

Article

Disminución de la Fuerza en Hombres y Mujeres Sedentarios de Diferentes Edades

André de Camargo Smolarek^{1,2}, Steven R. McAnulty³, Brad J. Schoenfeld⁴, Charlylson W. Cordeiro⁵, Ilma C. Honorato⁵, Luis H. Ferreira², Luis P. Mascarenhas¹, William C. Souza¹, Cleyton S. Oliveira², Erivelton Fontana de Laat¹, Alan C. Utter⁶ y Tácito P. Souza-Junior²

¹Departamento de Educación Física, Bioquímica del Laboratorio de Ejercicio, Universidad Estatal Centro Oeste, Irati, Parana

²Grupo de Investigación en Metabolismo, Nutrición y Entrenamiento de la Fuerza, Departamento de Educación Física, Universidad Federal de Parana, Curitiba, Brasil

³Departamento de Ciencias de la Salud y el Ejercicio and, Universidad Estatal de Appalachian, Boone, Carolina del Norte

⁴Ciudad Universitaria de Nueva York- Facultad Lehman, Ciudad de Nueva York, Bronx Estados Unidos

⁵Departamento de Educación Física en Facultad Guairacá, PR

⁶Universidad de Mujeres de Texas, Oficina del Provost, Denton, TX

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar la fuerza muscular de adultos sedentarios dentro de diferentes grupos etarios e investigar el efecto de la edad en los cambios en la fuerza y la composición corporal. Seiscientos veintisiete sujetos sedentarios fueron reclutados (331 varones y 296 mujeres) y clasificados en tres grupos etarios de 20 a 29 años (G1), de 30 a 39 años (G2) y de 40 a 49 años (G3). Ningún sujeto era físicamente activo. Las medidas antropométricas de los sujetos se tomaron antes de un test de abdominales de 1 minuto que fue seguido por un ejercicio de flexión de brazos. Para las mujeres, su masa corporal disminuyó 6,1% ($P=0,01$) al comparar G1 con G3. Para el test de abdominales de 1 minuto, hubo una disminución de 27,7% y 53,3% ($P=0,001$ y $P=0,001$, respectivamente) al comparar G1 con G2 y G3, respectivamente. Además, G2 en comparación con G3 exhibió una disminución de 20% ($P=0,001$). Con respecto a los hombres, hubo una disminución en el test de abdominales de 1 minuto de 26,8% ($P=0,001$) cuando se comparó G1 con G3 y una disminución de 23,1% ($P=0,001$) al comparar G2 con G3. Pero en la flexión de brazos, no hubo disminución en la fuerza para ninguno de los géneros ($P>0,05$). Los hallazgos indican que, mientras un aumento en adultos sedentarios clasificados por edad se asocia con un aumento significativo de MC y GC en hombres y mujeres, un aumento significativo en el IMC en los hombres sin diferencias significativas en las mujeres, una disminución significativa en la MM en mujeres sin una diferencia significativa en los hombres, una disminución significativa en el test de abdominales de 1 minuto en hombres y mujeres, no se observaron diferencias significativas en la prueba de flexión de brazos (EFE) en hombres y mujeres.

Palabras Clave: Envejecimiento, Acondicionamiento Físico, Potencia, Sedentarismo

INTRODUCCIÓN

La disminución en la masa muscular y en la capacidad funcional es un proceso bien establecido asociado con el envejecimiento (7). Una forma de reducir la disminución es mantener un estilo de vida saludable, que se caracteriza por un aumento en la aptitud física y una ingesta adecuada de alimentos según las necesidades diarias (31). Las consecuencias de la disminución de la fuerza muscular se manifiestan en un deterioro de la movilidad y la autonomía funcional (4).

Los casos graves de disminución de la fuerza se conocen como dinapenia o sarcopenia. La dinapenia está relacionada con la reducción de la masa muscular y la capacidad de generar fuerza, mientras que la sarcopenia es específica para la reducción de la masa muscular (7). En las últimas décadas, la comunidad científica ha comenzado a tener una mejor comprensión del impacto de la disminución de la fuerza asociada con la reducción de la masa muscular.

