UNIVERSIDAD DE JAÉN

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA EXPRESIÓN MUSICAL, PLÁSTICA Y CORPORAL

TESIS DOCTORAL

EFECTO DE DIFERENTES TERAPIAS FÍSICAS EN LA SALUD DE PERSONAS MAYORES

PRESENTADA POR:

JOSÉ ALBERTO LAREDO AGUILERA

DIRIGIDA POR:

DR. D. PEDRO ÁNGEL LATORRE ROMÁN

DR. D. FELIPE GARCÍA PINILLOS

JAÉN, 14 DE JUNIO DE 2017

ISBN 978-84-9159-114-6

A mi familia, amigos y
compañeros

UNIVERSIDAD DE JAÉN

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA EXPRESIÓN MUSICAL, PLÁSTICA Y CORPORAL

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

EFECTO DE DIFERENTES TERAPIAS FÍSICAS EN LA SALUD DE PERSONAS MAYORES

•

EFFECT OF DIFFERENT PHYSICAL THERAPIES ON THE ELDER HEALTH

José Alberto Laredo Aguilera

DIRECTORES DE TESIS

DR. Pedro Ángel Latorre Román
PhD. Profesor Contratado Doctor. Doctor por la Universidad de Granada

DR. Felipe García Pinillos
PhD. Profesor Sustituto Interino. Doctor por la Universidad de Jaén

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Prof. Dr. Pedro Ángel Latorre Román
Profesor Contratado Doctor
Dpto. Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

Facultad de Humanidades y CC. Educación
Universidad de Jaén

PEDRO ÁNGEL LATORRE ROMÁN, PROFESOR CONTRATADO DOCTOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada "Efecto de diferentes terapias Físicas en la salud de personas mayores", que presenta D. JOSÉ ALBERTO LAREDO AGUILERA al superior juicio del Tribunal que designe la Universidad de Jaén, ha sido realizada bajo mi dirección durante los años 2013-17, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autor en condiciones tan aventajadas que le hacen merecedor del Título de Doctor, siempre y cuando así lo considere el citado Tribunal.

En Jaén, 12 de Mayo de 2017 Fdo. Pedro Ángel Latorre Román

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Prof. Dr. Felipe García Pinillos
Profesor Sustituto Interino
Dpto. Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

Facultad de Humanidades y CC. Educación
Universidad de Jaén

FELIPE GARCÍA PINILLOS, PROFESOR SUSTITUTO INTERINO DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada "Efecto de diferentes terapias Físicas en la salud de personas mayores", que presenta D. JOSÉ ALBERTO LAREDO AGUILERA al superior juicio del Tribunal que designe la Universidad de Jaén, ha sido realizada bajo mi dirección durante los años 2013-17, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autor en condiciones tan aventajadas que le hacen merecedor del Título de Doctor, siempre y cuando así lo considere el citado Tribunal.

En Jaén, 12 de Mayo de 2017 Fdo. Felipe García Pinillos

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela de Doctorado
Vicerrectorado de Enseñanzas de Grado, Postgrado y Formación Permanente

Certificate of stay

I hereby confirm that Mr. / Mrs

José Alberto Laredo Aguilera

has steadily stayed at

Technical University of Munich (Universidad Técnica de Múnich)

from 01/03/2016 to 01/09/2016 and has successfully developed research that is directly related with his PhD thesis on

Effect of different physical therapies: Functional training, aquatic training and balneotherapy in functional capability and old people´s health

(Efecto de diferentes terapias Físicas: Entrenamiento funcional, entrenamiento acúatico y balneoterapia en la capacidad funcional y salud de personas mayores)

Professor Doctor Don Peter Biberthaler

Klinik für Unfallchirurgie
Klinikum rechts der Isar der TU München
Univ.-Prof. Dr. Peter Biberthaler
Direktor
Ismaninger Str. 22, 81675 München
637404600, IK 208409077

Signed in Múnich, 01.09.2016

BAYERN · TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN · KLINIK FÜR UNFALLCHIRURGIE · R.D. ISAR

ÍNDICE DE CONTENIDOS (INDEX OF CONTENTS)

Publicaciones 16

Abreviaturas 18

Resumen 20

Summary 24

Introducción 27

Bibliografía 37

Objetivos 46

Material y Métodos 49

Resultados 54

1. El envejecimiento activo: La importancia de la actividad física en las personas mayores. Estudio de revisión narrativa. (Paper I). 57
2. Physical activity, weight and functional limitations in elderly Spanish people: The National Health Survey (2009-2014). (Paper II). 59
3. La fuerza de prensión manual se asocia con el funcionamiento psicológico en personas mayores. (Paper III). 61
4. Effects of a 10-week functional training programme on pain, mood state, depression, and sleep in healthy older adults. (Paper IV). 63
5. Effect of a 12-day balneotherapy programme on pain, mood, sleep, and depression in healthy elderly people. (Paper V). 65
6. Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training program on physical performance in healthy older people. (Paper VI). 67

Limitaciones 69

Conclusiones 71

Conclusions 74

Prospectivas de futuro 77

Currículum Vitae resumido 79

Agradecimientos 82

LISTA DE PUBLICACIONES [LIST OF PUBLICATIONS]

La presente memoria de Tesis Doctoral está compuesta por los siguientes artículos científicos:

- Laredo-Aguilera, J.A., Carmona-Torres, J.M., Mota-Cátedra, G., García-Pinillos, F., Latorre-Román, P.A. (2017). El envejecimiento activo: La importancia de la actividad física en las personas mayores. Estudio de revisión narrativa. *Trances,* 9 (2): 142-166

- Latorre-Román, P.A., Laredo-Aguilera, J.A., García-Pinillos, F., Soto-Hermoso, V.M., Carmona-Torres, J.M. Physical activity, weight and functional limitation in de elderly Spanish people: The National Health Survey (2009-2014). *Submitted*

- Laredo-Aguilera, J.A., Cobo-Cuenca, A.I., Carmona Torres, J.M., García-Pinillos, F., Latorre-Román, P.A. La fuerza de prensión se asocia con el funcionamiento psicológico en personas mayores. *Submitted*

- Laredo-Aguilera, J.A., Carmona-Torres, J.M., García-Pinillos, F., Latorre-Román, P.A. Effects of a 10-week functional training programme on pain, moos state, depression and sleep in healthy older adults. *Submitted*

- Latorre-Román, P.Á., Rentero-Blanco M., Laredo-Aguilera J.A., García-Pinillos F. (2015). Effect of a 12-day balneotherapy programme on pain, mood, sleep, and depression in healthy elderly people. Psychogeriatrics.15(1):14-9

- García-Pinillos, F., Laredo-Aguilera, J. A., Muñoz-Jiménez, M., & Latorre-Román, P. A. (2017). Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training programme on physical performance in healthy older people. *Journal of Strength and Conditioning Research*, doi: 10.1519/JSC.0000000000001895

ABREVIATURAS (ABBREVIATIONS)

30-s CST	30-second chair stand test
ABVD	Actividades básicas de la vida diaria
ANOVA	Analysis of variance
BDNF	Brain derived neurotrophic factor
BMI	Body mass index
BP	Balneotherapy programmes
Bq	Becquerelio
CoP	Centre of pressure
DT	Desviación típica
EC	Control group
EG	Experimental group
EHSS	European health survey in Spain
FPM	Fuerza de prensión manual
FT	Functional training
GS	Gait speed
HHA	Hipotálamo-hipófisis-adrenal
HIIT	High-intensity interval training
HST	Handgrip strength test
IMC	Índice de masa corporal
IMSERSO	Instituto de mayores y servicios sociales
INE	Instituto nacional de estadística
IPAQ	International physical activity questionnaire
mEq	Miliequivalente
MMSE	Mini-Mental State Examination
MSSI	Ministerio de salud, servicios sociales e igualdad
OMS	Organización mundial de la salud
PA	Physical activity
POMS	Profile of mood status
SD	Standard deviation
VAS	Visual analogue scale
WHO	World Health Organization

RESUMEN

El constante aumento de la esperanza de vida genera una sociedad cada vez más envejecida. El envejecimiento activo mediante la realización de ejercicio físico ayuda a la conservación de la salud, de las capacidades funcionales, mentales y sociales proporcionando así independencia y mejorando la calidad de vida de los mayores. Debido al gran número de personas mayores que viven en la comunidad se ha incrementado los estudios en esta población con el fin de mejorar la salud, calidad de vida y bienestar, al igual que reducir los efectos adversos ligados al envejecimiento como puede ser la sarcopenia, fragilidad, trastornos del sueño, deterioro en la capacidad funcional, psicológica y social.

El objetivo de esta Tesis Doctoral ha sido analizar el efecto de diferentes terapias físicas en la capacidad funcional y salud integral de personas mayores de 65 años, determinando sus efectos en variables relacionadas con el funcionamiento físico (composición corporal, fuerza, movilidad) y funcionamiento mental (depresión, estado de ánimo y sueño).

La presente Tesis consta de seis artículos con los que se pretende dar respuesta a ese objetivo general.

Primero, una revisión de la literatura más actual, que nos permite determinar el efecto del ejercicio físico como medida de prevención y mejora del deterioro cognitivo, problemas psicológicos y fragilidad en mayores.

Tras conocer estos datos nos preguntamos qué nivel de actividad física realizan los mayores en España, y de ahí surge el segundo artículo. Se trata de un estudio descriptivo que pretende determinar los niveles de práctica de actividad física, estado ponderal y limitaciones funcionales que presentan las personas mayores de 65 años mediante un análisis a nivel nacional en el periodo de 2009-2014.

Basándonos en las evidencias generadas en los dos estudios previos, el tercer estudio responde a la necesidad de buscar un test físico, fácil de ejecutar, que nos permita detectar algún trastorno en el funcionamiento psicológico de los mayores.

Considerando los hallazgos encontrados hasta el momento sobre los bajos niveles de práctica de AF y las evidencias reportadas por estudios previos sobre la elevada

prevalencia de trastornos cognitivos, planteamos una serie de terapias físicas procurando determinar su eficacia en la mejora de ambas funciones (física y mental). De este modo, el cuarto estudio examina el efecto de la actividad física en variables relacionadas con el funcionamiento mental, centrándonos en la depresión, estado de ánimo, dolor y sueño; y nos preguntamos si un programa de balneoterapia podría obtener efectos similares a la actividad física en el funcionamiento mental, específicamente en la depresión, estado de ánimo, dolor, y sueño llevándonos a la realización del quinto estudio; mientras que el sexto estudio de la presente Tesis se centra en los efectos en la salud de la propia practica de actividad física mediante un programa de HIIT.

