

TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL
DEPORTE

Curso Académico 2013/2014

TÍTULO DEL TRABAJO

**Últimos avances en el conocimiento del efecto de la actividad
física en el proceso fisiológico del envejecimiento.**

Título del trabajo en inglés

**Recent advances in understanding the effect of physical
activity in the physiological process of aging.**

Autora: Mabel García Porro

Tutora: Dra. Pilar Sánchez Collado

Fecha: 1/09/2014

VºBº TUTORA

VºBº AUTORA



RESUMEN

El envejecimiento es un proceso fisiológico inherente a todos los seres vivos donde los sistemas orgánicos sufren cambios tanto de estructura como de funcionamiento.

El ejercicio físico ha asomado en los últimos años como la “píldora antienvjecimiento” más potente y se considera de forma generalizada como una eficaz medida para la prevención de la mayoría de las enfermedades asociadas con la edad.

Para relacionar ambos conceptos se hace necesaria la recopilación de las últimas y más relevantes aportaciones desde el campo de las ciencias biomédicas en concreto de la fisiología, al conocimiento y la comprensión del funcionamiento del organismo ante el estímulo de la actividad física.

Para la creación de este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica de las publicaciones de los últimos años en las bases de datos más reconocidas y activas de la temática en cuestión.

PALABRAS CLAVE

Actividad física, ejercicio físico, envejecimiento.



ABSTRACT

Aging is a physiological process inherent to all living beings suffer organ systems where changes in both structure and function.

Physical exercise has hovered in recent years as the most powerful "anti-aging pill" and is widely regarded as an effective measure for the prevention of most diseases associated with aging.

To relate the two concepts collection of the latest and most important contributions from the field of biomedical sciences in particular physiology, knowledge and understanding of the functioning of the organism to the stimulus of physical activity is necessary.

For the creation of this work was carried out a literature review of publications in recent years on the basis of active most recognized and the data subject concerned.

KEYWORDS

Physical activity, physical exercise, aging.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. JUSTIFICACIÓN.....	7
3. OBJETIVO DEL TRABAJO	8
4. METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN.....	8
5. ENVEJECIMIENTO	9
5.1 INVOLUCIÓN DE LA APTITUD FÍSICA	10
6. EJERCICIO FÍSICO	11
7. SISTEMA CARDIOVASCULAR Y EJERCICIO FÍSICO.....	13
7.1 INTENSIDAD MODERADA VERSUS ALTA INTENSIDAD.....	15
7.2 TIPO DE EJERCICIO E INTENSIDAD RECOMENDADA.....	17
8. SISTEMA MUSCULAR Y EJERCICIO FÍSICO	18
8.1 MÉTODOS PARA ENTRENAR LA FUERZA.....	19
8.2 EJERCICIOS CON CARGAS Y TERAPIA ANTIENVEJECIMIENTO.....	22
9. CONCLUSIONES.....	24
10. BIBLIOGRAFÍA	25



1. INTRODUCCIÓN

La disminución del movimiento lleva a un envejecimiento global e inarmónico. De ahí que el ejercicio físico sea una píldora anti envejecimiento por naturaleza.

La práctica de ejercicio físico regular es una de las principales estrategias no farmacológicas para envejecer de forma más saludable (Aparicio, Carbonell, y Delgado, 2010).

En la actualidad todas las áreas de conocimiento de las ciencias de la salud y las políticas sociales van encaminadas a la búsqueda y promoción del Envejecimiento Activo (Causapie, 2011).

Para la OMS el Envejecimiento Activo es el proceso de optimizar las oportunidades, bienestar físico, social y mental durante toda la vida, y reconoce que la edad no es un obstáculo para la realización de ejercicio físico.

Hacer ejercicio de forma sistemática, es decir, estar activo físicamente durante treinta minutos diarios, puede mejorar significativamente la salud y el bienestar de las personas (Zunzunegui, y Béland, 2010).

En términos generales se considera que el envejecimiento se inicia a partir de la quinta década de la vida (alrededor de los 40 años), ya que en esta etapa de la vida los cambios biológicos relativos al envejecimiento se presentan en la mayoría de los aparatos y sistemas, lo cual propicia una disminución gradual de la respuesta homeostática, que se traduce en una vulnerabilidad para la presencia de enfermedades infecciosas y crónicas degenerativas, la cual se va acentuando conforme aumenta la edad.

Por lo tanto el interés de las personas de realizar una práctica de ejercicio físico encaminado al objetivo de tener un envejecimiento exitoso no se hará realidad hasta que no aparezcan los cambios biológicos evidentes, es decir pasados los 40 años y con mayor probabilidad en la edad madura de las personas.

La madurez de las personas es la culminación de la vida adulta y la antesala de la vejez. Aunque sus límites de edad son imprecisos y pueden ser muy diversos, se



consideran personas maduras aquellas personas fecundas que ya han tenido todos sus hijos. (Pérez Díaz, 2003).

Nos encontramos por lo tanto ante un sector poblacional de gran volumen y diversidad, que abarca desde los 40-45 años cuando comienza la edad madura hasta los 82 años de edad media de esperanza de vida.

Esto hace que la dosis de ejercicio físico como terapia antienviejimiento no sean las mismas para cada etapa. Debe ser adaptada a una estructura por edades y tener en cuenta las enfermedades asociadas al envejecimiento, y el currículo previo de práctica deportiva de las personas.

Por grupos de edades, encontramos que los más jóvenes, es decir de más de 40 años, son los más activos físicamente y sufren de menos limitaciones ocasionadas por enfermedades y achaques asociados a la edad. A partir de los 50 años se aumenta el riesgo de padecer algún tipo de ellas, y es a partir de los 65 que la mayoría de los adultos tienen algún tipo de padecimiento asociado a la edad. Cabe destacar que esta población de 65 o más años prácticamente duplicará su peso relativo sobre el total de la población al pasar del 16,80% del total en el año 2005 al 30,85% en el año 2050 (INE, 2004).

En este trabajo cuando hablamos de ejercicio físico antienviejimiento nos referiremos a toda aquella actividad física intencionada con el objetivo de ralentizar la aparición de los cambios producidos por el envejecimiento así como alcanzar, mantener y disfrutar de un Envejecimiento Activo y Saludable.

