

Mayores: Envejecimiento, motricidad humana y salud. Salud funcional y prevención de caídas

Ana Pereira

Instituto Politécnico de Setúbal (Portugal)

Mário Marques

Universidade da Beira Interior (Portugal)

António Silva

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal)

1. *Introducción*
2. *El envejecimiento*
3. *Teorías genéticas*
4. *Teorías estocásticas*
5. *Etiología de la sarcopenia*
6. *Riesgo de caída*
7. *Evaluación del riesgo de caídas*
8. *Las estrategias de prevención*
9. *Entrenamiento de fuerza*
10. *Cambios musculoesqueléticos relacionados con el envejecimiento*
11. *Recomendaciones para el entrenamiento de fuerza en los adultos mayores*
12. *El entrenamiento de fuerza explosiva*
13. *Finales consideraciones*
14. *Referencias bibliográficas*

1. INTRODUCCIÓN

Envejecimiento se asocia con atrofia muscular y capacidad funcional disminuida, resultando en pérdida de rendimiento y la capacidad para llevar a cabo las tareas diarias (Pereira et al., 2012; Beyer et al., 2007). En la población de edad avanzada, el deterioro de la capacidad funcional para impedir la independencia familiar, agrega un conjunto de consecuencias nocivas sobre el mismo y sobre el sistema de salud (American Geriatrics Society 2011, Gillespie et al., 2009). Estudios recientes muestran que más de la mitad de la población de los países industrializados es decir parcial o completa la asistencia necesaria para llevar a cabo al menos una de las actividades de la vida diaria. Sin embargo, las intervenciones genéricas sobre la discapacidad funcional en los ancianos son menos fructíferas que las acciones de prevención, que se concentran específicamente desactivación de enfermedades. Sin embargo, es necesario un conocimiento más amplio de los factores que conducen a la situación de discapacidad. Para que las estrategias preventivas pueden ser más eficientes y aumentar la calidad de vida y apoyar a los factores envejecimiento retardantes.

En este capítulo que consideramos la contribución fundamental de entrenamiento para conciliar los principios básicos de promoción de la fuerza, que abarca la protección y prevención. En particular, prestar atención a la discusión del problema de las cataratas que se producen con los ancianos. Las cataratas en sí mismo se presentan como un gran problema. Sin embargo, cuando el segmento de edad avanzado, se vuelve hacia fuera que este problema tiene mayor proporciones.

La cuestión de las caídas se convirtió en un aspecto central ya que los datos epidemiológicos si presentan como significativos en diversas partes del mundo, para distintas clases sociales, etnias o mismo género. Buscaremos entender la prevención de caídas como una forma de promoción de la salud de los adultos mayores. Destacamos la importancia de estrategias que sigan los principios de la promoción de la salud: la prevención, la protección y la educación para la salud, en la intención de disminuir la incidencia de los episodios de caídas.

Este trabajo tiene por objetivo demostrar la importancia de la prevención de caídas y reforzar la necesidad de prevención. Presentamos sugerencias que considera al entrenamiento de la fuerza como estrategias pedagógicas y funcionales para la mejora de la calidad de vida en las personas mayores y la disminución del riesgo de caída.

2. EL ENVEJECIMIENTO

La velocidad del envejecimiento del organismo resulta de la interacción entre el genoma y factores estocásticos. Si se reduce la capacidad de adaptación del organismo o los procesos estocásticos acelerados, el resultado puede ser un desequilibrio por el aumento de la susceptibilidad a acumular las lesiones celulares, que se manifiesta en el fenómeno de envejecimiento celular y tejido orgánico. Para ello, es necesario entender los mecanismos biológicos específicos que causan la pérdida progresiva de funcionalidad con la edad. Las múltiples teorías biológicas del envejecimiento, se centran en factores genéticos o estocásticos.

3. TEORÍAS GENÉTICAS

Se caracterizan por la participación significativa de los genes en el proceso de envejecimiento.

3.2. Teoría de la Velocidad de la Vida

Afirma que la longevidad es inversamente proporcional a la tasa metabólica. Varios estudios han demostrado que la vida era inversamente proporcional a la temperatura ambiente, es decir los estudios con la mosca *Drosophila melanogaster*. Exposición a altas temperaturas se incrementarán la tasa metabólica, provocando una rápida reducción de la capacidad de producir energía, considerando genéticamente limitado, así que habrá aumentado la mortalidad. De esta manera la longevidad fue explicada por el hecho de que los animales más pequeños tienen típicamente una mayor tasa metabólica basal y vida útil más corta (Cutler, 1986; Tatar, Khazaeli, y Curtsinger, 1997). Sin embargo, a pesar del desarrollo de fórmulas cada vez más complejas, esta teoría ha sido sucesivamente reformada, teniendo en cuenta distintos índices metabólicos, tales como el consumo de oxígeno. Constituyendo el factor de temperatura corporal al menos contribuye a las diferencias en la longevidad.

Más tarde, el aumento de la producción de especies reactivas del oxígeno como variable dominante en influencia metabólica en longevidad. Diversos mecanismos del estrés oxidativo pueden ser responsables de aumento celular y daño tisular, dando lugar a mayor desequilibrio interno.

3.3. Teoría de Envejecimiento Celular

Desde la perspectiva de la evolución de las teorías gerontológicas, un conjunto de estudio estudia el fenómeno del envejecimiento celular.

Inicialmente, se determinó que cuando las células mantienen en medio de cultivo, eran inmortales y sólo reaccionan en interacción fisiológica cuando organizó en tejidos u órganos y por lo tanto no sería posible estudiar el fenómeno de envejecimiento a nivel de la célula. Sin embargo, más tarde, la causa de la no funcionalidad podría estar relacionada a otros factores, el tipo de célula y el medio de cultivo.

Luego, viene la prueba que somático células mitóticas tienen una capacidad limitada para duplicar, determinándose genéticamente variando con la longevidad de las especies (Rose, 1991). De esta manera, la investigación científica ha avanzado en el estudio de los genes en gémis, responsables del fenómeno del envejecimiento (Curtsinger et al., 1995). La existencia de un solo gen responsable del envejecimiento no es demostrable, pero continúan siendo identificados algunos genes relacionados con enfermedades específicas de avanzada edad.