Los principales resultados de la Tesis sugieren que: a) Los mayores que practican actividad física con asiduidad y constancia mejoran su competencia motriz y funcionalidad física, a través de una mejora de la capacidad funcional, la fuerza muscular, y los efectos que se desencadenan de la fragilidad; b) la actividad física ha demostrado prevenir y retrasar la aparición de síntomas relacionados con trastornos cognitivos, como la demencia, enfermedad de Alzheimer, Parkinson, y depresivos a la vez que mejoran la calidad de vida, teniendo un efecto mayor mediante un inicio más temprano del hábito; c) De 2009 a 2014 se ha reducido los niveles de actividad física en las personas mayores junto con un empeoramiento de la percepción de salud y un aumento de enfermedad, pero no se experimenta deterioro en la capacidad funcional ni prevalencia de obesidad o sobrepeso; d) La fuerza de prensión en personas mayores de 65 años tiene una asociación inversa con la depresión y una asociación directa con el vigor y el sueño; e) Un programa de entrenamiento funcional de 10 semanas obtiene mejoras significativas en la depresión, vigor, fatiga y en la escala global del sueño; f) Un programa de balneoterapia de 12 días resultó ser efectivo para mejorar el dolor, estado de ánimo, el sueño y la depresión; g) Un programa de 12 semanas de entrenamiento concurrente basado en HIIT, que combina fuerza y entrenamiento de resistencia en cada sesión obtuvo mayores ganancias en la composición corporal, la fuerza, la movilidad y el equilibrio en las personas mayores de 65 años que un entrenamiento continuo regular de una intensidad baja a moderada.

Los resultados de la presente memoria ponen de manifiesto la importancia que tiene la actividad física en las personas mayores y su repercusión positiva en la salud y capacidad funcional, necesaria para la realización de las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria; en el estado de ánimo, tan importante en este grupo de

edad debido al proceso biológico del envejecimiento; en la depresión, junto con sus efectos tan negativos para autopercepción dentro de la comunidad y la calidad de vida; y en el sueño, tan necesario para un correcto descanso y funcionamiento físico y mental.

SUMMARY

The constant increase of life expectancy generates a more and more aged society. Active aging through physical exercise helps to preserve health, functional, mental and social capabilities thus providing independence and improving the quality of life of the elderly. Due to the large number of elderly people living in the community, studies have been carried out in this population in order to improve health, quality of life and well-being, as well as reduce the adverse effects associated with aging, such as sarcopenia, fragility, sleeping disorders and impairment of functional, psychological and social capacity.

The aim of this Doctoral Thesis was to analyze the effect of different physical therapies on functional capacity and integral health of people over 65 years of age, determining their effects on variables related to physical functioning (body composition, strength, mobility) and mental functioning (Depression, mood and sleep).

The current thesis consists of six articles which it aims to respond to that general objective.

First, a review of the most current literature, which allows us to determine the effect of physical exercise as a measure of prevention and improvement of cognitive impairment, psychological problems and fragility in elderly.

After knowing these data, we wonder what level of physical activity do elderly people practise in Spain, and from there arises the second article. It is about a descriptive study that seeks to determine the levels of practice of physical activity, weight status and functional limitations presented by people over 65 years of age through a national analysis in the period 2009-2014.

Based on the evidence generated in the two previous studies, the third study responds to the need to find an easy to execute physical test so it allows us to detect some disorder in the psychological functioning of the elderly.

Considering the findings to date on the low levels of PA practice and the evidence reported by previous studies on the high prevalence of cognitive disorders, we propose a series of physical therapies trying to determine their effectiveness in improving both physical and mental functions. Thus, the fourth study examines the effect of physical

activity on variables related to mental functioning, focusing on depression, mood, pain and sleep; and we wondered if a balneotherapy program would obtain effects similar to physical activity in mental functioning, specifically in depression, mood, pain, and sleep leading to the completion of the fifth study; While the sixth study of the current thesis focuses on the effects on the health of the practice of physical activity itself through a HIIT program.

The main results of the thesis suggest that: a) Those elderly who practice physical activity with regularly and assiduously and constancy improve their motor competence and physical functionality, through an improvement of the functional capacity, the muscular strength, and the effects that are triggered of fragility; b) also physical activity has been shown to prevent and delay the onset of symptoms related to cognitive disorders, such as dementia, Alzheimer's disease, Parkinson's, and depressives while improving the quality of life, having a greater effect through an earlier onset of habit; c) From 2009 to 2014 the levels of physical activity in the elderly have been reduced along with a worsening of the perception of health and an increase of disease, but there is no deterioration in the functional capacity nor prevalence of obesity or overweight; d) The handgrip strength in people older than 65 years has an inverse association with depression and a direct association with vigor and sleep; e) A 10-week functional training program obtains significant improvements in depression, mood, fatigue, and global sleep; f) A 12-day balneotherapy program proved to be effective in improving pain, mood, sleep, and depression; g) A 12-week concurrent HIIT-based training program combining strength and endurance training in each session gained greater gains in body composition, strength, mobility, and balance in people over 65 than continuous regular training from low to moderate intensity.

The results of the present report show the importance of physical activity in the elderly and its positive impact on the health and functional capacity necessary for the basic and instrumental activities of daily living; In the mood, so important in this age group due to the biological process of aging; In depression, along with its negative effects on self-perception within the community and the quality of life; and in sleep, so necessary for a proper rest and physical and mental functioning.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de la población

La esperanza de vida de la sociedad actual se ha visto incrementada de forma importante con respecto a unas décadas atrás, llegando hoy en día a 85,6 años en las mujeres y 80,1 años en los hombres, con una previsión de alcanzar los 94,3 años en las mujeres y 91,0 años en los hombres en 2063 (Instituto nacional de estadística, 2016).

Los factores que se asocian al envejecimiento guardan una estrecha relación entre sí, influyendo de manera directa sobre la evolución favorable o desfavorable en el resto de factores de envejecimiento (Medina Briones & López Hernández, 2010). Entre los deterioros que causan un mayor efecto en la percepción, calidad de vida y autonomía en la realización de las actividades básicas de la vida diaria se encuentran el deterioro cognitivo, la depresión y la fragilidad, existiendo un magnífico instrumento predictor capaz también de disminuir y retrasar los efectos adversos del envejecimiento como es el ejercicio físico (Casas Herrero & Izquierdo, 2012; Villamor, Ortiz, & Gómez, 2016).

A medida que pasan los años en los mayores se produce una reducción en la activación neuromuscular y potencia de aproximadamente un 9% por cada año, estando asociado con el rendimiento físico y la movilidad (Clark et al., 2013). Este deterioro ocasiona un empeoramiento de la composición corporal, conocido como dinapenia, con una pérdida de fuerza a nivel general y aún más acentuado en el tren inferior con la respectiva importancia para una correcta realización de las ABVD, prevención de caídas y tan necesaria para preservar el estado funcional de las personas y retrasar la discapacidad (Kortebein, Ferrando, Lombeida, Wolfe, & Evans, 2007).

Este proceso de pérdida de fuerza y masa muscular provoca un aumento de la sarcopenia que, además de ser un potente predictor de discapacidad en mayores, es la pérdida de la masa muscular esquelética y funcional asociada con la edad sólo o junto con un aumento de masa grasa (Fielding et al., 2011). La sarcopenia presenta un origen multifactoriales y se asocia a factores de riesgo como el desuso, factores hereditarios, cambios hormonales, ateroesclerosis, citoquinas pro-inflamatorias, deficiencias nutricionales y resistencia a la insulina que junto con una importante disminución de rigidez en los tendones y acortamiento de los fascículos musculares provocan una disminución de la fuerza importante en las personas mayores (Fielding et al., 2011).

El envejecimiento es un proceso progresivo y dinámico en el cuál se producen modificaciones fisiológicas, morfológicas, sociales y psicológicas que provocan una vulnerabilidad mayor, aumento de incidencias de enfermedades e incremento de la mortalidad, condicionando a una pérdida de la reserva funcional y capacidad de adaptación al ambiente (Martínez Galán & RomayBarrero, 2008).

La importancia del ejercicio físico para paliar el efecto del envejecimiento

La actividad física ha crecido en importancia a causa de la búsqueda de la disminución de los efectos negativos que se asocian al proceso de envejecimiento (Martínez Sánchez, 2016). La prescripción de ejercicio físico según el Colegio Americano de Medicina del Deporte en el año 2011 (Garber et al., 2011) sugiere un objetivo de 150 minutos a la semana de intensidad aeróbica moderada en episodios de 10 minutos o más, a menudo expresada como 30 minutos de caminata enérgica o actividad equivalente a cinco días a la semana, 75 minutos de una intensidad vigorosa, actividad o alguna combinación de actividad moderada y vigorosa con ejercicios de fortalecimiento muscular en al menos 2 días a la semana, consiguiendo con esta pauta un efecto preventivo sobre la mortalidad prematura, enfermedad cerebrovascular, cardiopatía isquémica, cáncer de colon y mama, hipertensión arterial, obesidad, diabetes tipo II, osteoporosis, síndrome metabólico, caídas y dependencia funcional, sarcopenia, depresión, ansiedad y deterioro cognitivo (Garber et al., 2011).

Tanto es así que la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2002) puso de manifiesto la importancia de la práctica de actividad física en el concepto que denomina como envejecimiento activo, el cuál define como un proceso de optimización de la salud, participación y seguridad con el fin de garantizar una buena calidad de vida a pesar del envejecimiento de las personas. El envejecimiento activo se aplica tanto a los individuos como a los grupos de población. Permite a las personas alcanzar su potencial de bienestar físico, social y mental a lo largo de todo su ciclo vital y participar en la sociedad de acuerdo con sus necesidades, deseos y capacidades, mientras que les proporciona protección y seguridad (World Health Organization, 2002).

Debido a la importancia en la prevención y retraso de los efectos adversos que se asocian al envejecimiento que se le da al ejercicio físico decidimos realizar una profunda revisión de la literatura disponible de los efectos que tiene el ejercicio físico sobre el

deterioro cognitivo, la depresión y la fragilidad en las personas mayores de 65 años (**PAPER I**).

Pero, ¿qué nivel de práctica de actividad física tienen los mayores?

En la actualidad, el sedentarismo, o inactividad física, es un problema generalizado entre los países desarrollados, teniendo una prevalencia elevada (Yusuf et al., 2004). En este sentido, un estudio que involucró a personas de 52 países diferentes, mostró cómo entre las personas que padecieron un evento coronario, un 85,73% presentaban inactividad física, a la vez que observo un 80,72% de sedentarismo entre los que no tuvieron afectación cardíaca (Yusuf et al., 2004). En otros países, como por ejemplo Chile, el sedentarismo en la población general marca una prevalencia del 89,4%, siendo en la mujer un 90,8% y los hombres presentan un 87,9%, cifras que reflejan que la normalidad en este país es el sedentarismo (Serón, Muñoz, & Lanas, 2010). En otro estudio poblacional realizado en la ciudad de Bogotá a la población general se obtuvo que un solamente un tercio de toda la población era activa regular (Gómez, Duperly, Lucumí, Gámez, & Venegas, 2005), motivo por el cual nos llevó a preguntamos el nivel de actividad física que realizaban los mayores de 65 años a nivel nacional. (**PAPER II**).

