



**FUNDACION H.A.BARCELO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**  
**TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO:** Efectos del entrenamiento aeróbico y de resistencia en el adulto mayor con sarcopenia: Revisión Sistemática.

**AUTOR/ES:**Antagli, Matías Hernán

**ASESOR/ES DE CONTENIDO:**Lic. Zunino, Sonia

**ASESOR/ES METODOLÓGICO:**Lic. Ronzio, Oscar

**FECHA DE LA ENTREGA:** 18-11-2013

**CONTACTO DEL AUTOR:**[mantagli@hotmail.com](mailto:mantagli@hotmail.com)

## RESUMEN

**Introducción:** La sarcopenia es la pérdida de masa muscular asociada al envejecimiento. Es una entidad clínica caracterizada por una disminución generalizada progresiva de la masa muscular esquelética, la fuerza, disminución de la movilidad y la función, cambios fisiológicos y sistémicos. Su progresión se debe a factores controlables del estilo de vida del adulto mayor como ser la falta de actividad física.

**Material y métodos:** El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar los beneficios que genera la actividad física, y entendiendo que si bien existen, diferentes procedimientos para esta entidad, por ejemplo métodos sustitutivos testosterona y otros anabolizantes, tratamientos sustitutivos con hormonas de crecimiento, o sustitutivos con estrógenos, se consideró al entrenamiento aeróbico junto con un trabajo de resistencia como el más efectivo, para mejorar los desordenes patológicos de esta entidad. Se utilizó como procedimiento la recolección de información vía internet, artículos científicos de revistas indexadas en bases de datos: Pub Med, Scielo. Desde enero de 2003 hasta noviembre 2013.

**Resultado:** El entrenamiento de resistencia exclusivamente parece ser muy beneficioso a corto plazo, pero dependiendo de la intensidad puede generar alteraciones de diferente orden en el paciente. Se encontraron pocos artículos que mencionen los beneficios que tiene el entrenamiento aeróbico junto con un trabajo de resistencia, a pesar de ser efectivo, ya que no genera contraindicaciones, y su principal beneficio es que mejora la funcionalidad del adulto mayor.

**Discusión y conclusión:** en base a lo investigado la actividad física es ampliamente beneficiosa. Sin embargo, se debe hacer la siguiente salvedad, que el entrenamiento de resistencia es, muy beneficioso a corto plazo pero dependiendo de la intensidad, puede generar alteraciones de diferente orden. Es por ello considero que el entrenamiento aeróbico junto con un trabajo de resistencia, son tan importantes porque genera efectos similares para aumentar la funcionalidad, pero sin contraindicaciones.

**Palabras clave:** Ejercicios Físico. Sarcopenia. Pérdida muscular.

## ABSTRACT

**Introduction:** Sarcopenia is the loss of muscle mass associated with aging. It is a clinical entity characterized by a generalized progressive decrease in skeletal muscle mass, strength, decreasing mobility and function, and systemic physiological changes. Their progress is due to controllable lifestyle factors of the elderly age such as lack of physical activity.

**Material and methods:** The aim of this systematic review was to analyze the benefits generated by physical activity, and understanding that while there, different procedures for this entity, such alternative methods and other anabolic testosterone, replacement therapy with growth hormones, or estrogen replacement was considered to aerobic training along with work as the most effective resistance to improve pathological disorders of this entity. Procedure was used as data collection via the Internet and scientific magazine's articles indexed in databases (e.g.: PubMed & SciELO), from January 2003 till November 2013.

**Results:** Resistance training appears to be very beneficial exclusively in the short term, but depending on the intensity can generate alterations of different order in the patient. Many articles were found mentioning the benefits that aerobic training with resistance

work brings, despite being effective because it does not generate counter-indications, and its main benefit is that it improves the functionality of the elderly.