3.4. Teoría de los Telómeros

La vida útil de las células eucariotas y la capacidad de las células cancerosas para superarlo, pueden confiar en los telómeros (Marx, 1994). Estas estructuras tienen secuencias de nucleótidos que se encuentran en los extremos de los cromosomas, los protege de su degeneración y fusión con otros cromosomas, prevenir la inestabilidad (Blackburn, 1997; Cech 1994; Itahana Dimri, y Campisi, 2001; Kurenova y Mason, 1997; Mu y Wei, 2002). En ausencia de la telomerasa, una enzima que añade bases de sucesivas repeticiones del ADN telomérico a los telómeros, las células humanas dejan de dividirse cuando mirando hacia el futuro, fusionándose con otros cromosomas (Itahana et al., 2001).

Varios estudios han demostrado que el acortamiento progresivo de los telómeros puede ser la causa de la menor longevidad. Sin embargo, el fenómeno del envejecimiento es

debido a la acumulación de lesiones sucesivas celular inducida por factores de naturaleza química o mecánica, así como por incapacidad para reparar el daño celular. Así, el acortamiento de los telómeros puede ser uno de los fenotipos de envejecimiento biológico entre cambios funcionales de trastornos de la proteína, neuro-endocrino e inmune.

3.5. Teoría de Mutagénesis Intrínseca

Esta teoría considera que la longevidad de las diferentes especies difiere debido a una constitución genética específica que regula su replicación (Burnet, 1974). Sin embargo, si ese fuera el caso, ocurrirían una serie de errores en la síntesis de proteínas debida, así que si cambios la mayoría pasan por acciones y oxidación de la glicosilación, esta teoría en su globalidad no parece explicar el fenómeno de envejecimiento ya que hay evidencia poco experimental para probar (Cristofalo, 1994; Finch, 1994).

3.6. Teoría Neuro-endocrino

Es de los más significativos en el estudio del envejecimiento, señalando que es el resultado de la caída de varias hormonas de la hipotálamico-pituitario-suprarrenal secretada en el torrente sanguíneo bajo la influencia de los neurotransmisores y neuropeptidos que diferentes sistemas de control (Levin, 2001; Miller, 1994). Esta teoría sostiene que la actividad del hipotálamo depende de la expresión de genes específicos, que independientemente de la influencia de factores estocásticos, cambiar su expresión con la edad, haciendo un conjunto de funciones depende directamente del sistema neuro-endocrino (Sonntag et al., 1999; Jiang, Tsien, Schultz, y Hu, 2001).

Así, los cambios neuro-endocrino en incluso no pueden ser la causa, sino una manifestación del proceso de envejecimiento que, por cambios hormonales acelerar este proceso.

Varios factores estocásticos, la pérdida de células cerebrales, defecto genético o producción de ROS, conducir a una disminución progresiva en función de los tejidos y acentúa el fenómeno del envejecimiento y la progresión de la enfermedad (Terry y Halter, 1994).

3.7 Teoría Inmune

Dentro de las teorías genéticas, esta es la última e incluye cambios en las respuestas inmunes asociadas con la vejez (Walford, 1969). Con el aumento de edad hemos visto varios aspectos de la protección inmunitaria que disminuyen la defensa del cuerpo capacidad, desde la formación de autoanticuerpos, disminución de respuesta de las células T y menor resistencia a infecciones y enfermedades (Miller, 1996).

Finalmente, dentro de las teorías genéticas, el papel de los telómeros podría explicar, por ejemplo, el envejecimiento de los distintos sistemas que interfieran con el sistema neuro-endocrino y la eficiencia del sistema de defensa del cuerpo (Miller, 1996; Ohkusu-Tsukada, Tsukada, y Isobe, 1999). Pero, los mecanismos que controlan el ciclo celular pueden ser afectados por factores estocásticos (Fujita, 1999), superposición de factores de regulación genética del fenómeno del envejecimiento.

4. TEORÍAS ESTOCÁSTICAS

Sugieren que la pérdida de funcionalidad durante el envejecimiento es causada por la acumulación aleatoria de las lesiones asociadas con la acción del medio ambiente.

4.1. Teoría de mutación somática

Esta teoría da que las dosis de radiación sub-letales a menudo van acompañadas de una reducción en el tiempo que vivo (Curtis, 1963). Estudios iniciales con ratas muestran la mortalidad temprana después de las radiaciones ionizantes no habrán sido causada por el proceso de envejecimiento, sino el desarrollo de enfermedades neoplásicas que causó la muerte de los animales (Wei et al., 1998). Inducen a estas radiaciones o enlaces rompen dimerización de bases pirimidinas adyacentes de ADN, causando mutaciones que resuenan en la síntesis y función de proteínas. Los efectos de la radiación y la forma en que el cuerpo reacciona a mí su agresión fueron objeto de estudio de otras teorías, como la "teoría del ADN de reparación" y la "teoría del estrés oxidativo".

4.2. Teoría de Error-catástrofe

Señala que los errores en la síntesis de una proteína pueden ser utilizados en la síntesis de otras proteínas, conduce a una progresiva disminución de la fidelidad y la posible acumulación de proporciones letal proteína. Así que, después de varios estudios que se puede concluir que la capacidad de eliminar las proteínas alteradas se compromete en las células envejecidas, contribuyendo así a su acumulación progresiva (Pawelec, Remarque, Barnett, y Solana, 1998; Stadtman, 1992).

4.3. Teoría de reparación del ADN

Parece la tasa de reparación del ADN determinar la vida de los individuos. En otras palabras, es decir, disminuyendo la capacidad de reparación del ADN con el adelanto de la edad puede ser una consecuencia del fenómeno de envejecimiento y no una causa de ello, puesto que su importancia se reduce a sólo un tipo particular de células y tejidos (Hart, Setlow, 1974; Hanawalt, Gee, y Ho, 1990; Pero et al., 1990).

4.4. Teoría de enlaces rotos

Esta teoría postula que un incremento en la descomposición de las proteínas por enlaces de glicosilación (como el colágeno y la elastina) puede ser una de las causas del fenómeno de envejecimiento celular (Cristofalo, Gerhard, y Pignolo, 1999; Lee y Cerami, 1990).

4.5. Teoría de glicosilación

Sugiere que la modificación de proteínas por glucosa conduce a la formación gradual de enlaces cruzados de colágeno que son característicos en individuos mayores. Conduce a un deterioro estructural y funcional de los tejidos (Vlassara, 1990; Hayoz, Ziegler, Brunner, y Ruiz, 1998; Umminger, 1975).