La actividad física presenta, por tanto, grandes beneficios sobre la salud pero, ¿qué papel juegan cada una de las capacidades físicas en todo este proceso?

Tras la observación de los resultados obtenidos en la revisión de la literatura realizada y en relación con la capacitación funcional, observamos que la fuerza muscular posee un importante papel en el correcto desempeño de las actividades básicas de la vida diaria, estando ligada de forma importante al rendimiento funcional de los mayores (Rydwik, Frändin, & Akner, 2010). Las personas mayores de 75 años, frente a jóvenes de 20 años, experimentan una disminución de la resistencia aeróbica de un 75%, una disminución de la fuerza de prensión del 40%, una disminución en la fuera del tren inferior del 70%, una reducción del 50% en la movilidad articular y un 90% en la coordinación neuromuscular (Kortebein et al., 2007). En los mayores de 60 años se estima una pérdida de masa muscular de 1 kg en mujeres y 2 kg en hombres al año, siendo esta pérdida habitual en el tren inferior con una disminución del 15% de fuerza de extensión

en rodilla, provocando una menor actividad física, disminución de fuerza y masa muscular, favoreciendo y aumentando la sarcopenia (Kortebein et al., 2007).

Es importante destacar que, aunque la pérdida músculo-esquelética y funcional disminuyen con la edad, la disminución de la potencia muscular es más acentuada que la pérdida de masa muscular o la fuerza (Metter, Conwit, Tobin, & Fozard, 1997). La potencia muscular se define como el producto de la fuerza muscular y la velocidad de contracción, y es un potente pilar de la función física, estando en estrecha relación con la competencia motriz y el proceso de incapacidad (Straight, Lindheimer, Brady, Dishman, & Evans, 2016).

Toda ésta pérdida de fuerza, masa y potencia muscular en las personas mayores provocan un deterioro importante de la movilidad, entendiéndose como la dificultad para realizar tareas físicas como caminar, subir escaleras o levantarse de la silla, siendo ésta fundamental para el funcionamiento independiente y salud funcional (Reid & Fielding, 2012), a la vez que cada vez más se reconoce la calidad muscular, en la que interviene el tamaño del músculo, la arquitectura, tejido adiposo intermuscular, fibrosis y tipo de fibra, capacidad aeróbica y la activación neuromuscular(McGregor, Cameron-Smith, & Poppitt, 2014).

A medida que pasan los años también se produce un deterioro en la capacidad cardiorrespiratoria en los mayores, que parece ser diferente con respecto al género, siendo mayor en las mujeres, diferencia que sigue aumentando con la edad (Holmes, Powell-Griner, Lethbridge-Cejku, & Heyman, 2009).

La fuerza de prensión manual (FPM) ha sido utilizada como indicador de fuerza global, estatus nutricional (Günther, Bürger, Rickert, Crispin, & Schulz, 2008), niveles de mortalidad y predictor en las alteraciones funcionales de los mayores (Cooper et al., 2011; Wang & Chen, 2010). Sin embargo, la relación causal en la FPM y determinados aspectos psicológicos como el estado de ánimo, la depresión geriátrica o el sueño no han sido suficientemente investigados, siendo escasas las investigaciones realizadas (Fukumori et al., 2015; Taekema, Gussekloo, Maier, Westendorp, & de Craen, 2010) sobre todo en personas mayores. (**PAPER III**).

¿Cuál es el fundamento por el que la actividad física permite estas adaptaciones?

La práctica de actividad física activa de diferente modo el organismo en respuesta a las necesidades de requerimiento de éste. Es por este motivo por el cual se requiere un reconocimiento individualizado que garantice qué tipo de ejercicio puede realizar cada persona dependiendo de su estado de salud, ya que el mantenimiento de la movilidad, que se ve comprometida por el resultado de la afectación de músculos, tendones, huesos, ligamentos y articulaciones, y la salud en el proceso de envejecimiento es una meta importante a conseguir en la actualidad debido a que las limitaciones de movilidad disminuye la capacidad funcional para la realización de las ABVD, pudiendo retrasarse mediante la realización de actividad física (McGregor et al., 2014).

La práctica de ejercicio requiere de una adaptación a nivel fisiológico provocando cambios a diferentes niveles y sistemas que forman el organismo, estando estrechamente ligados entre sí, por lo que algún ligero cambio en alguno de los sistemas provoca cambio en cadena en los demás. Por ejemplo, una mejora de la fuerza muscular a través del aumento de miofibrillas sarcoplasmáticas que refuerzan la estabilidad articular y mejoran la coordinación de los movimientos, a la vez que se produce una reducción de tiempo de reacción por una mejor transmisión de los impulsos musculares, previniendo así la fragilidad, dinapenia y sarcopenia (Rydwik et al., 2010). Esta mejora muscular provoca también mejoras en el sistema cardiorrespiratorio mediante un aumento del volumen sistólico, debido al incremento muscular miocárdico, y perfusión sanguínea a nivel orgánica, muscular y periférica que permite una mejora de la ventilación e intercambio gaseoso con un enriquecimiento en la oxigenación de la sangre (Izquierdo et al., 2004). Esta mejora del riego sanguíneo se ve reflejada a nivel articular con mejoras en la movilidad y cartílago articular regulando la producción de líquido sinovial (Dey, Bosaeus, Lissner, & Steen, 2009).

¿Qué efecto tiene en la función cognitiva?

La realización de actividad física de forma regular tiene unos efectos psicológicos de importancia ya que produce liberación de endorfinas que causa una sensación de felicidad y euforia en las personas, al igual que produce una reducción del estrés mediante la producción de norepinefrina que modera la respuesta del cerebro al estrés (Ratey & Hagerman, 2008). La realización de actividad física provoca un aumento de neuronas y conexiones entre ellas, proceso conocido como neurogénesis (Galvez Martin, 2012), al igual que también provoca un aumento de los niveles de la proteína de factor neurotrófico

derivado del cerebro, la cual influye positivamente en la toma de decisiones, el pensamiento y el aprendizaje (Galvez Martin, 2012).

La disminución de la función cognitiva en la vejez se produce en la mayoría de las personas mayores de 65 a 84 años (Scafato et al., 2010). Debido a este importante rango de edad de personas que pueden padecer deterioro cognitivo en la sociedad y la influencia que éste tiene en la calidad de vida y la independencia, su prevención ha adquirido suma importancia pudiendo ser reducida mediante el ejercicio físico y el entrenamiento cognitivo ya que ambos repercuten de forma positiva en la cognición (Eggenberger, Schumacher, Angst, Theill, & de Bruin, 2015; Labra Pérez & Menor, 2015).

Este incremento del interés sobre el efecto que tiene el ejercicio físico sobre la prevención de los síntomas demenciales ha dado lugar a estudios que demuestran que la realización de ejercicio físico desde edades tempranas y continuado en el tiempo hasta la tercera edad se asocia con menor probabilidad de deterioro cognitivo (Leirós-Rodríguez & García-Soidán, 2012).

El estado de depresión provoca en las personas mayores una disminución en la calidad de vida y un aumento de percepción de mala salud, por lo que aumentan el uso de los servicios sanitarios con el incremento del coste sanitario que ello conlleva (Sarró-Maluquer et al., 2013). Este estudio (Reichert, Diogo, Vieira, & Dalacorte, 2011) también describe que los dos principales factores asociados a la depresión son un menor ejercicio físico y una menor energía percibida. Es por este motivo por el cual las personas que tienen una menor dependencia en actividades básicas e instrumentales de la vida diaria poseen un menor grado de depresión (Reichert et al., 2011).

El trastorno depresivo además de caracterizarse por un intenso descontrol en el estado de ánimo y del afecto (Villanueva, 2013), repercute de forma negativa en la mortalidad, morbilidad, disfunción cognitiva como la memoria, la velocidad de procedimiento, la atención y la función ejecutiva causando un importante detrimento de la calidad de vida (Behr, Moreira, & Frey, 2012; Carvalho et al., 2014). También se ha observado que los mayores que siguen activos mediante ejercicio físico al igual que obtienen una mejora en la aptitud funcional, tienen menor probabilidad de ser depresivos por lo que aumentan la realización de ejercicio, entrando así en un bucle de retroalimentación positivo (Poblete-Valderrama, Matus Castillo, Díaz Sandoval, Vidal Silva, & Ayala García, 2016).

En suma, la depresión es un problema de salud que afecta de forma importante a las personas mayores de la sociedad y que se puede paliar y mejorar de forma importante mediante el ejercicio físico (Serrano-Sanchez, Lera-Navarro, & Espino-Torón, 2016). El ejercicio físico, además de provocar mejoras de autoestima y autoimagen que les hacen sentirse mejor, mejora las capacidades funcionales, proporciona más autonomía a los mayores, produciendo una mejora en la calidad de vida, incrementando el estado de bienestar y disminuyendo los niveles depresivos (Sumpter, del Pozo Cruz, & García González, 2015). Motivo por el cual nos llevó a la realización de un estudio experimental. (**PAPER IV**).

¿Y a nivel físico?

Datos epidemiológicos demuestran que en Italia la prevalencia media de fragilidad es de un 9,9% junto con un 44,2% de pre-fragilidad (Collard, Boter, Schoevers, & Oude Voshaar, 2012), obteniendo datos muy similares a la epidemiología americana (Fried et al., 2001) y a la española (Garcia-Garcia et al., 2011), que muestra una prevalencia de fragilidad del 8,4% en adultos mayores de 64 años y convirtiéndose en un 16,9% en mayores de 69 años, quedando evidente la relación entre el aumento de edad y el porcentaje de fragilidad. Es por este motivo por el cual el grupo de mayores que diagnosticados de pre-fragilidad se está convirtiendo en el grupo diana de estudio para retrasar el proceso de fragilidad, debido a que la identificación e intervención temprana pueden ayudar en el retraso de la discapacidad de los mayores (Erickson, Weinstein, & Lopez, 2012; Leirós-Rodríguez & García-Soidán, 2012).

Se ha sugerido que una combinación de intervención física y nutricional mejora y previene la fragilidad junto con la sarcopenia, mejorando la fuerza muscular y funcionalidad en las personas mayores, teniendo un impacto positivo en la calidad de vida relacionada con la salud (Rydwik et al., 2010).