**Discussion and conclusion:** Investigation based on what physical activity is widely beneficial. However, you must make the proviso, that resistance training is very beneficial in the short term but depending on the intensity, can produce alterations of different order. That is why I believe that aerobic training with resistance work are so important because it generates similar effects to increase functionality, but without counter-indications.

**Key-Words:** *Exercise. Sarcopenia. Muscle loss*

## INTRODUCCIÓN

La sarcopenia es la pérdida de masa muscular asociada al envejecimiento, este término, es acuñado por IH Rosenberg en 1989, proviene de las palabras griegas *sarx* (carne) y *Penia* (la pérdida). Es una entidad clínica caracterizada por una disminución generalizada progresiva de la masa muscular esquelética, la fuerza, disminución de la movilidad y la función, aumento de la fatiga, y se asocia a cambios fisiológicos y sistémicos, a nivel del tejido muscular, hormonal, aumento de la actividad inflamatoria y el stress oxidativo, generando un mayor riesgo de caídas, con consecuencias graves para la salud en términos de fragilidad, discapacidad, morbilidad (obesidad y osteoporosis DBT2) y mortalidad(1-8).

A nivel fisiológico se observan múltiples factores: sistema nervioso (pérdida de unidades motoras alfa), muscular pérdida de la calidad y de la masa muscular, humorales (descenso de las hormonas anabolizantes como la testosterona, estrógenos y GH, y las interleukinas y de estilo de vida (aquí se incluye a la actividad física)(4, 6).

La progresión de la sarcopenia también se debe a factores controlables del estilo de vida del adulto mayor como ser la falta de actividad física, ejercicio, la nutrición, tabaquismo y el consumo de alcohol(1-3, 5, 7-9).

Se estima que a partir de los 60 años de edad la pérdida de la masa muscular se acelera en un 2% anual y la pérdida de fuerza muscular se estima en un 3% anual. Esto genera un costo atribuible en los EE.UU en 2000 de mil millones de dólares (10.8 mil millones de dólares en los hombres y 7.7 millones de dólares en mujeres). En 2030 se estima que el 20% de la población de EE.UU tendrá más de 65 años. En los 27 Estados miembros de la Unión Europea, el porcentaje de personas mayores de 65 años calculado en 2008 fue de 17.5% de la población, y aumentará en 2035 el 25.4 % y a 30% en 2060. En Brasil el aumento de la población anciana sigue la tendencia mundial, y en los últimos 60 años ha aumentado de un 4% a 9%(2, 6, 9, 10).

Se define a la actividad física como cualquier movimiento producido por la contracción de los músculos esqueléticos que aumentan el gasto de energía(9).

Según la fisiología del ejercicio, se clasifica al ejercicio como aeróbico y de resistencia. El ejercicio aeróbico es un ejercicio de baja intensidad que depende de la generación de energía aeróbica como por ejemplo, correr o montar una bicicleta. Por el contrario, el ejercicio de resistencia el paciente ejerce fuerza contra una creciente carga externa. De esta manera, mejoró la funcionalidad del adulto mayor aumentando su fuerza y funcionalidad, disminuye el riesgo de caídas, logrando una mayor independencia AVD(1-3, 5, 9, 11).

El entrenamiento físico con ejercicios de resistencia en ancianos: incrementa la masa muscular, mejora el equilibrio y la fuerza(12).

El objetivo de esta revisión sistemática es analizar que la actividad física es el principal tratamiento para disminuir los efectos de la sarcopenia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar los beneficios que genera la actividad física, específicamente del ejercicio aeróbico junto con un trabajo de resistencia, en el adulto mayor con sarcopenia, y entendiendo que si bien existen diferentes tratamientos para esta entidad, como por ejemplo tratamientos con ejercicios aeróbicos exclusivamente, métodos sustitutivos testosterona y otros anabolizantes, tratamientos sustitutivos con hormonas de crecimiento, o sustitutivos con estrógenos, se consideró al entrenamiento aeróbico junto con un trabajo de resistencia como el más efectivo, para mejorar los desordenes patológicos de esta entidad.