4.6. La teoría del estrés oxidativo

El fenómeno del envejecimiento es el resultado de la acumulación de lesiones moleculares causadas por reacciones de radicales libres en los componentes celulares a lo

largo de sus vidas, llevando a la pérdida de funcionalidad y enfermedad con aumento de la edad, llevando a la muerte. Los radicales libres son un grupo de químicos que contienen uno o más electrones en orbital desparejados, que les confiere una gran inestabilidad química (Harman, 1956; Becerro, Miquel, 2002). Existen en abundancia en la naturaleza, sin embargo, que debido a su alta toxicidad biológica han adquirido mayor importancia son radicales libres de oxígeno. Hay otros, pero la característica común de todas estas especies es la capacidad de reaccionar con otros compuestos de generación de radicales libres.

Teniendo en cuenta esta característica, se refieren a menudo como especies reactivas oxígeno (ERO), incluyendo en la misma categoría de radicales libres de oxígeno y otras moléculas altamente reactivas, creando potencialmente radicales libres (Halliwell, 1991; Halliwell y Gutteridge, 1989). La identificación de estas y otras especies reactivas y reconocimiento de los procesos antioxidantes y sistemas de reparación conducido a reformulaciones en "radical libre teoría" con la aparición del concepto de estrés oxidativo (Yu, 1996) que consiste en un desequilibrio entre oxidantes y antioxidantes a favor de la primera (Shadel y Clayton, 1997). La acumulación de estas moléculas con la edad en las células y los tejidos, resultante de un aumento en la producción de ROS, mitocondrias.

Así, según teorías estocásticas y genéticas, es esencial para entender que hay una interrelación entre los factores que influyen en la crianza, entre las causas y consecuencias.

5. ETIOLOGÍA DE LA SARCOPENIA

El envejecimiento es la acumulación de fenómenos biológicos que ocurren en el tiempo. Si definimos el envejecimiento como la pérdida de habilidades para adaptarse al medio, entonces la edad biológica y funcional se convierte en la forma más apropiada para medir el envejecimiento y sus adaptaciones (Rosenberg, 1997).

Como resultado del proceso normal de envejecimiento es la pérdida de masa muscular, y generalizada y progresiva disminución de fuerza, tradicionalmente definida por sarcopenia. Estos fenotipos son los más comúnmente reconocidos y estudiados en relación con la sarcopenia, con herencia oscilan entre 30 y 85 para la fuerza muscular y 45-90 para el músculo masa (Janssen, Baumgartner, Ross, Rosenberg, y Roubenoff, 2004; Lang et al., 2010).

Numerosos estudios coinciden en que la sarcopenia no puede ser ejemplificado por un solo factor, sino por el contrario, una compleja relación doble entre lo muscular (miopatía) y los nervios (neuropatía) y sus cambios y descensos para estos dos sistemas fisiológicos resultantes de la reducción de la actividad física.

Con el aumento de edad, se producen cambios en las fibras musculares y el número de fibras, estas siendo probables razones de la disminución del músculo masa. Algunos estudios reportan que las fibras de tipo I (contracción lenta, aeróbica) son resistentes a atrofiarse hasta por lo menos edad 60 y 70 años, mientras que el tipo II (contracciones rápidas, anaerobios), fibras declive con la edad. Una de las manifestaciones más notables de la pérdida de músculo masa es la disminución de la capacidad de producción de la fuerza. Para resumir los factores asociados con la atrofia de los músculos relacionados con el envejecimiento, debemos considerar donde diversos cambios ocurren en individuos a las personas y también entre diferentes grupos musculares (Aagaard, Suetta, Caserotti, Magnusson, y Kjaer, 2010). Otro factor a considerar en los cambios musculoesqueléticos observado, secundaria orientada, pero que nos da un considerable desequilibrio en los resultados, son los factores externos: deficiencia nutricional, cambios endocrinos y falta de

actividad física regular. ¿Si incrementar resultados edad en declive del músculo masa y su función, puede un programa adecuado de beneficio de entrenamiento de fuerza para el envejecimiento del individuo?

Es bien sabido que el desarrollo y mantenimiento de la masa muscular en la edad adulta reduce el riesgo de desarrollar la sarcopenia y conduce a un envejecimiento saludable. Por lo tanto, es importante identificar qué tipo de formación más indicado para esta población, teniendo en cuenta la mejora de la calidad de vida y reducir el riesgo de deterioro funcional.

La sarcopenia se caracteriza por una disminución en el músculo masa y fuerza con el aumento de edad (Doherty, 2003). En la actualidad, esto es un problema en las personas mayores, porque contribuye a reducir la capacidad de vida independiente. Hospitalización y cae a menudo ocasionar enfermedades, atrofia muscular y una disminución en el rendimiento físico, que se traduce en pérdida de autonomía. Las complicaciones resultantes de caídas constituyen la sexta causa de muerte en la población anciana. A partir el envejecimiento normal, masa muscular se reduce en un tercio entre 50 y 80 años. Sin embargo, la prevención debe ser la principal preocupación porque es difícil recuperar el tejido muscular (Snijders, Verdijk, y van Loon, 2009).

La etiología de la sarcopenia no es claramente entendida, sin embargo, se han propuesto varios mecanismos. Generalmente la sarcopenia se define por la determinación de las medidas de reducción del músculo esquelético y se caracteriza por valores de dos o más desviaciones estándar por debajo de la kgm^2 5,76-6.75 y 8.51-10.75 kgm^2 para mujeres y hombres, respectivamente. Estos valores corresponden al riesgo de deterioro de la función muscular durante las actividades diarias (Janssen et al., 2004).

Un conjunto de mecanismos están involucrados en la sarcopenia, es decir, reducir el número y tamaño de tipo I y tipo II fibras, disminución en el número de unidades motoras, acumulación de productos oxidativos, reducción la activación de las células satélite y también la excitación – contracción reducida. Además de la reducción de las hormonas anabólicas (testosterona, estrógeno, hormona de crecimiento e insulina como factor de crecimiento-1), aumento de la actividad inflamatorio, nutrición inadecuada y la inactividad también contribuyen sustancialmente al desarrollo de la sarcopenia relacionada con la edad (Aagaard et al., 2010).

5.1. Tejido muscular

Cambios musculares en personas de edad avanzada tienen pérdida involuntaria del músculo masa, fuerza y funcionalidad. Sin embargo, envejecimiento también se caracteriza por una pérdida progresiva de las neuronas motoras, debido a la apoptosis, altos niveles de citoquinas (TNF- α y TNF- β) que circulan y signos de factores de crecimiento reducido. Estudios histoquímicos concluyeron que la reducción y la atrofia ocurre principalmente en las fibras de músculo de tipo II con el adelanto de la edad, afectando el acoplamiento excitación-contracción y. De esta manera, el tejido muscular tiende a perder su configuración, desde los miofilamentos trastornos y Z-líneas, proliferación celular reducida y cambios mitocondriales, que juntos disminuyen el rendimiento muscular (reducción de fuerza muscular máxima y potencia) (Frontera y cols. 2008). Esto aumentará la discapacidad y capacidad funcional para realizar el afectado las tareas diarias, reducir la calidad de vida y reducir la longevidad.