La fuerza en los miembros inferiores es de vital importancia en la vida de los mayores puesto que es la que da equilibrio y seguridad a la hora de realizar las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), viéndose repercutida directamente por el estado de fuerza del tren inferior tanto positivamente, con buen nivel de fuerza, como de forma negativa cuando la fuerza es limitada (Casas Herrero & Izquierdo, 2012; Latorre-Román, Arévalo-Arévalo, & García-Pinillos, 2016).

En suma, la fragilidad en las personas mayores suele ir ligada a la edad, alcanzando así niveles mayores de fragilidad según pasan los años (Leirós-Rodríguez & García-Soidán, 2012). Es por este motivo por el cual la integración en programas de ejercicio físico cobra vital importancia ya que la intervención temprana retrasa la aparición de discapacidad, la sarcopenia y el deterioro funcional (Latorre-Román et al., 2016). El ejercicio es de suma importancia en los mayores ya que, la ausencia de éste acelera la pérdida de masa muscular junto con sus repercusiones, y la práctica de actividad física que fortalece y mejora el equilibrio y seguridad en ellos mismos, reduce el riesgo de caídas, aumenta la autonomía, disminuye la discapacidad y mejora la satisfacción con la vida (Casas Herrero & Izquierdo, 2012).

¿Podría la balneoterapia aportar efectos similares en la función cognitiva?

Hoy en día, las aguas mineromedicinales son consideradas como un tratamiento naturalista complejo y como agente terapéutico, tanto físico-químico, bioquímico, fisiológico o con agentes terapéuticos (Martínez Guillamón et al., 2013). Los usuarios habituales de los balnearios son los ancianos, aunque cada vez es más frecuente encontrar personas de diferentes edades, debido a los mecanismos de acción de las aguas mineromedicinales y sus efectos están muy ligados a las características del anciano y sus patologías más habituales. (Martínez Galán & RomayBarrero, 2008).

Para que un agua se considere mineralizada tiene que contener, mínimo, 1g de mineralización total por litro junto con una presencia de los aniones y cationes de un 20% del total de mEq/l y dependiendo de la predominancia de los minerales en el agua obtendremos los distintos tipos de agua; clorurada, sulfatada, bicarbonatada, sódica, potásica, cálcica y magnésica. Además de que las aguas pueden tener algún elemento especial que aunque esté presente en pequeñas cantidades también puede tener efecto terapéutico como son el radón, anhídrido carbónico, azufre reducido y el hierro, convirtiendo el agua en aguas radiactivas (67,3 Bq/l), carbogaseosas (250mg/l), sulfuradas (1mg/l) y ferruginosas (10mg/l) (De Armijo Valenzuela & Velázquez, 1968).

La balneoterapia con agua mineral y otros cuidados somáticos en el entorno balneario pude ser utilizado para tratar trastornos afectivos, de ansiedad, síntomas psicológicos ocasionados por burnout, síntomas depresivos y síndromes de abstinencia provocando un efecto central y local sobre las endorfinas y factores inmunes al igual que una estimulación del eje hipotalámico provocando disminución del dolor y mejoras en la

calidad de vida (Bellometti & Galzigna, 1998; Blasche, Leibetseder, & Marktl, 2010; Casañas et al., 2012; Clark-Kennedy & Cohen, 2017; De Maricourt et al., 2016; Dubois et al., 2010; Lange, Müller-Ladner, & Schmidt, 2006; Marazziti et al., 2007; Masahiro, Morimoto, Nagasawa, & Kitamura, 2006; Tursi, Baes, Camacho, Tofoli, & Juruena, 2013; Yamamoto, Aso, Nagata, Kasugai, & Maeda, 2008).

En varias revisiones y meta-análisis que muestran como la balneoterapia es efectiva para el dolor lumbar, funcionalidad, calidad de vida, fibromialgia, depresión, insuficiencia venosa crónica (Carpentier et al., 2014; Gianesini et al., 2016; Liu et al., 2013; Naumann & Sadaghiani, 2014; Ortega-Maján, Júdez-Legaristi, Guillén-Mateo, & Hernández-Torres, 2016; Pittler, Karagülle, Karagülle, & Ernst, 2006; Verhagen et al., 2015).

Hay que destacar que cuando se habla de beneficios de las aguas mineromedicinales normalmente se habla de efectos provocados físicamente en las personas, siendo menos habitual el estudio de éstas aguas y el ambiente balneario en los aspectos psicosociales, en los que podemos observar como también se producen beneficios de mejora en la autopercepción, el estado de ánimo, nivel de depresión y la calidad del sueño en las personas mayores (González Céspedes, López-Torres Hidalgo, & Santos Rodríguez, 2007), siendo éste el motivo de la realización de un estudio de análisis del efecto en aspecto psicosociales. (**PAPER V**)

Por tanto, la actividad física es una "polipíldora" que favorece un mantenimiento de la competencia motriz y cognitiva a pesar del proceso de envejecimiento, pero… ¿qué tipo de ejercicio físico?

Una vez conocidos los niveles de actividad física que realiza los mayores de 65 años en España y junto con las recomendaciones de salud pública para el ejercicio, comentadas anteriormente (Garber et al., 2011) y siendo similares en muchos países desarrollados (Chodzko-Zajko et al., 2009; Garber et al., 2011), hemos observado en la encuesta nacional (estudio II de la presente Tesis) que a pesar de las recomendaciones de salud pública, las conductas inactivas se mantienen presentes en los mayores, por lo que muchos no alcanzan los niveles recomendados.

En los últimos años se ha observado que una de las principales razones por la que los adultos no practican deporte es por la escasez de tiempo (Gillen & Gibala, 2013). En este contexto, cobra un papel protagonista el entrenamiento intermitente de alta

intensidad (HIIT) ya que muchas de las ABVD requieren de la capacidad de generar fuerza de alta velocidad que se pueden conseguir mediante el HIIT puesto que produce mejoras cardiorrespiratorias y función metabólica junto con mejoras en la captación de oxígeno máxima, consiguiendo mejoras en la potencia, movilidad y satisfacción con la vida (Weston, Taylor, Batterham, & Hopkins, 2014).

El HIIT se caracteriza por breves estallidos intermitentes de actividad vigorosa intercalada por periodos de descanso o ejercicios de baja intensidad (Gibala, Little, MacDonald, & Hawley, 2012). En comparación con cargas de trabajo cíclicas de menos intensidad, el entrenamiento intensivo requiere: (i) la activación de mayor número de unidades motrices, (ii) aumento en el reclutamiento de fibras musculares rápidas, (iii) y un aumento en la intensidad de los procesos químicos en el músculo (concentración de metabolitos inhibe la actividad de ciertas enzimas como sodio, potasio, calcio y miosina), que influye directamente en la capacidad contráctil del músculo (García-Pinillos, 2016). El HIIT provoca una serie de cambios y adaptaciones en el organismo como activación simpática-adrenal, mejoras cardiovagales y ganancias cardiometabólicas, factores que se asocian a una percepción menor del esfuerzo, menores niveles de catecolaminas plasmáticas y aumentos de lactato en sangre, además de que se ha demostrado que el HIIT reduce el riesgo de muerte por enfermedades cardiovasculares, junto con un aumento de la actividad enzimática responsable de la lipólisis y glucólisis estando asociado a una incremento de la activación de los trasportadores de glucosa dependientes de insulina y ácidos grasos (Cofré-Bolados, Sánchez-Aguilera, Zafra-Santos, & Espinoza-Salinas, 2016). Este método de entrenamiento permite a las personas dedicar menos tiempo al entrenamiento y obteniendo un gasto energético equivalente, pudiendo ser así una alternativa ya que produce cambios similares o incluso superiores en una serie de marcadores fisiológicos, de rendimiento y relacionados con la salud tanto en individuos sanos como personas enfermas.

Como ya se ha comentado anteriormente, en el proceso de envejecimiento se produce una disminución de la masa muscular, rendimiento de fuerza y condición cardiorrespiratoria, pudiendo ser contrarrestado con una combinación de entrenamiento de fuerza y resistencia mejorando las funciones neuromusculares y cardiorrespiratorias para obtener una capacidad funcional apropiada en el envejecimiento, lo que se llama entrenamiento concurrente, obteniendo mejoras en todos los músculos que se evaluaron y en la actividad neuromuscular (Lusa Cadore et al., 2013), pero llega a haber controversia en el tema (Cadore et al., 2012). Siendo este el motivo por el cual decidimos

realizar un estudio experimental de este tipo de entrenamiento en las personas mayores. (**PAPER VI**).

BIBLIOGRAFÍA (REFERENCES)

Behr, G. A., Moreira, J. C., & Frey, B. N. (2012). Preclinical and clinical evidence of antioxidant effects of antidepressant agents: implications for the pathophysiology of major depressive disorder. *Oxidative medicine and cellular longevity, 2012*, doi:10.1155/2012/609421.

Bellometti, S., & Galzigna, L. (1998). Function of the hypothalamic adrenal axis in patients with fibromyalgia syndrome undergoing mud-pack treatment. *International journal of clinical pharmacology research, 19*(1), 27-33.

Blasche, G., Leibetseder, V., & Marktl, W. (2010). Association of spa therapy with improvement of psychological symptoms of occupational burnout: a pilot study. *Forschende Komplementärmedizin/Research in Complementary Medicine, 17*(3), 132-136.

Cadore, E. L., Izquierdo, M., Alberton, C. L., Pinto, R. S., Conceição, M., Cunha, G., . . . Kruel, L. F. M. (2012). Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Experimental gerontology, 47*(2), 164-169.

Carpentier, P. H., Blaise, S., Satger, B., Genty, C., Rolland, C., Roques, C., & Bosson, J.-L. (2014). A multicenter randomized controlled trial evaluating balneotherapy in patients with advanced chronic venous insufficiency. *Journal of vascular surgery, 59*(2), 447-454.

Carvalho, A. F., Miskowiak, K. K., Hyphantis, T. N., Kohler, C. A., Alves, G. S., Bortolato, B., . . . McIntyre, R. S. (2014). Cognitive dysfunction in depression–pathophysiology and novel targets. *CNS & Neurological Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-CNS & Neurological Disorders), 13*(10), 1819-1835.

Casañas, R., Catalán, R., Del Val, J. L., Real, J., Valero, S., & Casas, M. (2012). Effectiveness of a psycho-educational group program for major depression in primary care: a randomized controlled trial. *BMC psychiatry, 12*(1), 230.

Casas Herrero, A., & Izquierdo, M. (2012). Ejercicio físico como intervención eficaz en el anciano frágil. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 35*, 69-85.

Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & science in sports & exercise, 41*(7), 1510-1530.

Clark, D. J., Pojednic, R. M., Reid, K. F., Patten, C., Pasha, E. P., Phillips, E. M., & Fielding, R. A. (2013). Longitudinal decline of neuromuscular activation and power in healthy older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 68*(11), 1419-1425.