Se utilizó como procedimiento la recolección de información vía internet, artículos científicos de revistas indexadas en bases de datos: PubMed, Scielo. Desde enero de 2003 hasta noviembre 2013.

Se recurrió a la escala de validación de artículos *Scottish Intercollegiate Guidelines Network*(SIGN).

Se ingresó el día 5 de enero de 2013 a la base de datos PubMed se obtuvieron los siguientes resultados:

- “*Sarcopenia*” : se obtuvieron 640 resultados.
- “*Sarcopenia muscle*” : se obtuvieron 1700 resultados.
- “*Sarcopenia elderly*” : se obtuvieron 1280 resultados.
- “*Sarcopenia exercise*” : se obtuvieron 640 resultados.

El saldo total de artículos que arrojó la búsqueda fueron 4260, en base a los siguientes criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 15 artículos:

**Criterios de inclusión:** Ensayos clínicos y revisiones sistemáticas acerca de los efectos y la influencia sobre la masa muscular y la fuerza del entrenamiento físico aeróbico junto con un trabajo de resistencia en el adulto mayor, artículos de menos de 10 años, y artículos *full text*.

**Criterios de exclusión:** Artículos científicos que superan los 10 años de antigüedad. Artículos científicos de estudios con animales. Estudios que relacionan la sarcopenia con el cáncer, artículos pagos, sarcopenia en jóvenes por decúbitos prolongados, artículos que no sean *full text*.

## RESULTADOS

Niveles de evidencia, se utiliza escala *Scottish Intercollegiate Guidelines Network*(SIGN)

Autor	Año	Tipo de estudio	Grado de evidencia	Tema investigado	Nivel de efectividad aportado
De Araujo Silva TA, <i>et. al</i>	2006	Revisión sistemática	2++	Aspecto etiológicos y terapéuticos de la sarcopenia	Alto
Viana, JU, <i>et al</i>	2013	Estudio transversal	2++	Indicadores de la sarcopenia y su influencia en la funcionalidad	Bajo
Ron O <i>et. a</i>	2012	Revisión sistemática	2++	Aspectos etiológicos, prevención y tratamiento	Bajo
Casas Herrero A <i>et. al</i>	2012	Revisión sistemática	2++	Componentes óptimos de un programa de fuerza	Medio
Horiuchi M <i>et. al</i>	2012	Revisión sistemática	2++	Entrenamientos aeróbicos y de resistencia	Alto
Burgos Pelaez R <i>et. al</i>	2006	Revisión sistemática	2++	Múltiples tratamientos de la sarcopenia	Alto
Vásquez Morales A <i>et. al</i>	2013	Revisión sistemática	2++	Efecto de los suplementos nutricionales combinado con el ejercicios en adultos mayores	Bajo
Ozaki H <i>et. al</i>	2008	Revisión sistemática	2++	Efectos del ejercicio ambulatorio	Medio
Sakuma K <i>et. al</i>	2012	Revisión sistemática	2++	Intervención Hormonal	Medio

En base a los artículos analizados, los autores coinciden en que la actividad física es ampliamente beneficiosa y un correcto tratamiento para el adulto mayor con sarcopenia. Hay discusiones en cuanto a que tipo de actividad física es más beneficiosa para el tratamiento de esta entidad. El entrenamiento de resistencia exclusivamente parece ser muy beneficioso a corto plazo, pero dependiendo de la intensidad puede generar alteraciones de diferente orden en el paciente, y de hecho no se puede aplicar en adultos mayores frágiles, salvo con intensidades bajas. El entrenamiento aeróbico durante más de medio año puede aumentar el tamaño del músculo de la pierna en aproximadamente un 1% por mes para los adultos mayores. Se encontraron pocos artículos que mencionen los beneficios que tiene el entrenamiento aeróbico junto con un trabajo de resistencia.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El envejecimiento es un fenómeno complejo, sin embargo actualmente se tiene un pobre e incompleto conocimiento de los mecanismos moleculares implicados post maduración. Uno de los mecanismos que se han estudiado es el descenso de las

hormonas gonadales acompañado de mediadores inflamatorios que puede actuar como citoquinas catabólicas para el músculo. El déficit de hormona de crecimiento también está implicado en la etiopatogenia de la sarcopenia, de forma sinérgica con el incremento de mediadores inflamatorios y con el déficit de las hormonas gonadales(6, 12).