Más allá del proceso de envejecimiento normal, otros factores como las anomalías genéticas, el género, el uso de medicamentos y las alteraciones en la composición corporal influyen en el mantenimiento de la fuerza y la capacidad muscular. Otro factor importante que tiene una influencia negativa en la fuerza es una lesión, que disminuye el rango de movimiento de un individuo, así como la adherencia y la intensidad de las actividades físicas. Los efectos de una lesión de este tipo pueden verse exacerbados por un intento de proteger el segmento lesionado o debilitado que con frecuencia conduce a una reducción de la fuerza (22).

Además de los factores hormonales y de composición corporal, fumar y el estrés también contribuyen a la disminución de la fuerza. Para los hombres, los factores están más relacionados con las características físicas, como los bajos niveles de actividad física y las enfermedades crónicas. Por lo tanto, la investigación sobre la fuerza muscular, así como ciertas estrategias de intervención deben analizarse específicamente para el género (27).

Las disminuciones en la hormona de crecimiento (GH) y el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) en la circulación están asociadas con el proceso de envejecimiento; una condición conocida como somatopausia. Esta condición conduce a una disminución de la masa muscular magra, un aumento de la grasa corporal, un aumento del colesterol de lipoproteína de baja densidad y una disminución de la lipólisis (23,24). El envejecimiento también da como resultado un daño mitocondrial debido al estrés oxidativo que ocasiona la disminución progresiva en la fuerza relacionada con la edad (13).

A pesar de la gran cantidad de investigaciones sobre este tema, aún no está claro cuánta fuerza muscular se pierde durante la vida adulta en individuos sedentarios, así como el efecto en hombres y mujeres. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue comparar la fuerza muscular en hombres y mujeres sedentarios en diferentes rangos de edad.

MÉTODOS

Sujetos

La muestra consistió en 627 individuos sedentarios (331 varones y 296 mujeres) que fueron clasificados en tres grupos según la edad: 21 a 29 años (G1), 30 a 39 años (G2) y 40 a 49 años (G3). Este estudio incluyó adultos entre las edades de 21 y 49 sin problemas físicos que se comprometerían con los requisitos de la prueba física. Los participantes se consideraron inelegibles: (a) si usaron suplementos alimentarios o consumieron medicamentos que se había demostrado que alteraban los resultados de los tests; (b) si las mujeres estaban embarazadas; y (c) si los participantes se dedicaban a deportes competitivos o eran físicamente activos de forma regular (definido como ejercicio físico de 150 min·sem⁻¹.) Se les pidió a los sujetos mantener su dieta habitual antes de los tests.

Este proyecto fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Estatal Centro Oeste, Protocolo No. 418544/2011, de acuerdo con la Resolución No. 196/96 del CNS. Todos los sujetos fueron informados y se les dieron instrucciones específicas sobre la investigación, y todos los sujetos firmaron un consentimiento informado.

Parámetros Antropométricos

La composición corporal y la masa corporal (MC) se tomaron utilizando una balanza de la marca Welmy™. La estatura fue determinada por un estadiómetro montado en la pared (Sanny™). La circunferencia corporal se determinó con una cinta métrica (Cardiomed™) (5). El índice de masa corporal (IMC) se calculó a través de la relación masa corporal/estatura², expresada en kg·m⁻².

Se usó un calibre Lange™ para evaluar las cinco medidas de espesor del pliegue cutáneo: (a) suprailíaco; (b) subescapular; (c) tríceps; (d) bíceps; y (e) pantorrilla media. Los valores para cada sitio se basaron en la media de las tres medidas obtenidas. La densidad corporal (DC) se determinó usando la ecuación propuesta por Petroski (20) y el porcentaje de grasa corporal (%GC) se calculó usando la ecuación propuesta por Siri (25).

Tests Motores

Para los tests motores, primero se realizó el test de abdominales de 1 minuto. Este test requirió que los sujetos realizaran tantos abdominales correctos como sea posible. Los sujetos se recostaron en una colchoneta en posición supina con las rodillas flexionadas en un ángulo de aproximadamente 90°, pies juntos, y los brazos cruzados en el pecho con las manos en los hombros opuestos. Un técnico sostuvo los tobillos de los sujetos para la estabilización. Los sujetos realizaron un abdominal completo a la posición vertical con los codos tocando sus muslos y luego volvieron a la posición supina donde sus hombros (escápula) tocaron la superficie de la colchoneta. El número de repeticiones en 1 min se contó como el valor final (1).