Cuando hablamos de población a la que va dirigido el ejercicio físico antienviejimiento nos referiremos no solo a la población mayor de 60 años, sino también a aquella que abarca desde la etapa de adulto maduro hasta la de longevo.



2. JUSTIFICACIÓN

Es evidente que los avances científicos han logrado que la vida se prolongue por más años, ahora es el momento de que esos años sean con más calidad.

Es aquí, en la búsqueda de mejorar la calidad de los años, donde las Ciencias Biomédicas tienen una inmensa aportación. Desde la Fisiología es posible identificar cuáles son los cambios que ocurren durante el envejecimiento y cuáles son los cambios que ocasiona la práctica de actividad física sobre el organismo, permitiendo así relacionar ambos aspectos y evolucionar en la búsqueda de la dosis de Actividad Física que dependerá de los factores englobados en (FITT) frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de ejercicio (Pancorbo, y Pancorbo, 2011), acorde a la edad biológica de los sujetos y así poder disfrutar de un Envejecimiento Activo y Saludable.

En este trabajo nos referiremos a edad biológica según el Criterio Físico que toma en cuenta los cambios físicos producidos en la persona, tales como cambios en la postura, forma de caminar, las enfermedades asociadas al envejecimiento, cambios en las facciones, color del pelo, piel, capacidad visual y auditiva, disminución en la capacidad del almacenamiento de la memoria y todo esto relacionado a la alteración en forma notable en la realización de las actividades de la vida cotidiana (Reyes, Rodríguez, y Carrasco, 2013).

Alrededor de los 40 años las personas toman conciencia de que han ocurrido cambios en su aptitud física y su morfología. Es el momento de comenzar la carrera antienvjecimiento a través de la práctica de ejercicio físico.

El ejercicio físico puede paliar las limitaciones que va imponiendo el proceso de envejecimiento, pero debe ser individualizado a las características de la persona mayor (Garatachea, Val, Calvo, y De Paz, 2004).

¿Qué tipo de ejercicio es el más beneficioso? ¿En qué dosis?

A través de una revisión bibliográfica intentaremos recopilar todos los avances científicos sobre la cuestión Envejecimiento y Ejercicio físico.



3. OBJETIVO DEL TRABAJO

Este Trabajo Fin de Grado ha sido realizado con el fin de recopilar, investigar y plantear los últimos avances del conocimiento de la actividad física en el proceso fisiológico del envejecimiento.

4. METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN

Para la búsqueda de artículos se utilizaron las bases de datos Medline, Pubmed, Science Direct, Scielo, Dialnet, Scopus, Scholar, acotando la revisión desde el año 2009 al 2014.

Se han utilizado las siguientes palabras clave para la primera parte de la revisión, que analiza el efecto de la edad sobre los sistemas y las capacidades físicas: “aging”, “age-related”, “physical exercise”, “adults”, junto con cada uno de los términos que definen las capacidades físicas (“strenght, aerobic capacity, o con el término genérico de condición física (“physical fitness”).

Para la parte más específica de la revisión referida a los beneficios de la práctica de actividad física relacionada con el proceso fisiológico del envejecimiento se utilizaron las siguientes palabras claves: exercise, diseases associated with aging, cardiovascular disease, exercise benefits, physical activity benefits, elderly, old people, sarcopenia, immune system, “recommendation”, “prescription”, “physical activity”, “aging”, “adults”, elderly, longevity, junto con cada una de los términos que definen las capacidades físicas (endurance, y strength, aerobic capacity.) o con el término genérico de condición física (physical fitness), dando prioridad a los estudios de los dos últimos años ya que la información en las Ciencias de la Salud tiene una capacidad de renovación muy importante, aunque con respecto a conceptos que se manejan en la investigación y que son referencia para el conjunto de la comunidad científica se han utilizado publicaciones más antiguas.



5. ENVEJECIMIENTO

El proceso de envejecimiento comienza desde el momento en que nacemos. Si bien es cierto que es un proceso universal, no ocurre de manera uniforme en los diferentes individuos, ni tampoco en sus sistemas y órganos. Las pérdidas de habilidades, fuerza y facultades que ocurren a nivel corporal con el decursar del tiempo, no es igual en personas de la misma edad, ni aunque sean gemelos. (Guerra, 2006).

El envejecimiento como proceso fisiológico es universal, e inherente a todos los seres vivos. Como concepto es difícil de definir, y su etiología es multifactorial. Existen diversas teorías enmarcadas en dos grandes grupos que tratan de explicarnos los fenómenos por los cuales el organismo vivo envejece. La teoría ambiental o exógena y la teoría genética son los dos grandes grupos donde se pueden ubicar las actuales teorías, lo cierto es que no son excluyentes la una de la otra, y que cada experto sigue una de estas teorías y desarrolla su propio concepto.

En lo que todos concuerdan es que puede definirse de manera simplificada el *Envejecimiento normal*, como la incapacidad progresiva, en función de la edad, de mantener la homeostasis. Pero ese proceso fisiológico de envejecimiento normal, lleva asociadas muchas enfermedades, y muchas de ellas incapacitantes.

Los límites que separan los cambios considerados propios del envejecimiento normal y aquellos acarreados por las enfermedades que se encuentran asociados a él siguen sin ser de todo claros, de modo que muchas modificaciones que hoy son consideradas como propias del envejecimiento normal, podrían en un futuro ser vistas como entidades patológicas propias de la senectud (Casado, Llera, y Núñez, 2005).

Para comprender el proceso gradual y adaptativo que caracteriza al envejecimiento y cómo puede el ejercicio físico tener un rol preventivo y terapéutico es necesario considerar los mecanismos biológicos involucrados, tales como la homeostasis, la alostasis, la carga alostática, el estrés oxidativo y la hormesis.

La Hormesis es un mecanismo biológico relacionado con la longevidad y el envejecimiento exitoso; es un proceso adaptativo secundario a la exposición gradual,



continua y a dosis seguras, a sustancias químicas, cambios físicos, psicológicos y sociales, que fortalecen la homeostasis e incrementan la longevidad, los cuales, a dosis altas, son dañinos, tales como la ingesta de bebidas alcohólicas, ejercicio físico, radiación y estrés psicosocial (Radak, Chung, y Goto, 2005).