6. RIESGO DE CAÍDA

Con la edad avanzada son registró un aumento significativo en el número de caídas en la población anciana. Constituyen el mayor prematura mortalidad y morbilidad. Cada vez más hemos visto el crecimiento de la población mundial con más de 65 años, 30 de los cuales caen al menos una vez al año, y 10 de ellas tienen más de 80 años. Según las directrices para la prevención de caídas en personas mayores, lesiones accidentales ocupan el quinto lugar de las causas de muerte en los ancianos, pero las caídas son responsables por las muertes resultantes de lesiones accidentales.

Por lo tanto, los factores de riesgo relacionados con caídas en los ancianos pueden clasificarse en términos generales como intrínsecos y extrínsecos. Los extrínsecos potencialmente están influenciados por factores ambientales que promoción e incrementan el riesgo de caerse, como por ejemplo, iluminación inadecuada, superficies resbaladizas, alfombras sueltas, escalones, ups irregulares o estrechos, obstáculos, ropa inadecuada y calzado y agujeros y las irregularidades en el suelo. Los factores intrínsecos están relacionados con los cambios ocasionados por el envejecimiento y algunas enfermedades, tales como: hipotensión postural, demencia, neuropatía periférica, accidente cerebrovascular isquémico, parkinson, depresión, disminución de la visión y audición, trastornos del sistema vestibular, osteomusculares y propioceptiva, así como las deformidades del pie, entre otros. Además, los medicamentos como los antidepresivos, los medicamentos y la presión arterial son factores que afectan o aumentan el riesgo de caerse.

Sin embargo, aunque todos los temas están dispuestos a caer, la incidencia de cataratas se acentúa con el adelanto de la edad y durante el período de recuperación se observa una caída significativa de la capacidad funcional, aumentar las limitaciones funcionales y finalmente la muerte. Todavía puede representar una caída en el anciano, aumentando la dependencia, el sentimiento de humillación, culpabilidad y tristeza generalizada, llevando a una creciente necesidad de servicios de salud y tratamiento. Además de fractura localizada vio las lesiones de piel, dislocaciones, laceraciones de las articulaciones, Traumatismos craneanos, esguinces y también periodos de deshidratación, confusión y depresión. Todas estas consecuencias aumentan la funcionalidad, causando severa dificultad para realizar las tareas cotidianas, de subir y bajar escaleras, levantar una silla, desgaste, caminar e incluso en las tareas de cuidado personal como ducharse.

Después de la caída, los ancianos se acompañan de un síndrome caracterizado por temor de caída, perdiendo la confianza y dependencia en el desempeño de las tareas cotidianas. La pérdida de autonomía y mayor dependencia familiar conducen los ancianos de eventos sociales, resultando en disminución de calidad de vida. De esta manera, las estrategias de prevención son fundamentales y específicas para el tipo de población. Este tipo de actividades y programas de capacitación debería constituir plataformas de desarrollo en particular a la mejora de la estabilidad del cuerpo, teniendo en cuenta que una de las causas de las caídas en los ancianos es la dificultad o incapacidad para mantener el equilibrio. Los reflejos, coordinación, fuerza y control del motor tienden a disminuir con la edad avanzada. Sin embargo, una causa única y específica para caer no es siempre identificada, debido a que las cataratas son generalmente multifactoriales en origen, hay muchos factores de riesgo que ponen a las personas en mayor probabilidad de caer. Los factores que han sido identificados con frecuencia son la debilidad muscular y problemas con la marcha y el equilibrio. La debilidad muscular, como se afirmó anteriormente, es frecuente en el envejecimiento de la población, en particular cuando nos enfrentamos a enfermedad o por inactividad prolongada. Estudios muestran que el riesgo de una caída y la fractura aumenta en individuos con marca o disfunciones en el sistema músculo-esquelético.

De esta manera las estrategias en la población de edad avanzada deben basarse en el desarrollo de ejercicios para evitar la caída. Sin embargo, los diversos efectos del ejercicio se han estudiado ampliamente en la comunidad científica, pero recientemente todos los estudios se han centrado en un programa de capacitación dirigido al aumento de la potencia muscular, la velocidad de movimiento, equilibrio y coordinación, destacando sus beneficios en la capacidad funcional completo y rendimiento muscular en la parte superior e inferior.

7. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CAÍDAS

Evaluación poblacional para medir el riesgo de una caída o un tipo que ha caído debe contemplar un informe que implica una evaluación física para reunir los síntomas cruciales para el riesgo de caer. Entonces, debería ser incluidas evaluaciones de marcha, equilibrio, visión, presión arterial, frecuencia cardiaca, la función cognitiva, el registro de enfermedades y medicamentos. Si es posible, en las variables del mismo equilibrio deben evaluarse en diferentes contextos y posiciones, posición prona, dorsal y sentado. La marcha, deben ser evaluados después de levantar, sentada o en diferentes direcciones, con y sin vueltas. Atención especial debe ser llevado a marcha velocidad y ritmo, la longitud de zancada, apoyo (hora pasado con ambos pies en el suelo), altura del piso, el uso de dispositivos de asistencia y grado de influencia. El uso de pruebas de la batería de Jones y Rikli Tinetti gama son ambos instrumentos para la evaluación del equilibrio y marcha. Existen otros tipos de pruebas que podrían aplicarse, incluyendo pruebas de laboratorio (sangre trabajo, Holter evaluación monitoreo y laboratorio de análisis de movimiento en el seguimiento de la marcha en planos diferentes, con y sin carga adicional). Sin embargo, esto debe ser reservado para personas con síntomas o signos sugestivos de aumento de la probabilidad de riesgo de caída.

8. LAS ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN

Deben aplicarse las estrategias de prevención diferente según el tipo y la causa del accidente. En muchas situaciones, son drogas administradas (arritmias, deshidratación, parkinson, no regulada la presión arterial, entre otros factores). Por otra parte, se necesitan dispositivos de asistencia específica a veces. En los casos de enfermedad o caída con fractura, la aplicación de un programa de rehabilitación de la marcha bajo la supervisión de un terapeuta físico es esencial. Cuando hay una causa específica, la prevención es la estrategia más plausible. Además, los profesionales de las Ciencias del deporte y de la salud, deben indicar a los sujetos que eliminen en el hogar factores de riesgo, tales como alfombras sueltas o deshilachados, muebles sueltos e inestables de cables eléctricos. Además, la familia también debe estar informada de la importancia del cambio ambiental a un bienestar de ancianos respetuoso, desde mejoras en la iluminación, construcción de cuarto de baño con agarraderas, pasamanos, aumentando o disminuyendo la altura de la cama y un sistema de alarma fácilmente accesible.