El objetivo de esta revisión sistemática es analizar los beneficios que genera la actividad física, específicamente del ejercicio aeróbico junto con un trabajo de resistencia, en el adulto mayor con sarcopenia, y entendiendo que si bien existen diferentes tratamientos para esta entidad, como por ejemplo, tratamiento con ejercicios aeróbicos, tratamientos sustitutivos con testosterona, tratamientos sustitutivos con hormonas de crecimiento, o sustitutivos con estrógenos, tratamientos con suplementos proteicos y ejercicios de resistencia, ejercicios físicos de resistencia exclusivamente, se considera al entrenamiento aeróbico junto con un trabajo de resistencia como el más efectivo, para mejorar los desórdenes patológicos de esta entidad(8, 9, 12-14).

### **Tratamiento con ejercicios aeróbicos**

Algunos estudios han realizado entrenamientos aeróbicos exclusivamente (como trotar y caminar). Schwartz et. ha demostrado que caminar y trotar , 5 días a la semana durante 27 semanas , no cambiaron la musculatura del muslo en hombres jóvenes, pero aumento significativamente la musculatura del muslo( 9%) para hombres mayores. Coggan et, ha demostrado que caminar y trotar, 4 días a la semana durante 9-12 meses, aumentaron significativamente (6%-18%) el tamaño de las fibras de los músculos gemelos en hombre y mujeres mayores . Es posible que con entrenamientos durante más de medio año puedan aumentar el tamaño del musculo de la pierna en aproximadamente un 1% por mes para los adultos mayores. Otro de los beneficios es que mejora el consumo máximo de oxígeno (VO2 máx.) en los hombres y mujeres mayores, esto genera una mejora a nivel cardiorespiratorio y también aumentar la funcionalidad(6, 14).

### **Tratamientos sustitutivos con testosterona**

Según el estudio de Burgos Peláez, R. la menor concentración de testosterona se asocia con una menor masa libre de grasa, menor masa muscular esquelética apendicular y una menor fuerza en varones hipogonadales. En adultos mayores la concentración de testosterona disminuye con la edad, la prevalencia de hipogonadismo es de 20% en hombres mayores de 60 años y, de un 50% en varones mayores de 80 años. En jóvenes hipogonadales el tratamiento con testosterona genera una reducción de los síntomas antes mencionados. Sin embargo, en el adulto mayor genera riesgo sobre la próstata, enfermedades cardiovasculares, apneas de sueño, incremento de la masa eritrocitaria, retención de fluidos y originar ginecomastia(6, 12, 15).

### **Tratamiento sustitutivo con hormona de crecimiento humana (hgh)**

La población anciana es HGH- deficiente, por tal motivo se ha hipotetizado que el tratamiento con HGH puede ser útil para tratar la sarcopenia. Sin embargo, este tipo de tratamiento no incrementa la masa muscular, ni la fuerza. Si bien se obtienen mejorías biológicas, no son acompañados de un incremento en la fuerza ni en las actividades de la vida diaria. Además se han estudiado efectos secundarios como: Síndrome de túnel carpiano, ginecomastia, Hiperglucemia (triplica la secreción de insulina durante la sobrecarga de glucosa), retención de fluidos (edema en extremidades), artralgias, hipotensión ortostática(6, 12, 15).