Clark-Kennedy, J., & Cohen, M. (2017). Indulgence or therapy? Exploring the characteristics, motivations and experiences of hot springs bathers in Victoria, Australia. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 1-11.

Cofré-Bolados, C., Sánchez-Aguilera, P., Zafra-Santos, E., & Espinoza-Salinas, A. (2016). High intensity aerobic interval training: history and clinical exercise physiology. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud, 48*(3), 275-284.

Collard, R. M., Boter, H., Schoevers, R. A., & Oude Voshaar, R. C. (2012). Prevalence of Frailty in Community-Dwelling Older Persons: A Systematic Review. *Journal of the American Geriatrics Society, 60*(8), 1487-1492.

Cooper, R., Kuh, D., Cooper, C., Gale, C. R., Lawlor, D. A., Matthews, F., & Hardy, R. (2011). Objective measures of physical capability and subsequent health: a systematic review. *Age and ageing, 40*(1), 14-23.

De Armijo Valenzuela, M., & Velázquez, B. L. (1968). *Compendio de hidrología médica*. Barcelona, Spain: Editorial Científico-Médica.

De Maricourt, P., Gorwood, P., Hergueta, T., Galinowski, A., Salamon, R., Diallo, A., . . . Dubois, O. (2016). Balneotherapy Together with a Psychoeducation Program for Benzodiazepine Withdrawal: A Feasibility Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2016*, doi:10.1155/2016/8961709.

Dey, D. K., Bosaeus, I., Lissner, L., & Steen, B. (2009). Changes in body composition and its relation to muscle strength in 75-year-old men and women: a 5-year prospective follow-up study of the NORA cohort in Göteborg, Sweden. *Nutrition, 25*(6), 613-619.

Dubois, O., Salamon, R., Germain, C., Poirier, M.-F., Vaugeois, C., Banwarth, B., . . . Olié, J. P. (2010). Balneotherapy versus paroxetine in the treatment of generalized anxiety disorder. *Complementary therapies in medicine, 18*(1), 1-7.

Eggenberger, P., Schumacher, V., Angst, M., Theill, N., & de Bruin, E. D. (2015). Does multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training boost cognitive performance in older adults? A 6-month randomized controlled trial with a 1-year follow-up. *Clinical interventions in aging, 10*, 1335.

Erickson, K. I., Weinstein, A. M., & Lopez, O. L. (2012). Physical activity, brain plasticity, and Alzheimer's disease. *Archives of medical research, 43*(8), 615-621.

Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., . . . Breuille, D. (2011). Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association, 12*(4), 249-256.

Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., . . . Burke, G. (2001). Frailty in older adults evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 56*(3), 146-157.

Fukumori, N., Yamamoto, Y., Takegami, M., Yamazaki, S., Onishi, Y., Sekiguchi, M., . . . Fukuhara, S. (2015). Association between hand-grip strength and depressive symptoms: Locomotive Syndrome and Health Outcomes in Aizu Cohort Study (LOHAS). *Age and ageing, 44*(4), 592-598.

Galvez Martin, A. C. (2012). *Influencia de la actividad fisica en la capacidad cognitiva de personas mayores de 60 años.* Universidad de Granada, Editorial de la Universidad de Granada.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., . . . Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 43*(7), 1334-1359.

Garcia-Garcia, F. J., Gutierrez Avila, G., Alfaro-Acha, A., Amor Andres, M., de la Torre Lanza, M. d. l. A., Escribano Aparicio, M., . . . Rodriguez-Manas, L.

(2011). The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. The Toledo Study for Healthy Aging. *The journal of nutrition, health & aging, 15*(10), 852-856.

García-Pinillos, F. (2016). Respuesta Fisiológica, Neuromuscular y Biomecánica al Entrenamiento Intermitente de Alta Intensidad en Atletas de Fondo. [http://hdl.handle.net/10953/10767].

Gianesini, S., Tessari, M., Bacciglieri, P., Malagoni, A. M., Menegatti, E., Occhionorelli, S., . . . Zamboni, P. (2016). A specifically designed aquatic exercise protocol to reduce chronic lower limb edema. *Phlebology*, Doi: 10.1177/0268355516673539.

Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology, 590*(5), 1077-1084.

Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2013). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 39*(3), 409-412.

Gómez, L. F., Duperly, J., Lucumí, D. I., Gámez, R., & Venegas, A. S. (2005). Nivel de actividad física global en la población adulta de Bogotá (Colombia). Prevalencia y factores asociados. *Gaceta Sanitaria, 19*(3), 206-213.

González Céspedes, M. D., López-Torres Hidalgo, J., & Santos Rodríguez, C. (2007). Efectos de la balneoterapia en la autopercepción de salud y el estado afectivo de los ancianos. *Revista Española de Geriatría y Gerontología, 42*(1), 52-54.

Günther, C. M., Bürger, A., Rickert, M., Crispin, A., & Schulz, C. U. (2008). Grip strength in healthy caucasian adults: reference values. *The Journal of hand surgery, 33*(4), 558-565.

Holmes, J., Powell-Griner, E., Lethbridge-Cejku, M., & Heyman, K. (2009). Aging differently: Physical limitations among adults aged 50 years and over: United States, 2001–2007. *NCHS data brief, 20*(1).

Instituto nacional de estadística. (2016). Esperanza de vida. *sitio web. http://www.ine.es/.*

Izquierdo, M., Ibanez, J., Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Larrion, J. L., & Gorostiaga, E. M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 36*(3), 435-443.

Kortebein, P., Ferrando, A., Lombeida, J., Wolfe, R., & Evans, W. J. (2007). Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *Jama, 297*(16), 1769-1774.

Labra Pérez, J. A., & Menor, J. (2015). Estimulación cotidiana y funcionamiento cognitivo: la importancia de la participación de personas mayores sanas en actividades cotidianas cognitivamente demandantes. *European Journal of investigation in health, psychology and education, 4*(3), 309-319.

Lange, U., Müller-Ladner, U., & Schmidt, K. (2006). Balneotherapy in rheumatic diseases–an overview of novel and known aspects. *Rheumatology international, 26*(6), 497-499.

Latorre-Román, P. Á., Arévalo-Arévalo, J. M., & García-Pinillos, F. (2016). Association between leg strength and muscle cross-sectional area of the quadriceps femoris with the physical activity level in octogenarians. *Biomédica, 36*(2), 258-264.

Leirós-Rodríguez, R., & García-Soidán, J. (2012). Los programas de revitalización geriátrica: posibilidades de los parques públicos para promocionar la actividad

física saludable en personas mayores. Revisión bibliográfica. *Fisioterapia, 34*(6), 267-274.

Liu, H., Zeng, C., Gao, S.-g., Yang, T., Luo, W., Li, Y.-s., . . . Lei, G.-h. (2013). The effect of mud therapy on pain relief in patients with knee osteoarthritis: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of International Medical Research, 41*(5), 1418-1425.

Lusa Cadore, E., Izquierdo, M., Santana Pinto, S., Lima Alberton, C., Silveira Pinto, R., Manfredini Baroni, B., . . . González-Izal, M. (2013). Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age, 35*(3), 891-903.

Marazziti, D., Baroni, S., Giannaccini, G., Dell'Osso, M. C., Consoli, G., Picchetti, M., . . . Galassi, A. (2007). Thermal balneotherapy induces changes of the platelet serotonin transporter in healthy subjects. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 31*(7), 1436-1439.

Martínez Galán, I., & RomayBarrero, H. (2008). Balneoterapia en geriatría. *Fisioterapia, 30*(3), 152-161.

Martínez Guillamón, M., Abellán Huerta, J., Leal Hernández, M., Gómez Jara, P., Ortín Ortín, E., & Abellán Alemán, J. (2013). Influencia de la balneoterapia sobre la presión arterial. Estudio Balneotens. *Hipertensión y riesgo vascular, 30*(3), 86-91.

Martínez Sánchez, M. (2016). 20 años de Envejecimiento Activo, una visión optimista de la vejez. *Apuntes de demografía. Available in: https://apuntesdedemografia.com/2016/10/25/i-hope-i-die-before-get-old-the-who/.*

Masahiro, T., Morimoto, K., Nagasawa, S., & Kitamura, K. (2006). Change in salivary physiological stress markers by spa bathing. *Biomedical research, 27*(1), 11-14.

McGregor, R. A., Cameron-Smith, D., & Poppitt, S. D. (2014). It is not just muscle mass: a review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life. *Longevity & healthspan, 3*(1), 9.

Medina Briones, M. R., & López Hernández, M. (2010). Percepción de Beneficios y Barreras del Ejercicio Físico en Adultos Mayores. *Desarrollo Científico de Enfermería, 18*(2), 70-74.

Metter, E. J., Conwit, R., Tobin, J., & Fozard, J. L. (1997). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 52*(5), 267-276.

Naumann, J., & Sadaghiani, C. (2014). Therapeutic benefit of balneotherapy and hydrotherapy in the management of fibromyalgia syndrome: a qualitative systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arthritis research & therapy, 16*(4), 141.

Ortega-Maján, M., Júdez-Legaristi, D., Guillén-Mateo, J., & Hernández-Torres, A. (2016). Revisión de la efectividad de la balneoterapia sobre diversos problemas de salud. *Medicina Naturista, 10*(2), 75-80.

Pittler, M., Karagülle, M., Karagülle, M., & Ernst, E. (2006). Spa therapy and balneotherapy for treating low back pain: meta-analysis of randomized trials. *Rheumatology, 45*(7), 880-884.

Poblete-Valderrama, F., Matus Castillo, C., Díaz Sandoval, E., Vidal Silva, P., & Ayala García, M. (2016). Depresión, cognición y calidad de vida en adultos mayores activos. *Revista Ciencias de la Actividad Física, 16*(2), 71-77.

Ratey, J. J., & Hagerman, E. (2008). *Spark: The revolutionary new science of exercise and the brain*: Little Brown & Company.

Reichert, C. L., Diogo, C. L., Vieira, J. L., & Dalacorte, R. R. (2011). Physical activity and depressive symptoms in community-dwelling elders from southern Brazil. *Revista Brasileira de Psiquiatria, 33*(2), 165-170.

Reid, K. F., & Fielding, R. A. (2012). Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. *Exercise and sport sciences reviews, 40*(1), 4.

Rydwik, E., Frändin, K., & Akner, G. (2010). Effects of a physical training and nutritional intervention program in frail elderly people regarding habitual physical activity level and activities of daily living—A randomized controlled pilot study. *Archives of gerontology and geriatrics, 51*(3), 283-289.

Sarró-Maluquer, M., Ferrer-Feliu, A., Rando-Matos, Y., Formiga, F., Rojas-Farreras, S., & Octabaix, G. d. E. (2013). Depresión en ancianos: prevalencia y factores asociados. *SEMERGEN-Medicina de Familia, 39*(7), 354-360.