Podríamos resumir que existen tres formas de envejecer:

Envejecimiento Satisfactorio: Adulto que llega a los 60 años libre de enfermedades y de achaques, independiente para valerse por sí mismo.

Envejecimiento Cotidiano: Al que llega la mayoría cuando pasan los 60 años, con alguna enfermedad crónica controlada y con algún achaque.

Envejecimiento Patológico: Aquel que llega a los 60 con secuelas de enfermedades crónicas incapacitantes, tal vez por secuelas de Accidentes Cerebro Vasculares, Enfermedad de Parkinson, Enfisemas, etc. Dependientes para las actividades de la vida diaria.

5.1 INVOLUCIÓN DE LA APTITUD FÍSICA

El envejecimiento produce una involución de las capacidades físicas, lo que origina un deterioro del estado físico y una reducción de la funcionalidad. Estos hechos condicionan graves problemas de salud por la aparición de enfermedades degenerativas.

Conforme avanza la edad se produce una pérdida de fuerza, un descenso no constante del $VO_{2m\acute{a}x}$ y una reducción progresiva no lineal y específica por articulación y movimiento articular de la flexibilidad. Además, en personas mayores los frecuentes trastornos de equilibrio alteran el patrón de la marcha. Y por último se producen modificaciones sustanciales de la composición corporal con disminución de la masa libre de grasa, lo que condiciona un descenso del gasto energético en reposo y el incremento de la masa grasa (Baeza, García-Molina, y Fernández, 2009).

No obstante, todas las cualidades físicas no siguen el mismo patrón de declive, siendo la resistencia y la fuerza las cualidades que más lento involucionan y la



flexibilidad, la agilidad y el equilibrio las que más rápido lo hacen (Cristóbal, González-Moro, Cárceles, y Simón, 2012).

De entre las variables relativas al funcionamiento físico, la fuerza y la amplitud pulmonar son las variables predictoras más importantes, seguidas por la rapidez y la masa corporal (García et al., 2010).

En este trabajo abordaremos las cualidades físicas de Fuerza y Resistencia en relación con la mejora de la funcionalidad de los sistemas orgánicos muscular y cardiovascular.

6. EJERCICIO FÍSICO

El ejercicio físico se propone hoy día como un medio altamente eficaz para tratar o prevenir las principales causas de morbimortalidad en los países occidentales, la mayor parte de las cuales se asocian al propio envejecimiento. Este, para ser efectivo, debe tener como objetivo la mejora de la capacidad aeróbica y el aumento de la fuerza, siendo complementado con trabajo enfocado a mejorar la coordinación general y la movilidad articular (Castillo-Garzón, Ortega, y Ruiz, 2005).

Realizar ejercicio físico constituye un estrés fisiológico para el organismo, en función del gran aumento de la demanda energética en relación al reposo, lo que provoca gran liberación de calor e intensa modificación del ambiente químico muscular y sistémico. Consiguientemente, la exposición regular al ejercicio a lo largo del tiempo (entrenamiento físico) promueve un conjunto de adaptaciones morfológicas y funcionales que confieren mayor capacidad al organismo para responder al estrés proporcionado por el ejercicio (de Pinho, de Araújo, de Melo, y Benetti, 2010).

El ejercicio posee un rol controversial. Se ha demostrado que el entrenamiento físico genera un sistema antioxidante aumentado y una reducción en la peroxidación de lípidos. Además existen evidencias de una protección incrementada en contra de la lesión cardíaca producida por los radicales libres relacionada con el ejercicio (Robles, y Cabrera, 2010).



De hecho, algunos trabajos han demostrado que el ejercicio regular disminuye la incidencia de enfermedades asociadas con el incremento de radicales libres tales como enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo II, artritis reumatoide, Alzheimer y Parkinson's, y ciertos cánceres (Radak, Chung, y Goto, 2008).

Aunque la actividad física ha sido relacionada con la producción de radicales de oxígeno, sobre todo tras un ejercicio extremo, una actividad física moderada induce los sistemas antioxidantes del individuo (Gomez-Cabrera, Domenech, y Viña, 2008).

Sin embargo los beneficios del ejercicio desaparecen con el agotamiento y la falta de entrenamiento porque durante el ejercicio físico agotador se genera tal cantidad de radicales libres que las defensas antioxidantes se ven incapaces de prevenir el daño que éstas inducen (Robles y Cabrera, 2010). Esto se fundamenta en que el ejercicio incrementa el consumo de oxígeno y por ende la respiración, por lo que se produce una mayor cantidad de radicales libres. Por lo tanto, teóricamente, si se hace más ejercicio se estarán formando más radicales. Por lo que el efecto del ejercicio en la producción de radicales libres es afectado por la intensidad y la continuidad del ejercicio.

Los efectos del ejercicio sobre las respuestas inflamatorias e inmunológicas son de carácter hormético, esto significa que el ejercicio moderado es beneficioso, mientras que el ejercicio crónico intenso puede ser perjudicial (Kovacs, Buford, Rossi, McMillan, y Marshall, 2011).

De ahí que la dosis de ejercicio físico para que cumpla su objetivo antienvjecimiento debe ser el adecuado para fortalecer la Hormesis, y frenar el estrés oxidativo (Gómez, 2004), y al mismo tiempo que tenga la intensidad suficiente para producir cambios positivos en los sistemas orgánicos.

El ejercicio no debe sobrepasar en ningún caso la dosis adecuada. Si no hay adaptación la respuesta del organismo es patológica. Si de lo contrario el estímulo es insignificante no se pondrán en marcha las respuestas fisiológicas del organismo para mantener la homeostasis.

Cuando pensamos en Envejecimiento es inevitable recurrir a la capacidad funcional para valorar si el sujeto está envejeciendo con éxito o con patologías.



Es por ello que el mantenimiento y la mejora de la capacidad funcional sea el objetivo global de un programa de ejercicio físico antienvjecimiento.

A nivel de la capacidad funcional, el ejercicio físico logra (Landinez, Contreras, y Castro 2012).

- Reducir el riesgo de caídas debido a un aumento de la fuerza, la flexibilidad y el equilibrio.
- Reducir el riesgo de fracturas.
- Facilitar la rehabilitación de enfermedades agudas y crónicas.
- Disminuir el tiempo de reacción, manteniendo la perfusión cerebral y la cognición.