### **Tratamiento sustitutivo con estrógenos**

La menopausia se asocia con una reducción en la masa magra y en la densidad mineral ósea, y a su vez se relacionan con la pérdida estrogénica, las mujeres con osteoporosis tienen una menor masa muscular esquelética apendicular en comparación con controles sin osteoporosis. Los resultados de este tratamiento en mujeres postmenopáusicas, han arrojado como resultado que en dosis bajas de estradiol (0.25mg) no han modificado la masa muscular esquelética apendicular tras 6 meses de tratamiento, ni tampoco ha mejorado la actividad física en mujeres mayores a 65 años(6, 12, 15).

### **Tratamiento con suplementos proteicos y ejercicios de resistencia**

En este caso se combinan suplementos proteicos como aminoácidos, creatina, vitamina D y calcio. Los aminoácidos tienen un papel anticatabólico promoviendo la síntesis proteica e inhibiendo las vías proteolíticas intracelulares, mejorando la masa muscular pero no así su fuerza, su ingesta es posterior a ejercicios de resistencia de alta intensidad, lo que podría generar en el adulto mayor alteraciones traumatológicas y cardiovasculares(6, 10, 12).

### **Ejercicios de resistencia exclusivamente**

El entrenamiento físico de resistencia en ancianos genera los siguientes beneficios: mejora masa muscular, la fuerza, el equilibrio y la resistencia, sin embargo estos beneficios son importantes pero con altos niveles de intensidad entre 70-80% (porcentaje de fuerza dinámica máxima correspondiente al peso con el que se podrían efectuar un máximo de 8 a 12 repeticiones) durante 10-12 semanas, en donde en las primeras semanas se logra un cambio significativo a nivel del sistema nervioso, por la activación de la musculatura agonista y antagonista, y a partir de la semana 6-7 se observa la hipertrofia muscular. Sin embargo, algunos clínicos se muestran reticentes a recomendar este tipo de entrenamiento en ancianos frágiles ya que suelen ser demasiado intensos y fatigantes, y causar lesiones por sobreentrenamiento y sobrecarga, así lo establece el Colegio Americano de Medicina del Deporte, recomienda intensidades menores para ancianos, especialmente si son frágiles deben comenzar realizando entre 8-10 repeticiones con un peso que pudieran realizar 20 repeticiones máximas, ya que si bien no genera una mejora significativa en la fuerza, sí en su funcionalidad(6, 10, 12).

### **Entrenamiento aeróbico combinado con entrenamiento de resistencia**

Tanto el entrenamiento aeróbico y el entrenamiento de resistencia (combinados) puede mejorar la tasa de disminución de la masa muscular y la fuerza. El entrenamiento aeróbico genera movimientos musculares durante periodos prolongados de tiempo, es probable que contribuya menos a la hipertrofia muscular, pero puede aumentar el área de sección transversal de las fibras musculares, volumen mitocondrial, la actividad enzimática, y la función arterial reduciendo la grasa intramuscular y de esta manera mejorar la funcionalidad muscular. Curiosamente, varios estudios han demostrado los efectos anabólicos de entrenamiento aeróbico, Robinson ha demostrado que 6 semanas de entrenamiento aeróbico en adultos mayores, dieron lugar al aumento a largo plazo de la síntesis de proteínas muscular. Timmerman ha señalado que el entrenamiento aeróbico, mejora el suministro de nutrientes para el aumento anabólico. El Entrenamiento de resistencia tiene un mayor efecto sobre el aumento de la masa y la fuerza muscular y atenúa el desarrollo de sarcopenia, estimulando directamente la síntesis de proteínas musculares(9-11, 14).

De esta manera un tratamiento con ejercicios de resistencia de baja intensidad combinado con entrenamiento aeróbico (marcha o bicicleta), generan hipertrofia muscular y ganancia de fuerza, al igual que los entrenamientos de resistencia de intensidad media, pero a diferencia de estos no generan lesiones musculares, fracturas, exacerbación de enfermedades articulares(9-11, 14).