Desarrollo de estrategias debe incluir la implementación de programas de ejercicio (que incluyen el equilibrio, fuerza y entrenamiento de resistencia) y evaluación del medio ambiente donde está inserta los ancianos, así como algunas modificaciones.

9. ENTRENAMIENTO DE FUERZA

A pesar de los constantes avances en esta área de conocimiento, la formación de la fuerza muscular es todavía asociada con distintas creencias, muchas de las cuales son totalmente infundados y tantos otros que sólo confirmar cuando esta práctica se realiza sin

una supervisión adecuada, o cuando los principios de entrenamiento aplicados no son las más correctos. Allí es actualmente un conjunto de información que proclama los beneficios de la fuerza de entrenamiento en áreas muy distintas, siendo sus prescripciones indicadas en diversas situaciones. Los principales beneficios asociados con esta práctica física se refieren a cuestiones profilácticas (minimizando los desequilibrios musculares, mejorar la propioceptividad), terapéutico (fortalecimiento de rehabilitación de estructuras músculo dañado, mejor tolerancia a la glucosa), con composición corporal mejorada (masa por ejemplo aumento muscular, disminución de grasa), con mejor aptitud funcional (capacidad para realizar tareas cotidianas autónoma), así como con la mejora de aspectos estéticos y psicológicos (preservación de la función cognitiva, alivio de los síntomas de la depresión, mejora en el concepto de control de personal y la autoeficacia) que están fuertemente asociadas con factores tales como la autoestima y el bienestar mental (Pereira et al., 2012). El entrenamiento de fuerza ayuda a compensar la reducción en el músculo masa y fuerza típicamente asociadas con la vejez, también contribuyen al hueso mejora salud y a la consiguiente reducción del riesgo de osteoporosis. También es un buen vehículo de promoción de la estabilidad postural, reduciendo el riesgo de caídas, las lesiones y fracturas asociadas.

Para minimizar estos riesgos es esencial que prescribir tan cuidada formación y su implementación se acompaña adecuadamente, de lo contrario esto será contraproducente, aumentando el riesgo de lesiones.

10. CAMBIOS MUSCULOESQUELÉTICOS RELACIONADOS CON EL ENVEJECIMIENTO

El envejecimiento se asocia generalmente a una disminución de la masa muscular, con repercusiones en funcionalidad, movilidad y salud de las personas y por lo tanto en su calidad de vida (Pereira y cols. 2012). La pérdida de fuerza y músculo masa predispone a los individuos a una progresiva limitación funcional con repercusiones sobre su independencia, que es un factor predisponente para muchos procesos patológicos asociados con aumento de la morbilidad y mortalidad (Liu y Latham, 2009). La pérdida de los plomos masa muscular a la instalación de enfermedades en los ancianos, sobre todo fracturas que a menudo son inducidas por la falta de movilidad de las articulaciones, en particular a nivel del cuello del fémur, espalda, muñeca, rodilla y tobillo y por el contrario el síndrome metabólico, obesidad específicamente. A nivel del tejido muscular, los cambios son comúnmente reconocidos. La disminución en el número (hipoplasia) y el área transversal de las fibras (atrofia) (Izquierdo, Häkkinen, Ibanez, Kraemer, y Gorostiaga, 2005; Pereira et al., 2012) que parece ser más pronunciado en tipo fibras de II, así como con el aumento de la fracción de termocontraíbles en músculo surge en la literatura como uno de los factores que están en el origen de la reducción de los valores de fuerza en los adultos y los ancianos. Los cambios a nivel del número y de la superficie transversal de las fibras musculares se explica por la reducción en la producción de hormonas anabólicas (como la testosterona y factores de crecimiento de tipo insulínico) comprobada con la edad, sino también a través de deficiencias dietéticas, incluyendo la ingesta insuficiente de proteínas y vitamina D, con los consiguientes cambios en la facturación de las proteínas del músculo (Pereira y cols. 2012). Desde ingesta insuficiente y prolongada de proteínas puede llevar a una reducción en la magra masa corporal. Izquierdo y cols. (2005) también se refirió en su estudio que los cambios en las fibras musculares implicadas en las causas de la formación de fuerza una respuesta aguda en las hormonas catabólicas y anabólicas asociada a las reuniones, incluyendo circulatorio testosterona y el cortisol por interferir en el proceso de adaptaciones de la proteína. La respuesta de estas hormonas se produce mientras realizaba ejercicios que implican una alta cantidad de masa muscular, un gran número de sesiones

con intensidad moderada y alta y con intervalos cortos entre series. La disminución en los valores de fuerza registrada con la edad se relaciona con disminución impulso nervioso que llega a la placa neuromuscular, especialmente en las mujeres, así como la incapacidad que han mostrado algunos ancianos para activar el tejido muscular en la contracción voluntaria máxima. Estudios recientes demuestran que los ejercicios de resistencia que inducen mayor capacidad neuromuscular que traducen el aumento de la fuerza en los ancianos están realmente relacionados con mejoras en la capacidad funcional y la reducción de enfermedades que afectan a esta población (Izquierdo et al., 2001). Otros estudios muestran que las capacidades neuromuscular de la fuerza explosiva también disminuyen con la edad ni con la ejecución de los programas de fuerza concéntrica, cíclica, rápido o isométricos (Pereira et al., 2012; Izquierdo et al., 1999), y es importante que la implementación de distintos programas de entrenamiento que desarrollan la capacidad de contracción rápida, contribuyendo de esta manera a la calidad de vida de las personas mayores y de sus tareas diarias, como subir y bajar por las escaleras, camina e incluso prevenir las fracturas después de una caída (Izquierdo et al., 1999). La pérdida de músculo masa y fuerza a menudo contribuyen a exacerbar los problemas ortopédicos que eran a su vez en el origen en la disminución de la actividad física, estableciendo de esta manera un círculo vicioso de deterioro en el estado de condición física y salud en general. Mantener que el equilibrio es un aspecto fundamental en la funcionalidad y la autonomía de los individuos que están altamente relacionadas, entre otros aspectos, tales como el sistema visual y somatosensorial vestibular, con la fuerza del miembro inferior, en particular músculo grupos flexores y extensores de las articulaciones de rodilla y tibiotarsica, que tienden a disminuir con la edad. Por otro lado, los cambios degenerativos de los discos intervertebrales (aplanar y reducción de las propiedades elásticas), añadidos a la disminución de la flexibilidad y la fuerza de las estructuras musculares y posturas incorrectas con frecuencia ocasionar desajustes en las curvaturas de la columna vertebral (exageración de la curvatura cervical) que a su vez contribuyen al deterioro de la balanza, no sólo estática sino también dinámico, y en consecuencia de la marcha del patrón.