Scafato, E., Gandin, C., Galluzzo, L., Ghirini, S., Cacciatore, F., Capurso, A., . . . Consoli, D. (2010). I. PR. EA Working Group (Italian PRoject on Epidemiology of Alzheimer's disease). Prevalence of aging-associated cognitive decline in an Italian elderly population: results from cross-sectional phase of Italian PRoject on Epidemiology of Alzheimer's disease (IPREA). *Aging Clinical and Experimental Research, 22*(5), 440-449.

Serón, P., Muñoz, S., & Lanas, F. (2010). Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. *Revista médica de Chile, 138*(10), 1232-1239.

Serrano-Sanchez, J., Lera-Navarro, A., & Espino-Torón, L. (2016). Actividad física y diferencias de fitness funcional y calidad de vida en hombres mayores/Physical activity and differences of functional fitness and quality of life in older males. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, 13*(49), 87-105.

Straight, C. R., Lindheimer, J. B., Brady, A. O., Dishman, R. K., & Evans, E. M. (2016). Effects of resistance training on lower-extremity muscle power in middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine, 46*(3), 353-364.

Sumpter, D. A., del Pozo Cruz, J., & García González, A. J. (2015). The relationship between perceived exertion, physical activity and quality of life in older women. *Revista de psicología del deporte, 24*(2), 0281-0287.

Taekema, D. G., Gussekloo, J., Maier, A. B., Westendorp, R. G., & de Craen, A. J. (2010). Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health. A prospective population-based study among the oldest old. *Age and ageing, 39*(3), 331-337.

Tursi, M. F. d. S., Baes, C. v. W., Camacho, F. R. d. B., Tofoli, S. M. d. C., & Juruena, M. F. (2013). Effectiveness of psychoeducation for depression: a systematic review. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry, 47*(11), 1019-1031.

Verhagen, A. P., Bierma-Zeinstra, S., Boers, M., Cardoso, J. R., Lambeck, J., de Bie, R., & de Vet, H. C. (2015). Balneotherapy (or spa therapy) for rheumatoid arthritis. *The Cochrane Library, 11*(4), DOI:10.1002/14651858.

Villamor, E. M., Ortiz, S., & Gómez, S. (2016). Evidencia Preliminar: Nivel de actividad en el Anciano. *Trances, 8*(5), 359-374.

Villanueva, R. (2013). Neurobiology of major depressive disorder. *Neural plasticity, 2013*, doi:10.1155/2013/873278.

Wang, C.-Y., & Chen, L.-Y. (2010). Grip strength in older adults: test-retest reliability and cutoff for subjective weakness of using the hands in heavy tasks. *Archives of physical medicine and rehabilitation, 91*(11), 1747-1751.

Weston, M., Taylor, K. L., Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine, 44*(7), 1005-1017.

World Health Organization. (2002). *Active ageing: a policy framework* (W. H. O. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/67215/1/WHO_NMH_NPH_02.8.pdf Ed.): Geneva, Switzerland.

Yamamoto, K., Aso, Y., Nagata, S., Kasugai, K., & Maeda, S. (2008). Autonomic, neuro-immunological and psychological responses to wrapped warm footbaths—a pilot study. *Complementary Therapies in Clinical Practice, 14*(3), 195-203.

Yusuf, S., Hawken, S., Ôunpuu, S., Dans, T., Avezum, A., Lanas, F., . . . Varigos, J. (2004). Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the interheart study): case-control study. *The Lancet, 364*(9438), 937-952.

OBJETIVOS

Objetivo General:

El objetivo de esta Tesis Doctoral ha sido analizar el efecto de diferentes terapias físicas en la capacidad funcional y salud integral de personas mayores de 65 años, determinando sus efectos en variables relacionadas con el funcionamiento físico (composición corporal, fuerza, movilidad) y funcionamiento mental (depresión, estado de ánimo y sueño).

Objetivos específicos:

- Revisar y analizar críticamente la literatura disponible para describir el efecto que provoca el ejercicio físico como medida de prevención y mejora del deterioro cognitivo, problemas psicológicos y fragilidad de personas mayores de 65 años. (Paper I).
- Analizar la actividad física, peso, salud autopercibida y limitaciones funcionales en personas de 65 años de edad en adelante utilizando la encuesta europea de salud en España en el periodo de 2009-2014. (Paper II).
- Analizar la relación entre la fuerza de prensión manual (FPM) y el funcionamiento psicológico de personas mayores en concreto teniendo en cuenta la depresión, el estado de ánimo y el sueño. (Paper III).
- Analizar el efecto del ejercicio físico en la respuesta psicológica de personas mayores mediante la realización de un programa de 10 semanas y sus efectos en el dolor, estado de ánimo, calidad del sueño y depresión en mayores de 65 años. (Paper IV).
- Analizar el efecto de un programa de 12 días de balneoterapia en el dolor, el estado de ánimo, calidad del sueño y depresión en personas mayores de 65 años. (Paper V).

- Analizar el efecto de un programa de entrenamiento concurrente basado en HIIT de 12 semanas de duración sobre la composición corporal, la fuerza muscular de las partes superior e inferior y el equilibrio en mayores de 65 años, así como compararlo con un entrenamiento continuo de baja-moderada intensidad. (Paper VI).

MATERIAL Y MÉTODOS

La sección de material y métodos de la memoria de la Tesis se resume en la tabla 1 siguiente donde se incluye información metodológica más relevante de los artículos que forman parte de esta Tesis.

Tabla 1 Material y Métodos

Artículo	Diseño de estudio	Participantes	Protocolo ejecutado	Variable medidas
I. El envejecimiento activo: La importancia de la actividad física en las personas mayores. Estudio de revisión narrativa.	Revisión narrativa	• La búsqueda se realizó en bases de datos electrónicas, desde Enero del año 2000 a Noviembre de 2016. • Palabras clave utilizadas: actividad física, ejercicio físico, deporte, persona mayor, anciano y mayores. • Se recogieron estudios de revisiones sistemáticas, estudios experimentales, estudios cuasi-experimentales y estudios descriptivos.		
II. Physical activity, weight and functional limitations in elderly Spanish people: The National Health Survey (2009-2014).	Estudio descriptivo transversal	N= 12546 Hombres=4954 Mujeres= 7592	Se utilizaron los datos de la encuesta europea de salud en España de 2009 y 2014 recogida por el INE y el ministerio de salud, servicios sociales e igualdad mediante entrevista personal a mayores de 65 años.	Actividad física Limitaciones funcionales Autopercepción de salud Enfermedad o problemas crónicos IMC
III. La fuerza de prensión manual se asocia con el funcionamiento psicológico en personas mayores.	Estudio controlado aleatorizado con mediciones longitudinales (pre-post)	N= 41 Hombres= 3 Mujeres= 38	Entrenamiento funcional en los meses de Octubre a Diciembre con una frecuencia de 3 veces en semana, 1h por sesión y una duración de 10 semanas.	IMC Modificación en el estado de ánimo Modificación en niveles depresivos Modificación en el sueño Modificación en la fuerza manual de prensión.

Artículo	Diseño de estudio	Participantes	Protocolo ejecutado	Variable medidas
IV. Effects of a 10- week functional training programme on pain, mood state, depression and sleep in healthy elderly.	Estudio controlado aleatorizado con mediciones longitudinales (pre-post).	N= 38 Hombres= 6 Mujeres= 32	Programa de entrenamiento constaba de ejercicio aeróbico, fuerza muscular y equilibrio con 3 sesiones en semana con 1h de duración durante 10 semanas controladas por especialista de actividad física.	IMC Respuesta del dolor Modificación del estado de ánimo Modificación en el sueño Modificación en los niveles depresivos
V. Effect of a 12-day balneotherapy programme on pain, mood, sleep, and depression in healthy elderly people.	Diseño longitudinal (pre-post) cuasi-experimental	N= 52 Hombres= 23 Mujeres= 29	Tratamiento de balneoterapia durante 12 días siguiendo la rutina del programa. Tratamiento de baño, inhalatorio, aerobic acuático, sesiones de fisioterapia y piscina dinámica.	Respuesta del dolor. Modificaciones en el estado de ánimo Modificaciones en el sueño Modificaciones en los niveles depresivos.
VI. Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training program on physical performance in healthy older people.	Estudio controlado aleatorizado con mediciones longitudinales (pre-post).	N= 90 Hombres= 26 Mujeres= 64	Programa de entrenamiento simultáneo de fuerza basado en HIIT combinado con resistencia de alta intensidad y entrenamiento de caminata con intensidad baja a moderada, realizado 3 veces en semana con una duración de 35-40 minutos	Evaluación de la composición corporal IMC Fuerza muscular del tren inferior Fuerza muscular del tren superior Movilidad Velocidad de la marcha Equilibrio

Artículo	Diseño de estudio	Participantes	Protocolo ejecutado	Variable medidas
			por sesión durante 12 semanas de entrenamiento.	

RESULTADOS

Los resultados de la presente Tesis se van a exponer mediante los artículos realizados previamente y publicados/sometidos en revistas científicas. Se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en los trabajos realizados en a la siguiente tabla 2:

Tabla 2. Resultados

Artículo	**Resultados**
I. El envejecimiento activo: La importancia de la actividad física en las personas mayores. Estudio de revisión narrativa.	La actividad física ha demostrado prevenir y retrasar la aparición de síntomas cognitivos, teniendo un efecto mayor cuanto más temprano comenzó el hábito del ejercicio. La depresión provoca un descenso de la calidad de vida, un incremento de percepción de mala salud y un descontrol en el estado de ánimo y afecto, reduciendo estos efectos y obteniendo mejora de ésta mediante la práctica de actividad física. La fragilidad en el mayor reduce la capacidad funcional, produciendo una pérdida de masa magra y cualidades musculares que aumentan el riesgo de caídas y la dependencia. Los diferentes programas de entrenamiento físico han demostrado que influyen de forma positiva en la prevención y mejora de la fragilidad y sus efectos desencadenantes.
II. Physical activity, weight and functional limitations in elderly Spanish people: The National Health Survey (2009-2014).	Las personas mayores en la encuesta de 2014 mostraron valores significativamente más altos de masa corporal, estatura e IMC ($p<0.01$) que en la encuesta de 2009. En 2014 se muestran valores más bajos de actividad física moderada ($p<0.01$), caminar durante 10 minutos ($p<0.01$) y estado de salud autopercibido ($p<0.01$) en comparación con 2009. Se obtienen un número más elevado de personas con enfermedad o problemas de salud crónicos ($p<0.001$) y dificultad para caminar 500 metros sin asistencia ($p<0.001$). Sin embargo, los encuestados de 2014 mostraron menos dificultades para subir y bajar 12 escalones que las personas en 2009 ($p<0.001$).
III. La fuerza de prensión manual se asocia con el funcionamiento psicológico en personas mayores.	Se observa una correlación significativa entre la fuerza de prensión manual y el vigor ($r=0.444$, $p<0.01$), depresión ($r=-0.387$, $p<0.05$) y la fatiga ($r=-0.340$, $p<0.05$). Además, se observa como el grupo de alta