7. SISTEMA CARDIOVASCULAR Y EJERCICIO FÍSICO

Durante el envejecimiento en la funcionalidad del sistema cardiovascular se observa aumento de la rigidez vascular y cardíaca, mayor disfunción endotelial, volumen expulsivo conservado y mayor riesgo de arritmias. (Salech, Jara, y Michea, 2012).

Las condiciones que aceleran el remodelado arterial y la disfunción endotelial producen aumentos más rápidos de la rigidez arterial (hipertensión arterial, diabetes mellitus, síndrome metabólico y enfermedad renal crónica. (Lee, y Oh, 2010).

Según Heckman y McKelvie en (Aparicio et al., 2010) los cambios producidos a lo largo de la vida en la función cardiovascular no se deben enteramente a la edad, sino también a la inactividad física.

Importantes estudios han demostrado de manera inequívoca que el $VO_{2máx}$ es el predictor más potente de riesgo de muerte por todas las causas y especialmente por enfermedad cardiovascular, tanto en personas con historial cardiopatológico como en personas sanas, y ello tanto en hombres como en mujeres de diferentes edades. Un bajo nivel de condición física constituye el factor de riesgo cardiovascular más



importante, por encima de factores de riesgo clásicos (hipertensión, hipercolesterolemia, tabaco, sobrepeso u obesidad) (Mora et al., 2003).

En una revisión (Hawkins, y Wiswell, 2003) sobre los porcentajes de descenso de $VO_{2máx}$ llegaron a la conclusión de que la reducción era aproximadamente de un 10% por década, a partir de los 30 años. Los cambios son más significativos en la inactividad, en tres semanas de reposo en cama un individuo puede perder el 25% de su $VO_{2máx}$ (Márquez, y Garatachea, 2010).

Existe una reducción casi lineal de la mortalidad conforme se incrementa el nivel de forma física. Así, por cada aumento de 1 MET (consumo metabólico basal, que equivale aproximadamente a 3,5 ml/kg/min de oxígeno) se produce un incremento del 12% en la expectativa de vida en el caso de los hombres y del 17% en el caso de las mujeres. (Castillo-Garzón, Ruiz, Ortega, y Gutiérrez, 2006).

El ejercicio físico es un aspecto importante en el mantenimiento y recuperación de la capacidad funcional del sistema cardiovascular, este se encarga de mejorar la función cardio-respiratoria a fin de optimizar la captación, transporte y entrega de oxígeno a los tejidos, mediante una mayor eficiencia de la circulación central y periférica.

En el artículo de consenso de la Sociedad Americana del Corazón podemos destacar tres papeles fundamentales del ejercicio físico regular sobre el sistema cardiovascular:

1.- Previene todas las alteraciones y enfermedades cardiovasculares que tienen su origen en la aterosclerosis.

2.- Previene y controla otros factores de riesgo asociados a enfermedades cardiovasculares, tales como niveles elevados de triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (colesterol LDL), bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad (colesterol HDL), hipertensión arterial (HTA), diabetes y obesidad.

3.- Ayuda en el tratamiento y recuperación de pacientes con enfermedades cardiovasculares ya instauradas.



Apropiadamente emprendido, con la dosis adecuada, el ejercicio físico es el mejor medio disponible actualmente para retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento del sistema cardiovascular.

7.1 INTENSIDAD MODERADA VERSUS ALTA INTENSIDAD

Para autores como (Castillo-Garzón et al., 2005), este tipo de intervenciones se deben dirigir a mejorar la capacidad aeróbica. Lo cual es sinónimo de las intervenciones contra el envejecimiento.

La participación de toda la vida en el ejercicio aeróbico es una estrategia importante para extender el período de vida independiente, reducir el riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas y reducir la morbilidad y mortalidad (Ciolac, 2013).

El entrenamiento de resistencia durante toda la vida no frena el descenso de $VO_{2máx}$ por el envejecimiento, pero el entrenamiento vigoroso es importante para atenuar ese declive (Grimsmo, Arnesen, y Maehlum, 2010).

La intensidad del ejercicio se puede considerar como la variable más importante, y a la vez más difícil de determinar, ya que sobre ella van a adaptarse todos los demás parámetros.

Con respecto a que método es más eficaz para realizar el entrenamiento de resistencia existen posturas diferentes, algunos autores recomiendan entrenar con método continuo a intensidad baja-moderada y otros más recientemente por el método interválico de alta intensidad.

La ACSM recomienda intensidades bajas y moderadas, por el problema que tienen las intensidades elevadas, ya que están asociadas con un mayor riesgo cardiovascular y de lesiones músculoesqueléticas (ACSM, 2013).

El riesgo de lesión aumenta con la obesidad, el volumen de ejercicio, y la realización de ejercicio vigoroso, como deportes competitivos, la incidencia de lesión puede ser tan alta como un 55% en 8 semanas (Thompson, 2003), mientras que una



mejor condición física, una adecuada supervisión, la realización de ejercicios de estiramiento, el uso de equipo de protección como cascos de bicicleta, y los ambientes bien diseñados protegen contra las lesiones.

El principio general de que el volumen de la actividad física se debe aumentar gradualmente con el tiempo es ampliamente considerado como crucial para reducir el riesgo de lesión.

Existe un umbral mínimo por debajo del cual la intensidad de cualquier trabajo que se realice no sirve para aumentar el $VO_{2m\acute{a}x}$ y, por lo tanto, mejorar la forma física. Asimismo, existe también un techo o límite superior, por encima del cual se puede seguir aumentando el $VO_{2m\acute{a}x}$ pero se entra en el terreno de los riesgos antes mencionados, asociados a intensidades de esfuerzo elevadas.

La intensidad y la duración del esfuerzo, están inversamente relacionadas dentro de unos límites, con resultados similares entre una sesión corta de intensidad elevada, o una larga y de menor intensidad. Se recomienda realizar actividad física de intensidad moderada durante un mínimo de 30 min 5 días por semana o de intensidad alta durante un mínimo de 20 min 3 días por semana para mejorar la capacidad funcional y se asocia a reducciones en la incidencia de enfermedad cardiovascular y mortalidad (Cordero, Masiá, y Galve, 2014).