En definitiva, la realización de actividad física surge como un elemento relevante en la prevención de caídas y fracturas asociadas, habiendo demostradas por varios estudios que la participación en programas de ejercicios y tareas de capacitación específicamente dirigidos al sistema sensorial y mantenimiento de la estabilidad postural significativamente reducen el número de caídas en comparación con grupos de control.

11. RECOMENDACIONES PARA EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN LOS ADULTOS MAYORES

La edad, así como las limitaciones de la salud no deben considerarse como un factor disuasorio para el principio de participación en un programa regular de entrenamiento de fuerza, sino que más bien puede considerarse por el individuo una motivación para mejorar su funcionalidad y su general de salud, así como también se deben considerar que prescribe y supervisa la implementación de la formación como punto de partida y una base para la determinación de objetivos y seleccionar. La mayoría de los adultos y personas mayores beneficios en varios niveles con el entrenamiento de fuerza, sin embargo, es necesario conocer y manipular las variables, para que el ejercicio es un vehículo de promoción y la degradación del estado de salud. Antes de incorporarse a un plan de entrenamiento de fuerza, debe mantenerse una anamnesis del perfil clínico del individuo, para que cualquier posible homogéneo ortopédico con limitaciones sean conocidas cardiovascular, común con el adelanto de la edad y que puede limitar la práctica de la actividad. La evaluación debería apuntar: historia personal, familiar y deportes una nota médica. De historia personal debe encontrar referencias a: enfermedad pulmonar (por ejemplo, asma, bronquitis, tuberculosis),

enfermedades del sistema cardiovascular (cardiopatía congénita, enfermedad coronaria, hipertensión arterial), enfermedades digestivas (por ejemplo hepatitis, úlceras del estómago y del duodeno), enfermedades osteoarticulares o lesiones del aparato (por ejemplo, fracturas, lágrimas, tendinitis, artrosis, osteoporosis), diabetes, epilepsia y la presencia de los de alcohólicos y hábitos de fumar. De los antecedentes familiares deben obtener detalles sobre los casos de: hipertensión, diabetes, epilepsia, asma y enfermedades del corazón. También es importante conocer los antecedentes de los deportes individuales. Observación médica es igualmente importante y debe centrarse especialmente en el aparato cardiovascular, respiratorio y locomotor, buscando signos de: instrumentos de viento, arritmias, hipertensión, varices, arteriosclerosis, desviaciones en la columna vertebral (cifosis, escoliosis, lordosis) y cambios en las extremidades (e.g. rodilla varo, valgo), así como cumplir con medicamento que se toma regularmente (por ejemplo, betabloqueantes, diuréticos, antidepressivos, analgésicos).

Después de ser conocido el perfil clínico del individuo y se han obtenido aprobación médica para su inclusión en el programa de actividad física, es necesario periodizar el entrenamiento de la fuerza de manera progresiva, individualizada, privilegiando a los principales grupos musculares implicados en las actividades diarias. Es necesario incluir un período de adaptación, sin grandes objetivos de intensidad, el individuo se familiarice con el equipo, ejercicios, rutinas de entrenamiento inicial y así se hacen las correcciones necesarias, postura. En cuanto a la intensidad es una variable clave que deben tenerse en consideración a la hora de planificar. Deben introducirse cambios en el nivel de la tipología de los ejercicios, la velocidad de ejecución y la forma de ejecución, a la cual el organismo es estimulado con cargas inusuales. El cuerpo humano, para llevar a cabo actividades cotidianas funciona a la perfección y multidimensional, por lo tanto la anatomía funcional debe ser vista en una perspectiva integral y no aislada.

12. EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXPLOSIVA

La mejor manera de prevenir la sarcopenia y contribuir a la prevención de caídas parece estar manteniendo un programa regular de ejercicios de entrenamiento de fuerza.

El entrenamiento de fuerza explosiva se ha sugerido como la estrategia preferida para mitigar y revertir la pérdida de músculo masa y funcionalidad relación con el adelanto de la edad. En los ancianos, la fuerza muscular es un determinante en el desempeño de las tareas diarias como forma de prevención de caídas (Pereira et al., 2012). De esta manera, el desarrollo de acciones con alta velocidad son eficientes en la fuerza y desaceleración del incremento muscular, así como debilidad muscular en las mayores poblaciones. Algunos estudios han evaluado los cambios en el rendimiento muscular y la funcionalidad de la extremidad superior e inferior en las mujeres mayores con entrenamiento de velocidad. Sin embargo, aún existen pocos estudios que tienen como objetivo la mejora de la capacidad total funcional, fuerza, velocidad y agilidad (Pereira et al., 2012). Promover la mejora de la calidad de vida, la independencia social y familiar y confianza. Además, la pérdida de velocidad y respuesta retardada son frecuente aumento de caídas accidentales los eventos en los extremos superiores e inferiores de los miembros asociados a una causa importante de lesiones. Hoy la comunidad científica está consciente de que la resistencia donde predominan realizado con velocidad máxima de acciones de formación es capaces de promover el incremento de fuerza máxima y potencia, disminuyendo el riesgo de daño muscular y contribuir a una mayor autonomía en el desempeño de las actividades diarias. Las recomendaciones actuales del Colegio Americano de medicina del deporte para los ancianos se encuentran a menudo en estudios realizados en individuos de edad avanzada con problemas de salud. Así, según las últimas investigaciones, una entrenamiento para

mejorar la capacidad funcional y la prevención de caídas de la fuerza debe contemplar acciones llevadas a cabo con alta velocidad para promover cambios significativos en la fuerza máxima en potencia muscular y de las tareas funcionales, tales como elevación y sentado en una silla, o recorrer una distancia después de levantar una silla y sentarse. Presentamos una propuesta de formación cuyo objetivo es mejorar estos componentes.

Tabla 1. Propuesta para el entrenamiento de fuerza explosiva.