En conclusión, teniendo en cuenta la pluripatología y la polifarmacia presente en un gran porcentaje de los adultos mayores, es que se recomienda al entrenamiento aeróbico combinado con ejercicios de resistencia como el más efectivo, siempre con previa evaluación clínica, ya que es el que, en contraposición de los otros posibles, posee las menores contraindicaciones, y efectos adversos. Hay varios factores etiológicos implicados en la patogénesis de la sarcopenia. Sin embargo, no se ha establecido una relación causal clara, se necesita el desarrollo de estudios longitudinales para poder entender mejor la fisiopatología, y de esta manera establecer optimización de medidas terapéuticas.

A largo plazo, contribuye a mantener la independencia del paciente en sus A.V.D., estimulando su integración familiar y social.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pereira AF, Silva AJ, Matos Costa A, Monteiro AM, Bastos EM, Cardoso Marques M. Muscle tissue changes with aging. *Acta medica portuguesa*. 2013;26(1):51-5. Epub 2013/05/24.
2. Sakuma K, Yamaguchi A. Sarcopenic obesity and endocrinal adaptation with age. *International journal of endocrinology*. 2013;2013:204164. Epub 2013/05/22.
3. Sayer AA, Robinson SM, Patel HP, Shavlakadze T, Cooper C, Grounds MD. New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia. *Age and ageing*. 2013;42(2):145-50. Epub 2013/01/15.
4. Serra Rexah JA. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. *Nutricion hospitalaria*. 2006;21:46-50.
5. Tung EE, Chen CY, Takahashi PY. Common curbsides and conundrums in geriatric medicine. *Mayo Clinic proceedings Mayo Clinic*. 2013;88(6):630-5. Epub 2013/06/04.
6. de Araujo Silva TA, Junior AF, Pinheiro MM, Szejnfeld VL. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. *Rev Bras Reumatol*. 2006;46(6):391-7.
7. Gschwind YJ, Kressig RW, Lacroix A, Muehlbauer T, Pfenninger B, Granacher U. A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength / power, and psychosocial health in older adults: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC geriatrics*. 2013;13(1):105. Epub 2013/10/11.
8. Viana JU, Silva SL, Torres JL, Dias JM, Pereira LS, Dias RC. Influence of sarcopenia and functionality indicators on the frailty profile of community-dwelling elderly subjects: a cross-sectional study. *Brazilian journal of physical therapy*. 2013;17(4):373-81. Epub 2013/08/24.
9. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Lifestyle and sarcopenia-etiology, prevention, and treatment. *Rambam Maimonides medical journal*. 2012;3(4):e0024. Epub 2013/08/03.
10. Casas Herrero A, Izquierdo M. Ejercicio físico como intervención eficaz en el anciano frágil. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2012;35:69-85.
11. Horiuchi M, Okita K. Blood flow restricted exercise and vascular function. *International journal of vascular medicine*. 2012;2012:543218. Epub 2012/11/08.
12. Burgos Peláez R. Enfoque terapéutico global de la sarcopenia. *Nutricion hospitalaria*. 2006;21:51-60.
13. Vasquez-Morales A, Wanden-Berghe C, Sanz-Valero J. [Exercise and Nutritional Supplements; Effects of Combined Use in People over 65 Years; a Systematic Review.]. *Nutricion hospitalaria*. 2013;28(4):1077-84. Epub 2013/07/31. Ejercicio físico y suplementos nutricionales; efectos de su uso combinado en las personas mayores de 65 años; una revision sistematica.
14. Ozaki H, Loenneke JP, Thiebaud RS, Stager JM, Abe T. Possibility of leg muscle hypertrophy by ambulation in older adults: a brief review. *Clinical interventions in aging*. 2013;8:369-75. Epub 2013/04/11.
15. Sakuma K, Yamaguchi A. Sarcopenia and age-related endocrine function. *International journal of endocrinology*. 2012;2012:127362. Epub 2012/06/13.