Actualmente muchos estudios apuntan al Entrenamiento Interválico (HIIT) como una alternativa eficaz al entrenamiento tradicional de resistencia, induciendo cambios similares o incluso superiores en un rango de marcadores fisiológicos. El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) consiste en la alternancia de periodos de ejercicio aeróbico intenso con periodos de recuperación pasiva o activa de mediana o media intensidad.

En diferentes estudios se ha demostrado que el HIIT mejora la aptitud cardiorrespiratoria en diferentes poblaciones en mayor grado en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada (Warburton et al. 2005; Wisloff et al. 2007; Moholdt et al. 2009; Munk et al. 2009). Citado por (Gibala, Little, MacDonald, y Hawley, 2013).



EL HIIT induce un mayor grado de estimulación periférica (fuerza adecuada en corto plazo a pesar de la reducida resistencia debido al desacondicionamiento muscular) mientras incrementa el impacto en factores centrales (Meyer et al., 1996).

En un estudio reciente comparando un entrenamiento HIIT con respecto a un entrenamiento aeróbico continuo en pacientes de rehabilitación cardíaca, señalaron el protocolo interválico como su preferido. Al tener una percepción de esfuerzo menor parece ser que el HIIT puede ser una potencial herramienta para mejorar la adherencia al entrenamiento (Guiraud et al., 2012).

Parece ser que series cortas de alta intensidad con HIIT de bajo volumen indujeran aumentos de gran magnitud en el estrés celular y en los vasos periféricos, “aislando” eficazmente al corazón de ese estrés debido a la breve duración de las series de ejercicio. Este aislamiento central relativo les permite a los individuos entrenar a intensidades mucho más altas de las que utilizarían de otro modo, pero también puede producir diferentes respuestas en el tiempo y cargas de estímulo efectivas entre los componentes centrales y periféricos del sistema cardiovascular (Gibala et al., 2013).

7.2 TIPO DE EJERCICIO E INTENSIDAD RECOMENDADA

Para trabajar la resistencia y aumentar la capacidad aeróbica se debe realizar ejercicio físico que incluya la movilización de grandes grupos musculares durante períodos prolongados a moderada intensidad o períodos cortos de alta intensidad.

Ejercicios como caminar a paso vivo, trotar, correr, pedalear, nadar, remar, son los más aconsejables para el método continuo. Ejercicios dinámicos con el propio peso corporal o con cargas bajas, en intervalos de alta intensidad, así como sprines de natación, bici, carreras, remo se pueden realizar con HIIT.

Es posible que la combinación de ambos tipos de intensidad de entrenamiento sea la dosis adecuada. Dedicando 2 horas a la semana al trabajo continuo a intensidad baja - moderada (12-13 de la escala de Borg) y apenas 24 minutos al entrenamiento interválico (+14-16 de la escala de Borg).



La idea es como dijo Paracelso “al veneno no lo hace la sustancia sino la dosis”.

8. SISTEMA MUSCULAR Y EJERCICIO FÍSICO

El sistema muscular envejece y el músculo esquelético sufre importantes cambios. Disminuye su masa, es infiltrado con grasa y tejido conectivo, hay una disminución especialmente significativa de las fibras tipo 2, desarreglo de las miofibrillas, disminución de las unidades motoras, y disminución del flujo sanguíneo (Kamel, 2003).

Existen claras evidencias sobre los cambios cualitativos y cuantitativos en las UMs relacionados con el proceso de envejecimiento. En algunos casos se llega a una reducción de hasta un 50% en comparación con las personas jóvenes.

A nivel subcelular hay acumulación de moléculas con daño por estrés oxidativo, disfunción mitocondrial, acumulación de lipofuccina, falla en la síntesis de nuevas proteínas relevantes para la formación de miofibrillas, entre otros (Kamel, Maas, y Duthie Jr, 2002).

Todos estos cambios se traducen en una menor capacidad del músculo para generar fuerza. A la pérdida de masa y función muscular asociada a la edad se le conoce como sarcopenia (Fielding et al., 2011).

La sarcopenia representa un deterioro del estado de salud con un costo personal elevado: trastornos de la movilidad, mayor riesgo de caídas y fracturas, deterioro de la capacidad de realizar actividades cotidianas, discapacidad, pérdida de independencia y mayor riesgo de muerte (Colon, Collado, y González, 2014).

El entrenamiento de la fuerza es actualmente uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia mediante la estimulación de la hipertrofia e incremento de la fuerza (Colon et al., 2014).

Para mantener la independencia funcional es imprescindible mantener una adecuada masa muscular (Saleh et al., 2012).



La capacidad de manifestar fuerza sobre todo fuerza máxima y fuerza explosiva, es necesaria para la realización de muchas tareas de la vida diaria, como levantarse de una silla, subir unas escaleras, saltar, etc.

Dado que la pérdida de funcionalidad que se produce con la edad es, precisamente, la principal consecuencia del envejecimiento, el efecto del ejercicio puede ser considerado como una verdadera terapia que lucha contra las inevitables consecuencias del proceso de envejecimiento (Castillo, 2007).

Los ejercicios de fuerza son el pilar principal de la funcionalidad. De la fuerza va a depender lo antes o después que se pierda la independencia funcional.

Todas las manifestaciones de la fuerza se ven afectadas con el envejecimiento. La más perjudicada de las manifestaciones de la fuerza por el proceso de envejecimiento es la fuerza explosiva. Esta se ve reducida drásticamente y en mayor grado que la fuerza máxima, sugiriendo que los efectos de atrofia en las personas mayores pueden producirse especialmente sobre las fibras musculares rápidas con una pérdida relativa de ellas y una disminución en la capacidad para el reclutamiento rápido de unidades motoras (Izquierdo, y Aguado, 1998).

Con el objetivo de minimizar la reducción funcional que ocurre durante el proceso de envejecimiento es necesario que los programas de fuerza incluyan ejercicios de cargas elevadas y ejercicios de naturaleza explosiva (Ramírez, 2007).

Un estudio con 21 voluntarios entre 40 y 70 años (Izquierdo, y Hakkinen, 2011) combinando un entrenamiento de fuerza máxima con fuerza explosiva aumentaron su capacidad en ambas manifestaciones tanto los sujetos de 40 como los de 70.