Ejercicios (*)	Sesiones 1	Sesiones 2	Sesiones 3	Sesiones 4	Sesiones 5	Sesiones 6
Extensión de pierna ¹	40% 3x10	40% 3x10	50% 3x10	50% 3x10	60% 3x8	60% 3x8
Press de banca ¹	40% 3x10	40% 3x10	50% 3x10	50% 3x10	60% 3x8	60% 3x8
Bola de lanzamiento ²	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg
CMJ	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2	3x2
Abdominal ³	3x12	3x12	3x12	3x12	3x12	3x12
Lumbar ³	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10

Ejercicios (*)	Sesiones 7	Sesiones 8	Sesiones 9	Sesiones 10	Sesiones 11	Sesiones 12
Extensión de pierna ¹	65% 3x8	65% 3x8	70% 3x6	70% 3x6	75% 3x4	75% 3x4
Press de banca ¹	65% 3x8	65% 3x8	70% 3x6	70% 3x6	75% 3x4	75% 3x4
Bola de lanzamiento ²	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg	2x5:1,5kg
CMJ	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3
Abdominal ³	3x12	3x12	3x12	3x12	3x12	3x12
Lumbar ³	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10

1: Ejemplo: 40: 3x10: 3 series de 10 repeticiones con el 40% de 1RM

2: Ejemplo: 2x5: 1.5kg - 2 series de 5 repeticiones con el 1.5 kg de balón medicinal

3: Ejemplo: 3x12: 3 series con el 10 repeticiones

(*) Intervalos de descanso de 2 minutos fueron permitidos entre sistemas y categorías

El programa de capacitación debe consistir en por lo menos tres sesiones por semana, (Pereira y cols. 2012). Este tipo de programas debe ser supervisado por dos expertos en Ciencias del deporte específicamente en entrenamiento para asegurar que los participantes seguir correctamente la práctica de la fuerza. El calentamiento debe incluir 10 minutos a pie y movilización conjunta de varios ejercicios de movilidad articular.

En el ejercicio de la fuerza, deben ser realizados 3 series de 10 repeticiones con una carga de 40 de 1RM hasta repeticiones 4 serie 3 con carga 75 al final del período de 12 semanas. En cada sesión, debe realizar ejercicios para el área lumbar y abdominal. Deben realizar dos ejercicios de potencia: salto con contra movimientos y lanzamiento de la bola de medicina (1,5 kg). Como progresión, los ejercicios deben realizarse con el aumento de velocidad de ejecución. Antes de concluir la sesión, los participantes deben realizar algunos ejercicios para mejorar la estabilidad, equilibrio y estiramiento.

Un conjunto de estrategias encaminadas a mejorar la calidad de vida en personas mayores que se han vuelto cada vez más importante dado el continuo crecimiento de la población anciana. El programa de formación aquí propuesto es una herramienta para mejorar la salud, contribuyendo a una mejor manera de prolongar la independencia funcional y calidad de vida, así como la prevención de caídas. En pocas palabras, la fuerza muscular determina la capacidad de desarrollar rápidamente una fuerza para eficientemente los ancianos pueden realizar las tareas diarias, como subir escaleras y caminar con el fin de ahorrar el esfuerzo y por lo tanto, en última instancia, para prolongar una vida independiente (American Geriatrics Society, 2011, Gillespie et al., 2009).

13. CONSIDERACIONES FINALES

Concluimos que el profiláctico beneficioso y multi-factores derivan de la práctica de la fuerza en relación con la población de edad avanzada, es esencial que otros tipos de enfoque estructural, así como es crucial que los estímulos tengan una intensidad mayor de lo normal realizado por el individuo en sus actividades, respetando las limitaciones, ya que el tejido óseo es frágil y el riesgo de fractura es alta, la carga debe gestionarse con moderación, asegurando que las actividades se llevan a cabo con seguridad.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, S. P., y Kjaer, M. (2010). Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: Strength training as a countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 49-64.
- Becero, J. F, y Miquel, J. (2002). Mitocondrias, envejecimiento, músculo y ejercicio. *Archivos de Medicina del Deporte*, 19, 231-244.
- Blackburn, E. H. (1997). The telomere and telomerase: Nucleic acid – protein complexes acting in a telomere homeostasis system. A review. *Biochemistry*, 62, 1196-1202.
- Beyer, N., Simonsen, L., Bulow, J., Lorenzen, T., Jensen, D.V., Larsen, L., Rasmussen, U., Rennie, M., y Kjaer, M., (2007). Old women with a recent fall history show improved muscle strength and function sustained for six months after finishing training. *Aging Clinical Experimental Research*, 19, 300-309.
- Burnet, M. (1974). *Intrinsic Mutagenesis: A genetic approach*. New York: Wiley.
- Cech, T. R. (1994). Chromosome end games. *Science*, 266, 387-388.
- Curtsinger, J. W., Fukui, H. H., Khazaeli, A. A., Kirscher, A., Pletcher, S. D., Promoislow, E., y Tatar, M. (1995). Genetic variation and aging. *Annual Review Genetics*, 29, 553-575.
- Curtis, H. (1963). Biological mechanisms underlying the aging process. *Science*, 141, 686-694.
- Cutler, R. G. (1986). Aging and oxygen radicals. En A. E. Taylor, S. Matalon y P. Ward (Eds.), *Physiology of oxygen radicals* (pp. 19-38).
- Cristofalo, V. J., Gerhard, G. S., Pignolo, R. J. (1994). Molecular biology of aging. *Surgical Clinics of North America*, 74, 1-21.
- Doherty, T. J. (2003). Aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1717-1727.
- Finch, C. E. (1994). *Longevity, Senescence, and the Genome*. Chicago: University of Chicago Press.
- Fujita, M. (1999). Cell cycle regulation of DNA replication initiation proteins in mammalian. *Frontiers in Bioscience*, 4, d816-823.
- Frontera, W. R., Reid, K. F., Phillips, E. M., Krivickas, L. S., Hughes, V. A., y Roubenoff, R. (2008). Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study. *Journal of Applied Physiology*, 105, 637-642.
- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Lamb, S. E., Gates, S., y Cumming, R. G. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database System Review*, 15, CD007146.

