Procedia - Soc Behav Sci.* 23 de diciembre de 2014;159:74–7.
206. Aidar FJS, Reis AJ, Carneiro VM, Leite A. Elderly and old adult: Aquatic physical activities and functional autonomy. *Fit Perform J.* 2006;5:271–276.
207. Becker BE. Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM&R.* septiembre de 2009;1(9):859–72.
208. Moreira, LDF, Fronza, FCAO, Santos, RN, Teixeira, LR, Krueel, LFM, Lazaretti-Castro, M. High-intensity aquatic exercises (HydrOS) improve physical function and reduce falls among postmenopausal women . *The Journal of the North American menopause society.* 2013; 20(10):1012-1019.
209. Jedrzejewski MK, Ewbank DC, Wang H, Trojanowski JQ. Exercise and cognition: Results from the National Long Term Care Survey. *Alzheimers Dement.* noviembre de 2010;6(6):448–55.
210. Diniz BS, Nunes PV, Yassuda MS, Pereira FS, Flaks MK, Viola LF, et al. Mild cognitive impairment: cognitive screening or neuropsychological assessment? *Rev Bras Psiquiatr.* 2008;30(4):316–321.
211. Middleton LE. Activity Energy Expenditure and Incident Cognitive Impairment in Older Adults. *Arch Intern Med.* 25 de julio de 2011;171(14):1251.

9 ANEXOS

9.1 ANEXO I. CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE O COLABORADOR Impreso CBE-A1

Yo

_____, DNI/Pasaporte_____. He leído la hoja informativa que me ha sido entregada. He tenido oportunidad de efectuar preguntas sobre el estudio. He recibido respuestas satisfactorias. He recibido suficiente información en relación con el estudio. He hablado con el Dr./Investigador: José Ignacio Calvo Arenillas. Entiendo que la participación es voluntaria. Entiendo que puedo abandonar el estudio: cuando lo desee; sin que tenga que dar explicaciones; sin que ello afecte a mis cuidados médicos.

También he sido informado de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento y en la ficha o expediente que se abra para la investigación:

- Estos datos serán tratados y custodiados con respeto a mi intimidad y a la vigente normativa de protección de datos.
- Sobre estos datos me asisten los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento.
- Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.**

Doy mi consentimiento sólo para la extracción necesaria en la investigación de la que se me ha informado y para que sean utilizadas las informaciones exclusivamente en ella, sin posibilidad de compartir o ceder éstas, en todo o en parte, a ningún otro investigador, grupo o centro distinto del responsable de esta investigación o para cualquier otro fin.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos que asumo y los acepto expresamente. Y, por ello, firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para MANIFESTAR MI DESEO DE PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN SOBRE

EL “EFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA MASA ÓSEA DE PERSONAS MAYORES Y SU RELACIÓN CON LA CAPACIDAD COGNITIVA”, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

Nombre del paciente o sujeto colaborador:

DNI/Pasaporte:

Firma:

Fecha:

Nombre del investigador: José Ignacio Calvo Arenillas

DNI: 7.427.423 X

Firma:

Fecha:

Dirección de contacto del Investigador y del Grupo Investigador responsable de la investigación y del tratamiento de los datos: Área de Fisioterapia. EU. De Enfermería y Fisioterapia. C/ Donantes de Sangre s/n. 37007. Salamanca.

INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA MASA ÓSEA DE PERSONAS MAYORES Y SU RELACIÓN CON LA CAPACIDAD COGNITIVA.

Se realizará un estudio sobre la masa ósea de personas mayores y su relación con la capacidad cognitiva. Para eso se realizarán dos evaluaciones con la finalidad de medir: la memoria, la talla, el peso, el porcentaje de grasa y la densidad ósea del talón y de los dedos de la mano. Las pruebas son sencillas y no dolorosas. El peso se va medir con una balanza. La talla con un tallímetro. La masa ósea trabecular y cortical con un aparato para la valoración de masa ósea trabecular a través de la velocidad de transmisión de ultrasonidos en las falanges de la mano no dominante y aparato para la valoración de masa ósea cortical a través de la velocidad de transmisión de ultrasonidos en el calcáneo del pie no dominante.

9.2 ANEXO II. APROBACIÓN DEL ESTUDIO POR EL COMITÉ DE BIOÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA


UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

COMITÉ DE BIOÉTICA (CBE)

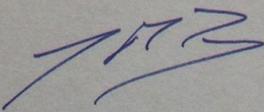
C/ Libreros 19, 2º ; 37008 Salamanca
Tel . (34) 923 29 44 00 ext 1181
e-mail: cbioetica@usal.es

REGISTRO UNICO
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
SALIDA
006 Nº. 201400026078
23/07/14 09:23:07

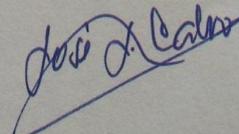
El Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, en su reunión del día 21 de julio de 2014, ha considerado las circunstancias que concurren en el proyecto de investigación titulado "EFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA MASA ÓSEA DE PERSONAS MAYORES Y SU RELACIÓN CON LA CAPACIDAD COGNITIVA", que tiene como investigador principal al Dr. José Ignacio Calvo Arenillas

A la vista de la documentación presentada, este Comité ha acordado **informar favorablemente** el proyecto de investigación, ya que cumple los requisitos éticos requeridos para su ejecución.

Y para que así conste lo firmo en Salamanca a 21 de julio de 2014


José Mª Díaz Mínguez
Secretario del CBE


UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
COMITE DE BIOETICA


José Julián Calvo Andrés
Presidente del CBE

9.3 ANEXO III. INFORME PARA LAS VOLUNTARIAS.

Nombre:

Talla (m):

Peso (kg):

% grasa:

	Flaco	Normal	→	Obeso
Hombres	Menos del 10%	10% - 19%	20 -24%	25% o más
Mujeres	Menos del 20%	20% - 29%	30 34%	35% o más

Densidad mineral ósea (g/cm^2):