8.1 MÉTODOS PARA ENTRENAR LA FUERZA

Al considerar los métodos por los que podrían llevarse a cabo el entrenamiento de la fuerza existen dos posturas, los que apuestan por entrenos de mayor frecuencia y menos intensidad y los que implican mayor intensidad una sola vez a la semana.



Estos debates suelen centrarse en el número de repeticiones. Pocas repeticiones de alta intensidad o muchas repeticiones de baja intensidad.

La duda es ¿Qué es más efectivo en una prescripción de ejercicios de fuerza en personas maduras para lograr un envejecimiento exitoso?

Investigaciones de autores como (Araya et al., 2012) han realizado investigaciones a bajas intensidades. Durante doce semanas de entrenamiento de la fuerza usando ejercicios con el propio cuerpo, adultos sanos de más de 60 años pudo observarse que lograron un aumento tanto de los test de fuerza de las piernas y el equilibrio como una mejora en el salto vertical.

Autores como (Singh et al., 2005) sugiere que el entrenamiento de fuerza de alta intensidad puede ser más eficaz en la mejora de algunas condiciones de salud que el entrenamiento a baja intensidad.

En un estudio reciente de entrenamiento de fuerza a moderada-alta intensidad en treinta y cinco sujetos ancianos, con una media de edad de 73 años, durante 24 semanas, pudo observarse una tendencia de mejora en todas las pruebas, mientras que en el grupo control la tendencia fue en el sentido contrario (Solà, López del Amo, y Valero, 2014).

Otros autores han observado ganancias de la fuerza con una sola sesión semanal de entrenamiento a alta intensidad (Lee, Hsieh, y Paffenbarger, 1995).

Encontramos un estudio que demuestra los beneficios del entrenamiento de la fuerza usando alta intensidad y pocas repeticiones hasta llegar al fallo una única vez por semana mediante el Sistema Gravitacional Anatoly. El estudio se realizó en un período de 10 semanas. Incluyó 50 sujetos entre 17 y 67 años (Burke et al., 2013).

En este estudio la ganancia de peso semanal de los participantes al concluir las 10 semanas fue por término medio el doble de su capacidad de levantamiento de pesas en la primera sesión, las mayores ganancias se observaron en las primeras semanas. Lo que el estudio no aborda es si este sistema es mejor, más eficiente, menos costoso, o más seguro que otros programas de entrenamiento de fuerza. Este estudio no tuvo un grupo de comparación.



El sistema Gravitacional Anatoly consta de 4 ejercicios multiarticulares, y un instructor que observa cuando falla la técnica. Se realiza el levantamiento, se sostiene el peso durante unos 3 segundos, de acuerdo a la capacidad del sujeto, las cargas se incrementan secuencialmente hasta que el instructor observa el fallo. Después, el peso se reduce en 45 kg y se hacen tres repeticiones adicionales como maniobra de enfriamiento. Se requiere unas botas para calzarse, un cinturón, una barra, discos y una correa como puede observarse en las fotos.



Ejercicio 1



Ejercicio 2



Ejercicio 3



Ejercicio 4

Llegar al fallo de manera intencional durante las series de ejercicios con sobrecarga es una práctica común que podría ser muy beneficiosa para estimular la hipertrofia.



Sin embargo, entrenar hasta el fallo muscular de manera muy frecuente puede dar como resultado disminuciones en la concentración de reposo de testosterona y contribuir al síndrome de sobreentrenamiento. La investigación indica que la mayor efectividad se produce cuando el entrenamiento al fallo lleva a cabo consistentemente en ciclos de 6 semanas, intercalados con ciclos exclusivos de entrenamiento en los que no se llega al fallo durante periodos iguales (Willardson, Norton, y Wilson, 2010).

8.2 EJERCICIOS CON CARGAS Y TERAPIA ANTIENVEJECIMIENTO

Como hemos podido darnos cuenta un plan conveniente para entrenar la fuerza con el objetivo antienvjecimiento nos lleva a enfocar el trabajo hacia dos manifestaciones de la fuerza la fuerza máxima y la fuerza explosiva.

La programación debe incluir todas las manifestaciones de la fuerza pero con foco en la fuerza máxima y la fuerza explosiva. Deben alternarse períodos que trabajen con métodos diferentes y objetivos concretos para conseguir los efectos deseados.

Los ejercicios para el desarrollo de la fuerza máxima como terapia antienvjecimiento deben ser multiarticulares, siempre con cargas, con el propio peso corporal y con cargas adicionales de acción gravitacional.

Si el sujeto no ha tenido experiencia previa en el levantamiento de pesos debe comenzar con ejercicios de fuerza con autocargas, es decir su propio cuerpo.

Primero controla tu cuerpo, después controla objetos externos. Aquí entrarían ejercicios multiarticulares tipo Free Letics, Calistenia, Astangha Yoga, o Pilates clásico.

A la hora de comenzar a mover objetos de peso las kettlebells son probablemente el mejor objeto externo con el que desarrollar fuerza, potencia, resistencia cardiorrespiratoria y flexibilidad, a la vez. Con estas pesas rusas se pueden realizar ejercicios multiarticulares con facilidad y aparte de los típicos movimientos lentos y controlados, las kettlebells permiten realizar movimientos rápidos, balísticos,



que exigen mayor concentración, trabajo abdominal y de toda la cadena posterior. Se les conoce como el “arma rusa contra la debilidad”.

Seis semanas de autocargas, seguidas de seis semanas de kettlebells sería una manera correcta de comenzar la planificación. Posteriormente seis semanas de ejercicios hasta el fallo serían muy efectivos para desarrollar hipertrofia, consiguiendo así un incremento de la masa muscular.

La fuerza explosiva debe ser trabajada con ejercicios tradicionales en versión explosiva. Sentadilla con salto, Flexión con palmada, Esprintar, lanzamientos con balones medicinales, multisaltos polimétricos. Las kettlebells son una opción muy efectiva para el desarrollo de la fuerza explosiva, en la progresión del entrenamiento.

Cualquier ejercicio de carga es necesario que sea adaptado y dosificado a medida de la persona, para que cumpla su objetivo antienvjecimiento. Hay que tener en cuenta el estado de salud del sujeto sobre todo a nivel articular, ya que es común a partir de la madurez encontrarse con numerosas lesiones en la espalda.