- Halliwell, B. (1991). Reactive oxygen species in living systems: Source, biochemistry, and the role in human disease. *American Journal of Medicine*, 91, 3C-14S–3C-22S.
- Halliwell, B., y Gutteridge, J. M. C. (1989). *Free radicals in biology and medicine*. Londres: Clarendon Press.
- Hanawalt, P. C., Gee, P., y Ho, L. (1990). DNA repair in differentiating cells in relation to aging. En C. E. Finch y T. E. Johnson (Eds.), *Molecular Biology of Aging* (pp. 45-51). Nova York: Wiley-Liss.
- Harman, D. (1956). Aging: a theory based on the free radical and radiation chemistry. *Journal of Gerontology*, 11, 298-300.
- Hart, R. W., y Setlow, R. B. (1974). Correlation between deoxyribonucleic acid excision repair and lifespan in a number of mammalian species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 71, 2169-2173.
- Hayoz, D., Ziegler, T., Brunner, H. R., y Ruiz, J. (1998). Diabetes Mellitus and vascular lesions. *Metabolism*, 12, 16-19.
- Itahana, K., Dimri, G., y Campisi, J. (2001). Regulation of cellular senescence. *European Journal of Biochemistry*, 268, 2784-2791.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibanez, J., Kraemer, W. J., y Gorostiaga, E.M. (2005). Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle crosssectional area, and endurance markers in middle-aged men. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 70-75.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibanez, J., Garrues, M., Anton, A., Zuniga, A., Larrion, J. L., y Gorostiaga, E. M. (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *Journal of Applied Physiology*, 90, 1497-1507.
- Izquierdo M., Ibanez, J., Gorostiaga, E., Garrues, M., Zuniga, A., Antón, A., Larrión, J. L., y Häkkinen, K. (1999). Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiologica Scandinavica*, 167, 57-68-
- Janssen, I., Baumgartner R. N., Ross, R., Rosenberg, I. H., y Roubenoff, R. (2004). Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *American Journal of Epidemiology*, 159, 413-421.
- Jiang, C. H., Tsien, J. Z., Schultz, P. G., y Hu, Y. (2001). The effects of aging on gene expression in the hypothalamus and cortex of mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98, 1930-1934.
- Kurenova, E. V., y Mason, J. M. (1997). Telomere functions. A review. *Biochemistry*, 62, 1242-1253.
- Lang, T., Streeter, T., Cawthon, P., Baldwin, K., Taaffe, D. R., y Harris, T. B. (2010). Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis International*, 21, 543-559.
- Lee, A., y Cerami, A. (1990). Modifications of proteins and nucleic acids by reducing sugars: possible role in aging. En E. L. Schneider y J. W. Rowe (Eds.), *Handbook of the Biology of Aging* (pp. 116-130). San Diego: Academic Press.
- Levin, E. R. (2001) Invited review: Cell localization, physiology, and nongenomic actions of estrogen receptors. *Journal of Applied Physiology*, 91, 1860-1867.
- Liu, C. J., y Latham, N. K. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database System Reviews*, 8, CD002759.
- Marx, J. (1994). Chromosome ends catch fire. *Science*, 265, 1656-1658.
- Miller, R. A. (1994). The Biology of Aging and Longevity. En W. R. Hazzard, E. L. Bierman, J. P. Blass, W. Ettinger Jr. y J. B. Halter (Eds.), *Principles of Geriatric Medicine and Gerontology* (pp. 3-18). Londres: McGraw-Hill, Inc.
- Miller, R. A. (1996). The aging immune system: primer and prospectus. *Science*, 273, 70-74.
- Mu, J., y Wei, L. X. (2002) Telomere and telomerase in oncology. *Cell Research*, 12, 1-7.

- Ohkusu-Tsukada, K., Tsukada, T., y Isobe, K. (1999) Accelerated development and aging of the immune system in p53-deficient mice. *Journal of Immunology*, 163, 1966-1972.
- Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society (2011). Summary of the updated American geriatrics society/british geriatrics society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *Journal American Geriatrics Society*, 59, 148-57.
- Pawelec, G., Remarque, E., Barnett, Y., y Solana, R. (1998) T cells and aging. *Frontiers in Bioscience*, 3, d59-d99.
- Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Bastos, E., Gonzalez-Badillo, J. J., y Marques, M. C. (2012). Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Experimental Gerontology*, 47, 250-255.
- Pero, R. W., Anderson, M. W., Doyle, G. A., Anna, C. H., Romagna, F., Markowitz, M., y Bryngelson, C. (1990). Oxidative stress induces DNA damage and inhibits the repair of DNA lesions induced by N-Acetoxy-2-Acetylaminofluorene in human peripheral mononuclear leucocyte. *Cancer Research*, 50, 4619-4625.
- Rose, M. R. (1991) *Evolutionary Biology of Aging*. Oxford: Oxford University Press.
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *Journal of Nutrition*, 127, 990S-1.
- Sonntag, W. E., Lynch, C. D., Cefalu, W. T., Ingram, R. L., Bennett, S. A., Thornton, P. L., y Khan, A. S. (1999). Pleiotropic effects of Growth hormone and insulin-like growth factor (IGF)-1 on biological aging: Inferences from moderate caloric- restricted animals. *Journal Gerontology*, 54, B521-B538.
- Snijders, T., Verdijk, L. B., y van Loon, L. J. C. (2009). The impact of sarcopenia and exercise training on skeletal muscle satellite cells. *Ageing Research Reviews*, 8, 328-338.
- Shadel, G. S., y Clayton, D. A. (1997). Mitochondrial DNA maintenance in vertebrates. *Annual Review of Biochemistry*, 66, 409-435.
- Stadtman, E. R. (1992). Protein oxidation with aging. *Science*, 257, 1220-1224.
- Tatar, M., Khazaeli, A. A., y Curtsginger, J.W. (1997). Chaperoning extended life. *Nature*, 390, 30.
- Terry, L. C., y Halter, J. B. (1994). Aging of the endocrine system. En W. R. Hazzard, E. L. Bierman, J. P. Blass, W. Ettinger Jr. y J. B. Halter (Eds.), *Principles of Geriatric Medicine and Gerontology* (pp. 791-805). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Umminger, B. L. (1975). Body size and whole blood sugar concentration in mammals. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 52, 455-458.
- Vlassara, H. (1990). Advanced non-enzymatic tissue glycosylation: mechanism implicated in complications associated with aging. En C. E. Finch y T. E. Johnson (Eds.), *Molecular Biology of Aging* (pp. 171-185). Nova York: Wiley-Liss.
- Walford, R. L. (1969). *The immunological theory of aging*. Stanford: Williams & Wilkins.
- Wei, H., Ca, Q., Rahn, R., Zhang, X., Wang, Y., y Lewohl, M. (1998). DNA structural integrity and base composition affect ultraviolet light-induced oxidation DNA damage. *Biochemistry*, 37, 6485-6490.
- Youngman, L. D., Park, J., y Ames, B. N. (1992). Protein oxidation associated with aging is reduced by dietary restriction of protein or calories. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89, 9112-9116.
- Yu, B. P. (1996). Aging and oxidative stress: Modulation by dietary restriction. *Free Radical Biology and Medicine*, 21, 651-668.