Artículo	Resultados
	FPM manifiesta mejor puntuación en vigor (p=0.019), depresión (p=0.019), insomnio (p=0.003) y en la puntuación total de la escala del sueño (p=0.011).
IV. Effects of a 10- week functional training programme on pain, mood state, depression and sleep in healthy elderly.	Tras el tratamiento se observa en el EG se obtienen mejoras significativas en la depresión geriátrica (<0.001), vigor (p=0.044), fatiga (p=0.002), depresión (p=0.005) e hipersomnia (p=0.014), mientras sin embargo en el CG se produce un deterioro en depresión geriátrica (p=0.003), dolor (p<0.001), vigor (p=0.011), depresión (p=0.009) e hipersomnia (p=0.018). Además, en el EG se observa un perfil de iceberg en el estado de ánimo que en el CG no se observa.
V. Effect of a 12-day balneotherapy programme on pain, mood, sleep, and depression in healthy elderly people.	La balneoterapia produce mejoras significativas (p<0.05) para todas las variables estudiadas; dolor, estado de ánimo, sueño y depresión. Se encontraron diferencias entre sexos en la mejoría del dolor que se produjo en hombre, pero no en mujeres, produciendo mejoras significativas (p<0.01) después del tratamiento. En el estado de ánimo también se encontraron diferencias entre sexos hallándose mejoras en las mujeres y no en hombres, con mejoras significativas (p<0.05) al igual que se repite en la depresión. En el sueño se produjeron mejoras significativas en ambos sexos.
VI. Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training program on physical performance in healthy older people.	En los resultados se obtuvo una mejora significativa del EG en masa corporal, masa magra, masa muscular e IMC mientras que el CG no experimento cambios significativos en ninguna variable entre pretest y postest. Se obtuvieron diferencias significativas entre el EG y CG en 30-s CST (p=0.001), HST (p=0.001), velocidad de la marcha (p=0.001), equilibrio (P=0.001).

1. EL ENVEJECIMIENTO ACTIVO: LA IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LAS PERSONAS MAYORES. ESTUDIO DE REVISIÓN NARRATIVA. (PAPER I)

Laredo-Aguilera, JA; Carmona-Torres, JM; Mota-Cátedra, G. (2017). El envejecimiento activo: La importancia de la actividad física en las personas mayores. Estudio de revisión narrativa. Trances, 9(2):143:166

2. PHYSICAL ACTIVITY, WEIGHT AND FUNCTIONAL LIMITATIONS IN ELDERLY SPANISH PEOPLE: THE NATIONAL HEALTH SURVEY (2009-2014) (PAPER II).

En revisión

3. LA FUERZA DE PRENSIÓN MANUAL SE ASOCIA CON EL FUNCIONAMIENTO PSICOLÓGICO EN PERSONAS MAYORES (PAPER III).

En revisión

4. EFFECTS OF A 10-WEEK FUNCTIONAL TRAINING PROGRAMME ON PAIN, MOOD STATE, DEPRESSION, AND SLEEP IN HEALTHY OLDER ADULTS. (PAPER IV).

En revisión

5. EFFECT OF A 12-DAY BALNEOTHERAPY PROGRAMME ON PAIN, MOOD, SLEEP, AND DEPRESSION IN HEALTHY ELDERLY PEOPLE. (PAPER V).

Latorre-Román, P. Á., Rentero-Blanco, M., Laredo-Aguilera, J. A., & García-Pinillos, F. (2015). Effect of a 12-day balneotherapy programme on pain, mood, sleep, and depression in healthy elderly people. *Psychogeriatrics*, *15*(1), 14-19.

6. EFFECTS OF 12-WEEK CONCURRENT HIGH-INTENSITY INTERVAL STRENGTH AND ENDURANCE TRAINING PROGRAM ON PHYSICAL PERFORMANCE IN HEALTHY OLDER PEOPLE. (PAPER VI).

García-Pinillos, F., Laredo-Aguilera, J. A., Muñoz-Jiménez, M., & Latorre-Román, P. A. (2017). Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training programme on physical performance in healthy older people. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001895

LIMITACIONES

La presente Tesis, al igual que todo trabajo que se realiza, presenta una serie de limitaciones que deben ser reflejadas para tenerlas en cuenta a la hora de extrapolar conclusiones:

Realización de estudio de diseño trasversal, obligando a la cautela de interpretar los resultados.

Medición de los niveles de PA, solicitando el nivel de PA en los últimos 7 días basándonos en la versión corta del cuestionario IPAQ utilizada en la encuesta europea de entrevistas de salud.

Participación escasa en algunos estudios por parte de varones que impiden un análisis comparativo entre sexos.

No se realiza seguimiento en el tiempo de las mejoras tras la realización del estudio.

No se realiza una monitorización de la intensidad durante el programa de entrenamiento de actividad física.

CONCLUSIONES

El ejercicio físico es la intervención más eficaz para retrasar la discapacidad, problemas psicológicos como la depresión, la fragilidad y el deterioro cognitivo siendo más eficaz con una adquisición temprana del hábito. Tiene un efecto preventivo del deterioro cognitivo y mejora las funciones cognitivas, reduce el impacto de la enfermedad y una supervivencia prolongada en Alzheimer y Parkinson. El ejercicio físico provoca mejoras en las personas mayores en autoestima y autoimagen, capacidades funcionales, autonomía, calidad de vida y síntomas depresivos a corto plazo, con mayor eficacia en las personas ya deprimidas. La fragilidad está ligada a la edad por lo que obtenemos niveles mayores con el paso de los años pudiéndose retrasar la discapacidad, sarcopenia y deterioro funcional con una intervención temprana con la práctica de ejercicio físico ya que fortalece la musculatura, equilibrio y seguridad en sí mismo, reduce el riesgo de caídas y discapacidad y aumenta autonomía junto con una mayor calidad de vida.

Los niveles de actividad física en personas mayores de 65 años se redujeron de 2009 a 2014, al igual que la percepción del estado de salud y aumento el nivel de enfermedad. Sin embargo, no experimentan deterioro en la capacidad funcional, ni aumenta la prevalencia de sobrepeso u obesidad. Los datos actuales ponen de manifiesto la importancia de incorporar programas de ejercicio en una etapa temprana del envejecimiento con el fin de preservar el rendimiento físico y prevenir las consecuencias negativas del envejecimiento relacionadas con el estado de salud y la prevalencia de enfermedades.

La fuerza de prensión manual en personas mayores tiene una asociación inversa con la depresión, una asociación directa con el vigor y con el sueño, por lo que se sugiere que la monitorización de la FPM podría utilizarse como un indicador predictor del estado de ánimo, la salud psicológica y calidad del sueño.

Un programa de entrenamiento funcional de 10 semanas provoca mejoras en el estado de ánimo, depresión y calidad del sueño en el anciano sano. Por lo que el entrenamiento funcional es recomendable para las personas que su salud física le permita

realizar este tipo de entrenamiento ya que previene el insomnio, depresión y mejora el estado de ánimo.

Un programa de balneoterapia de 12 días tiene un efecto positivo sobre el dolor, estado de ánimo, calidad del sueño y la depresión en personas mayores de 65 años, y las respectivas influencias del sexo en cada mejora.

Un programa de 12 semanas de entrenamiento simultáneo basado en HIIT, que combina fuerza y entrenamiento de resistencia en cada sesión, condujo a mayores ganancias en la composición corporal, la fuerza muscular, la movilidad y el equilibrio en las personas sanas mayores de 65 años que un entrenamiento continuo regular de una intensidad baja a moderada, a pesar de la reducción del volumen general de entrenamiento (-30 a 40%).

Conclusiones generales

En la tercera edad es de vital importancia que se cuide la salud tanto física como mental en esta población, al igual que hay que prestar mayor atención a su percepción tanto sobre la salud como hacia la sociedad y ellos mismos, junto con la calidad de vida. Es por éste motivo por el que hay que promocionar las prácticas de programas de entrenamiento de balneoterapia, programas de entrenamiento funcionales y fomentar un aumento en la actividad física de las personas mayores, siempre en concordancia con sus posibilidades de salud física, ya que, como se puede observar en los resultados de la presente Tesis, el ejercicio físico a través de programas de entrenamiento y una actividad física moderada tiene un factor preventivo del deterioro cognitivo, sarcopenia, discapacidad y riesgo de caídas, a la vez que obtiene mejoras en la autoestima, autoimagen, autonomía y fortalece la musculatura, mejora las cualidades musculares, el equilibrio, seguridad en sí mismo y calidad de vida. Junto con estos beneficios ofrecidos por el ejercicio físico hay que sumar los beneficios obtenidos en los estudios de esta Tesis tanto en programa de balneoterapia como en programas de entrenamiento funcional como son los beneficios en la depresión, el sueño, estado de ánimo, dolor, fuerza de prensión manual y capacidades funcionales.

CONCLUSIONS

Physical exercise is the most effective intervention to delay disability, psychological problems such as depression, fragility and cognitive impairment being more effective with an early acquisition of the habit. It has a preventive effect of cognitive impairment and improves cognitive functions, reduces the impact of the disease and prolonged survival in Alzheimer and Parkinson. Physical exercise leads to improvements in the elderly in self-esteem and self-image, functional abilities, autonomy, quality of life and short-term depressive symptoms, with greater efficiency in people already depressed. The fragility is linked to the age so we obtain higher levels with the passage of the years being able to delay disability, sarcopenia and functional deterioration with an early intervention with the practice of physical exercise since it strengthens the musculature, balance and self-confidence, reduces the risk of falls and disability and increases autonomy along with a higher quality of life.

The levels of physical activity in people older than 65 years were reduced from 2009 to 2014, as well as the perception of health status and increase the level of disease. However, they do not experience deterioration in functional capacity, nor does it increase the prevalence of overweight or obesity. Current data highlight the importance of incorporating exercise programs at an early stage of aging in order to preserve physical performance and prevent negative consequences of aging related to health status and disease prevalence.

The handgrip strength in older people has an inverse association with depression, a direct association with vigor and sleep, suggesting that handgrip strength monitoring could be used as a predictor of mood, Psychological health and quality of sleep.

A functional 10-week training program results in improvements in mood, depression, and sleep quality in the healthy elderly. So functional training is advisable for people whose physical health allows them to perform this type of training as it prevents insomnia, depression and improvement of mood.

A 12 day balneotherapy program has a positive effect on pain, mood, sleep quality and depression in people over 65 years, and the respective gender influences on each improvement.