El diseño de las sesiones del programa de entrenamiento de fuerza con objetivo antienvjecimiento requiere el conocimiento y la comprensión de los principios de especificidad, progresión y sobrecarga, basados en la respuesta adaptativa del organismo ante los diferentes modos de carga física, así como del dominio de múltiples estrategias para dominar las variables de programación (FITT) y el control de aspectos mecánicos. De esto se desprende la necesidad de individualizar la dosis y controlarla, de lo contrario no se conseguirán los efectos deseados e incluso podría ser perjudicial para la salud de las personas.



9. CONCLUSIONES

Mi intención ha sido recopilar y reflexionar sobre los avances y posturas que desde las Ciencias de la Actividad Física se vienen aportando al entendimiento del proceso fisiológico del envejecimiento y cómo a través de la práctica de ejercicio físico lograr un envejecimiento exitoso.

He intentado escribir sin caer en la mera descripción de estudios, teniendo en cuenta todas las posturas que existen sobre el tema. Pese a ello, soy consciente de haber utilizado hipótesis discutibles y merecedoras de una investigación mucho más rigurosa.

Ante los avances científicos más recientes, podemos afirmar que el ejercicio físico intencionado, practicado de manera regular, con la progresión conveniente y en la dosis adecuada, es la mejor herramienta disponible para retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento.

Someter el organismo a un programa de entrenamiento planificado, contribuye a mejorar la capacidad funcional de los sistemas orgánicos.

El entrenamiento planificado como terapia antienvjecimiento debe tener en cuenta las características individuales de los sujetos. La edad biológica según el criterio físico, la condición física actual, la experiencia previa, las enfermedades y lesiones limitantes padecidas y las preferencias al tipo de actividad.

Los beneficios del ejercicio físico sobre la condición física de las personas se producen siempre, independientemente de la edad, estado de salud y condición física que la persona posea. Por el contrario, la falta de ejercicio acelera el envejecimiento, y sus consecuencias, una de las cuales es el propio aspecto de la persona.

El ejercicio físico a cualquier edad es posible. Nunca es tarde para empezar.

En resumen, potenciar un buen estado de forma física, constituye, la mejor píldora para luchar contra el proceso de envejecimiento, posibilitando el objetivo de añadir tanto años a la vida como vida a los años.



10. BIBLIOGRAFÍA

American College of Sports Medicine (2013). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. (9ª ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Aparicio García-Molina, V., Carbonell Baeza, A., y Delgado Fernández, M. (2010). Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, (40). Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3634828&orden=292437&info=link>

Araya, S., Padial, P., Feriche, B., Gálvez, A., Pereira, J., y Mariscal-Arcas, M. (2012). Incidencia de un programa de actividad física sobre los parámetros antropométricos y la condición física en mujeres mayores de 60 años. *Nutrición Hospitalaria*, 27(5), 1472-1479.

Baeza, A. C., García-Molina, V. A., y Fernández, M. D. (2009). Involución de la condición física por el envejecimiento. *Apunts.Medicina de l'Esport*, 44 (162), 98-103.

Burke, D. T., Tran, D., Cui, D., Burke, D. P., Al-Adawi, S., y Dorvlo, A. S. (2013). Significant progression of load on the musculoskeletal system with extremely high loads, with rapid weekly weight gains, using the Anatoly Gravitational System, in a 10-week training period. *Journal of Sports Medicine*, 4, 211-219.

Casado, J. M. R., Llera, F. G., y Núñez, J. F. M. (2005). *Geriatría desde el principio* (2ª ed.). Madrid: Glosa.

Castillo-Garzón, M. J., Ortega Porcel, F. B., y Ruiz Ruiz, J. (2005). Mejora de la forma física como terapia anti-envejecimiento. *Medicina Clínica*, 124 (4), 146-155.

Castillo-Garzon, M. J., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., y Gutierrez, A. (2006). Anti-aging therapy through fitness enhancement. *Clinical Interventions in Aging*, 1(3), 213-220. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2695180/>



- Castillo, M. (2007). Ejercicio para (no) envejecer corriendo. En II Congreso internacional de Actividad Física deportiva en mayores. Recuperado de <http://www.uam.es/centros/psicologia/paginas/deporte/documentos/congreso1.pdf>
- Causapie, P. (2011). *Envejecimiento activo*. Libro blanco. Madrid: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad.
- Ciolac, E. G. (2013). Exercise training as a preventive tool for age-related disorders: a brief review. *Clinics*, 68(5), 710-717.
- Colon, C. J. P., Collado, P. S., y González, M. J. C. (2014). Benefits of strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 29 (n 05). doi:10.3305%2Fnh.2014.29.5.7313
- Cordero, A., Masiá, M. D., y Galve, E. (2014) Ejercicio físico y salud. *Revista Española de Cardiología*. doi:10.1016/j.recesp.2014.04.007
- Cristóbal, R. V., González-Moro, I. M., Cárceles, F. A., y Simón, E. R. (2012). Evolution of strength, flexibility, balance, endurance and agility in active older women depending on age. *European Journal of Human Movement*, 29, 29-47.
- de Pinho, R. A., de Araújo, M. C., de Melo, G., y Benetti, M. (2010). Enfermedad Arterial Coronaria, Ejercicio Físico y Estrés Oxidativo. *Arq. Bras. Cardiol.*, 94(4), 531-537.
- 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. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249-256.
- Garatachea, N., Val, R., Calvo, I., y De Paz, J.A. (2004). Valoración de la condición física funcional, mediante el Senior Fitness Test. *Revista Apunts*,(76), 22-26.