A 12-week simultaneous training program based on HIIT, combining strength and endurance training in each session, led to greater gains in body composition, muscle strength, mobility, and balance in healthy individuals over 65 years old than a regular continuous training of low to moderate intensity, despite the reduction in overall training volume (-30 to 40%).

General conclusions

In the third age it is of vital importance to take care of both physical and mental health in this population, as well as paying more attention to their perception both on health and on society and themselves, together with the quality of life. It is for this reason that it is necessary to promote the practices of balneotherapy training programs, functional training programs and encourage an increase in the physical activity of the elderly, always in agreement with their possibilities of physical health, since, as It can be observed in the results of this thesis, physical exercise through training programs and moderate physical activity has a preventive factor of cognitive deterioration, sarcopenia, disability and risk of falls, while obtaining improvements in self-esteem , Self-image, autonomy and strengthens the muscles, improves muscular qualities, balance, self-confidence and quality of life. Along with these benefits offered by physical exercise, we must add the benefits obtained in the studies of this thesis both in balneotherapy program and in functional training programs such as the benefits in depression, sleep, mood, pain, hand gripping strength and functional capabilities.

PROSPECTIVAS DE FUTURO

El conocimiento de los beneficios de practicar actividad física en las personas mayores a nivel funcional, metal y salud integral, y obteniendo mejoras con respecto a la farmacología, colocan a la actividad física en una posición de peso para retrasar y prevenir los efectos adversos del proceso de envejecimiento que tan necesarios son en esta sociedad que envejece cada vez más.

Con los hallazgos de los beneficios que se han obtenido en los estudios de la presente Tesis mediante programas de entrenamiento funcional, HIIT y de balneoterapia en el funcionamiento físico, como composición corporal, fuerza, movilidad, y funcionamiento mental, como depresión, estado de ánimo y sueño, dan a conocer el beneficio a nivel agudo. Por tanto, más estudios que puedan comprobar si los hallazgos obtenidos a nivel agudo siguen estando presentes pasado un periodo medio-largo, son claramente necesarios.

Finalmente, otras investigaciones que se centren en el análisis de los efectos que ocasiona la práctica de actividad física en las personas mayores pueden resultar relevantes. Los efectos beneficiosos de programas de actividad física en medio acuático sobre el funcionamiento metal como depresión, estado de ánimo y sueño en los mayores podría aportar mucho conocimiento a la sociedad, por lo que se requiere de mayor información de este tipo de programas para, en beneficio de la sociedad y de los mayores y sus familias en concreto, poder hacer pautas de actividad física dependiendo de las necesidades de cada individuo.

CURRICULUM VITAE RESUMIDO

Datos personales

- Apellidos y nombre: Laredo Aguilera, José Alberto
- Fecha nacimiento: 07 de Mayo de 1988
- E-mail: jalaredo88@gmail.com

Actividad académica

- Diplomado en Enfermería (2006-2009). Universidad de Sevilla.
- Máster Universitario "Cuidados del Enfermo de Urgencias y Emergencias". Universidad de Córdoba.
- Máster Universitario en Investigación e Innovación en Salud, Cuidados y Calidad de Vida. Universidad de Jaén.
- Estancia de investigación en la Universidad Técnica de Múnich (Alemania) (desde el 01 de Marzo al 01 de Septiembre de 2016).

Publicaciones científicas

(Únicamente se citan las relacionadas con esta Tesis ya publicadas, además de las presentes, 23 capítulos de libro y 3 publicaciones en revista JCR)

1. **Laredo-Aguilera, J.A**., Carmona-Torres, J.M., Mota-Cátedra, G. (2017). El envejecimiento activo: La importancia de la actividad física en las personas mayores. Estudio de revisión narrativa. *Trances,* 9 (2): 142-166

2. Latorre-Román, P.Á., Rentero-Blanco M., **Laredo-Aguilera J.A**., García-Pinillos F. (2015). Effect of a 12-day balneotherapy programme on pain, mood, sleep, and depression in healthy elderly people. Psychogeriatrics.15(1):14-9

3. García-Pinillos, F., **Laredo-Aguilera, J. A**., Muñoz-Jiménez, M., & Latorre-Román, P. A. (2017). Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training programme on physical performance in healthy older people. *Journal of Strength and Conditioning Research*, doi: 10.1519/JSC.0000000000001895

Aportaciones a Congresos

(Únicamente se citan las relacionadas con la presente Tesis, además de éstas, 45 comunicaciones en congresos internacionales)

Laredo-Aguilera, J.A., Mota Cátedra, G., Carrión-López, M., García-Pinillos, F., Latorre-Román, P.A. (2017). Programa de entrenamiento funcional de 10 semanas tiene un efecto beneficioso en el estado de ánimo, sueño y depresión en personas mayores sanas. XXXV Reunión científica de la SEE y XII Congreso da associaçao portuguesa de epidemiología. 6-8 Septiembre 2017 (Barcelona, España).

Laredo-Aguilera, J.A., Mota Cátedra, G., Carrión-López, M., García-Pinillos, F., Latorre-Román, P.A. (2017). Programa de balneoterapia de 12 días y su efecto en el dolor, estado de ánimo, sueño y depresión en mayores sanos. XXXV Reunión científica de la SEE y XII Congreso da associaçao portuguesa de epidemiología. 6-8 Septiembre 2017 (Barcelona, España).

Laredo-Aguilera, J.A., Mota Cátedra, G., Carrión-López, M., García-Pinillos, F., Latorre-Román, P.A. (2017). La fuerza de prensión manual y su asociación con el funcionamiento psicológico en personas mayores. XXXV Reunión científica de la SEE y XII Congreso da associaçao portuguesa de epidemiología. 6-8 Septiembre 2017 (Barcelona, España).

Laredo-Aguilera, J.A., Mota Cátedra, G., Carrión-López, M., García-Pinillos, F., Latorre-Román, P.A. (2017). La importancia del envejecimiento activo en las personas mayores. XXXV Reunión científica de la SEE y XII Congreso da associaçao portuguesa de epidemiología. 6-8 Septiembre 2017 (Barcelona, España).

AGRADECIMIENTOS

La realización de la presente Tesis es mérito compartido junto con aquellas personas que me han apoyado y/o ayudado directa o indirectamente desde su inicio en 2013 y que han aportado su grano de arena en el proceso hasta su finalización. De todas ellas quisiera hacer mención:

A mi padres, Pedro y Casimira, porque sois un ejemplo a seguir, por educarnos desde el día a día con el ejemplo de trabajo y de esfuerzo, por esas veces que llegábamos de fiesta "temprano" y nos levantabais "al ratillo" porque había que ir a trabajar al campo, asumiendo así la responsabilidad, por ser comprensivos cuando en alguna ocasión nos "cargábamos" alguna "trastada", por el amor eterno e incondicional hacia vuestros hijos, por darnos los elementos necesarios para ser feliz en la vida: vuestros valores, valores que son la base del camino que me ha llevado hasta aquí.

A mis hermanos Antonio Manuel y Pedro Javier, por los momentos de nuestra infancia que tan felices nos han hecho y por los futuros, por ser buenos hermanos, por su apoyo incondicional y crítica constructiva en el camino.

A mi novia, Gloria, a la que no he podido dedicar todo el tiempo necesario, le agradezco el esfuerzo sobreañadido que le ha supuesto todo este tiempo debido a mi trabajo, mi ausencia ocasional, la paciencia en los momentos más difíciles y su apoyo incondicional tanto en los buenos como en los malos momentos.

A toda mi familia: primos, tíos que me han apoyado y no han dudado de mi para vencer cualquier obstáculo, y cómo no, a mi abuela Margarita, que tan buenos momentos me hace pasar con su cariño y vitalidad, que va independientemente a su edad de 88 años, por tantas historias de la vida de antes y como había que ingeniárselas para salir adelante que me han hecho entender, sin haberla vivido, que en la vida todo propósito requiere de un gran esfuerzo.

A mis amigos de toda la vida "los tronquitos" por esa unión que me ha enseñado lo importante, a la vez que difícil, que es encontrar en la vida y ha hecho que, sin la

necesidad de hablar a diario, se entienda que cualquier cosa que necesite sólo tengo que manifestarlo y, sin necesidad de pedirlo, obtengo el apoyo antes de terminar. Por supuesto, por los buenos momentos, que han sido muchos, muchísimos, que tan importantes y necesarios son para desarrollar una vida gratificante.

A mi pueblo, Ventorros de San José, por hacer posible una infancia de libertad y diversión, por los valores que predican sus habitantes y por ser el mejor pueblo del mundo, aunque cada vez que me preguntan de dónde soy tenga que dedicar unos minutos para poder orientar de su localización, algo que no merma para nada mi orgullo.

A mis amigos y compañeros enfermeros por toda su confianza y apoyo que me han brindado cada vez que lo he necesitado.

A la familia política, porque cada vez que he necesitado cualquier cosa por pequeña o grande que fuese me dejabais claro que solamente había que pensar el cuándo porque el sí estaba implícito, por ofrecerme vuestra casa como si de la mía se tratase, por esas correcciones en idioma…

A la Universidad de Sevilla, en concreto la Universidad de Osuna, por haberme permitido empezar el camino de la formación universitaria y haberme dado unos años fabulosos rodeado de compañeros excepcionales.

A la Universidad de Córdoba, y en concreto a todos los organizadores del Máster en Cuidados al Enfermo en Urgencias y Emergencias por mostrarme la inquietud de la investigación, además, de los maravillosos conocimientos de calidad adquiridos.

A la Universidad de Jaén por permitirme ser miembro en primer lugar en el Máster de Investigación e Innovación en Salud, Cuidados y Calidad de Vida y a todos sus miembros por los excelentes conocimientos adquiridos tan necesarios para el desarrollo de la presente Tesis. En segundo lugar, por la oportunidad de la realización de su programa de Doctorado que tanto me ha enseñado a nivel académico, profesional como de mi persona, descubriendo y controlando campos que creía que rara vez lo conseguiría.

A la Universidad de Múnich por su acogedor recibimiento, apoyo logístico y ayuda en la estancia en Múnich, y en concreto a mi Profesor de estancia por su amabilidad, paciencia y comprensión en todo momento.

A mis directores de Tesis dignos de todo tipo de elogios y ejemplo de trabajo, esfuerzo, dedicación y entusiasmo. Felipe, gracias por todo lo que me has enseñado a nivel profesional y personal. Pedro, gracias por enseñarme a ser constante, luchador, resoluto, crítico conmigo mismo y con cualquier trabajo que realizo, meticuloso y por la orientación durante todo el proceso para crecer profesional y personalmente.

A todas las personas que estáis presentes en mi vida ayudándome de un modo u otro y no os nombre.

A todos, MUCHAS GRACIAS