- García, R. F., Casinello, M. D. Z., Bravo, M. D. L., Nicolás, J. D., López, P. M. y Del Moral, R. S. (2010). Envejecimiento con éxito: criterios y predictores. *Psicothema*, 22(4), 641-647.
- Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., y Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Journal of Physiology*, 590(5), 1077–1084.
- Gómez-Cabrera, M., Domenech, E., y Viña, J. (2008). Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radical Biology and Medicine*, 44(2), 126-131.
- Gomez, C. (2004). Papel de los radicales libres en el ejercicio físico agotador y Efecto de la administración de antioxidantes. Tesis doctoral. *Facultad CC Actividad Física y Deportes. Universidad de Valencia*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10803/9891>
- Grimsmo, J., Arnesen, H., y Maehlum, S. (2010). Changes in cardiorespiratory function in different groups of former and still active male cross-country skiers: a 28–30-year follow-up study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), 151-161.
- Guerra, L. F. (2006). Ejercicio físico y deporte en los adultos mayores. *GEROINFO-Public Geronto Geriatria*, 1(4). Recuperado de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/gericuba/ejercicio_fisico_y_deporte_en_los_adultos_mayores.pdf
- Guiraud, T., Nigam, A., Gremeaux, V., Meyer, P., Juneau, M., y Bosquet, L. (2012). High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Medicine*, 42(7), 587-605.
- Hawkins, S. A., y Wiswell, R. A. (2003). Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging. *Sports Medicine*, 33(12), 877-888.



- INE. (2004). Proyecciones de la población de España calculadas a partir del Censo de 2001. *Notas de prensa INE*. Recuperado de <http://www.ine.es/prensa/np341.pdf>
- Izquierdo, M., y Aguado, X. (1998). Efectos del envejecimiento sobre el Sistema Neuromuscular. *Archivos de Medicina del Deporte*, 66, 299-306.
- Izquierdo, M., y Hakkinen, K. (2011). Activación neural agonista/antagonista y producción de fuerza durante acciones isométricas y dinámicas: efectos del envejecimiento y de seis meses de entrenamiento de fuerza sobre el sistema neuromuscular. Parte I. *Colección ICD: Investigación en Ciencias del Deporte*, (23)
- Kamel, H. K. (2003). Sarcopenia and aging. *Nutrition Reviews*, 61(5), 157-167.
- Kamel, H. K., Maas, D., y Duthie Jr, E. H. (2002). Role of hormones in the pathogenesis and management of sarcopenia. *Drugs and Aging*, 19(11), 865-877.
- Kovacs, M. S., Buford, T. W., Rossi, S. J., McMillan, J., y Marshall, E. (2011). Estrategias Nutricionales y Función Inmunológica. *PubliCE Standard*. Recuperado de: <https://g-se.com/es/nutricion-deportiva/articulos/estrategias-nutricionales-y-funcion-inmunologica-1325>
- Landinez, N. S., Contreras, K., y Castro, Á. (2012). Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Revista Cubana de Salud Pública*, 38(4), 562-580.
- Lee, I., Hsieh, C., y Paffenbarger, R. S. (1995). Exercise intensity and longevity in men: the Harvard Alumni Health Study. *Jama*, 273(15), 179-1184.
- Lee, H. Y. y Oh, B. H. (2010). Aging and arterial stiffness. *Circulation Journal: Official Journal of the Japanese Circulation Society*, 74(11), 2257-2262. doi:JST.JSTAGE/circj/CJ-10-0910
- Márquez, S. y Garatachea, N. (2010). *Actividad física y salud*. Barcelona: Funiber.



Meyer, K., Samek, L., Schwaibold, M., Westbrook, S., Hajric, R., Lehmann, M., Roskamm, H. (1996). Physical responses to different modes of interval exercise in patients with chronic heart failure--application to exercise training. *European Heart Journal*, 17(7), 1040-1047.

Mora, S., Redberg, R. F., Cui, Y., Whiteman, M. K., Flaws, J. A., Sharrett, A. R., Blumenthal, R. S. (2003). Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: a 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *Jama*, 290(12), 1600-1607.

Pancorbo, A. E. y Pancorbo, E. L. (2011). Dosificación del ejercicio cardiosaludable. *En Actividad Física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis del ejercicio cardiosaludable*. Recuperado de http://www.smhstar.org/archivos/111025_libro_ejercicio_cardiosaludable_CSD.pdf

Pérez, J. (2003). *La madurez de masas*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/MadurezMasas.pdf>

Radak, Z., Chung, H. Y., y Goto, S. (2005). Exercise and hormesis: oxidative stress-related adaptation for successful aging. *Biogerontology*, 6 (1), 71-75.

Radak, Z., Chung, H. Y., y Goto, S. (2008). Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. *Free Radical Biology and Medicine*, 44 (2), 153-159.

Ramírez, F. (2007). El entrenamiento de la fuerza en mayores de 50 años: consideraciones y perspectivas. *Archivos de Medicina*, 3(6). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/503/50330603.pdf>

Reyes, J. J., Rodríguez, C. R. A., y Carrasco, J. R. (2013). La Cultura Física, su impacto en el Adulto Mayor. *Revista Motricidad y Persona*, (13), 85-94.

Robles Cairo, E. E. y Cabrera García, C. E. (2010). *Evaluación del efecto antioxidante del ejercicio moderado y continuo en individuos con*



entrenamiento físico regular. (Tesis doctoral) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Recuperado de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/833>

Salech, M., Jara, L., y Michea, A. (2012). Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(1), 19-29.

Singh, N. A., Stavrinos, T. M., Scarbek, y Galambos, G., Liber, C., y Fiatarone Singh, M. A. (2005). A randomized controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 768-776. doi: 60/6/768

Solà, M., López del Amo, J.L., y Valero, O. (2014). Efecto de 24 semanas de entrenamiento de fuerza a moderada-alta intensidad en ancianos. *Revista Española de Geriatría y Gerontología. Vol. 49, Nº. 3*, 115-120.

Thompson, P.D., Buchner, D., Piña, I.L., Balady, G.J., Williams, M.A., Bess, H., et al. (2003). Exercise and Physical Activity in the Prevention and Treatment of Atherosclerotic Cardiovascular Disease. doi: 10.1161/01.CIR.0000075572.40158.77

Willardson, J. M., Norton, L., y Wilson, G. J. (2010). Entrenamiento hasta el Fallo y Más Allá en Programas Convencionales de Ejercicios con Sobrecarga. Recuperado de <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/articulos/entrenamiento-hasta-el-fallo-y-mas-alla-en-programas-convencionales-de-ejercicios-con-sobrecarga-1283>

Zunzunegui, M. V. y Béland, F. (2010). Políticas intersectoriales para abordar el reto del envejecimiento activo. Informe SESPAS 2010. *Gaceta Sanitaria*, 24, 68-73.