Siete días después, los sujetos realizaron un test de empuje. Para los hombres, el test se inició con los codos completamente extendidos y las manos en el suelo directamente debajo de los hombros con los pies juntos en el suelo, mientras que el tronco y las piernas permanecieron completamente extendidos. El movimiento se llevó a cabo flexionando los codos hasta que el tórax apenas tocó el suelo y luego extendiendo inmediatamente los codos para volver a la posición inicial. Para las mujeres, la posición de las piernas se modificó para permitir que las rodillas toquen el piso (1). Todas las mediciones y pruebas fueron realizadas por el mismo evaluador que tenía experiencia en evaluaciones físicas.

Análisis Estadístico

El análisis de datos consistió en media \pm desviación estándar y frecuencias porcentuales. El test de Kolmogorov Smirnov se utilizó para evaluar la normalidad. Se utilizó un ANOVA unidireccional para analizar la varianza de la aptitud física entre los grupos etarios, seguido del test *post hoc* de Tukey con un nivel alfa de 0,05. Todos los análisis se realizaron con el software SPSS™ 20.0 (Chicago, IL).

RESULTADOS

Para las mujeres, la edad avanzada se asoció con cambios en la composición corporal y una disminución en el número de repeticiones realizadas en el test abdominal (Tabla 1).

Tabla 1. Valores Medios y Desviaciones Estándar (\pm DE) de las Variables Dependientes en los Sujetos Femeninos de Diferentes Grupos Etarios.

	G1 (n=42) 20 a 29 años	G2 (n=196) 30 a 39 años	G3 (n=58) 40 a 49 años
MC (kg)	64,86 \pm 15,1	64,87 \pm 11,8	65,8 \pm 10,1 ^b
%GC (mmHg)	27 \pm 6,3	29,67 \pm 5,3 ^a	32,24 \pm 4,4 ^{b,c}
MM (kg)	47,35 \pm 5,2	45,63 \pm 6,1	44,59 \pm 6,7 ^b
IMC (kg·m⁻²)	24,36 \pm 4,7	25,02 \pm 4,1	25,61 \pm 3,7
EFE (rep)	15 \pm 10,4	14 \pm 9,5	12 \pm 6,7
ABD (rep·min⁻¹)	23 \pm 9,7	18 \pm 8,04 ^a	15 \pm 5,5 ^{b,c}

^aG1 \neq G2; ^bG1 \neq G3; ^cG2 \neq G3. **MC** = Masa Corporal; **%GC** = Porcentaje Relativo de Grasa Corporal; **MM** = Masa Magra; **IMC** = Índice de Masa Corporal; **EFE** = Prueba de Empuje; **ABD** = Abdominales en 1 min; **rep** = Repeticiones

La masa corporal aumentó 1,5% (P=0,04) cuando se comparó G1 con G3 en las mujeres. El porcentaje de GC aumentó 9,8% y 19,4% (P=0,01 y P=0,001, respectivamente) cuando se comparó G1 con G2 y G3, respectivamente. Las comparaciones de G2 a G3 dieron como resultado un aumento de 8,6% (P=0,01). Sin embargo, en relación con la MM,

hubo una disminución de 6,1% (P=0,01) cuando G1 se comparó con G3. Finalmente, para el test de abdominales de 1 minuto, se observó una disminución de 27,7% y 53,3% (P=0,001 y P=0,001) cuando G1 fue comparado con G2 y G3, respectivamente.

Hubo un patrón similar cuando G2 se comparó con G3, mostrando una disminución de 20% (P=0,001). No se observaron diferencias significativas en los datos de IMC y en el test de empuje (EFE) entre los grupos para las mujeres. La Tabla 2 muestra los resultados de los tests para las muestras masculinas, con los mismos grupos clasificados por edad.

Tabla 2. Valores Medios y Desviaciones Estándar (\pm DE) de las Variables Dependientes en los Sujetos Masculinos de Diferentes Grupos Etarios.

	G1 (n=42) 20 a 29 años	G2 (n=196) 30 a 39 años	G3 (n=58) 40 a 49 años
MC (kg)	76,9 \pm 13,2	83,3 \pm 16,1 ^a	86,05 \pm 13,2 ^b
%GC (mmHg)	18,6 \pm 6,7	23,3 \pm 6,9 ^a	26,3 \pm 5,5 ^{b,c}
MM (kg)	62,6 \pm 6,4	63,9 \pm 5,7	63,42 \pm 7,3
IMC (kg·m⁻²)	24,7 \pm 3,8	27,2 \pm 4,0 ^a	28,3 \pm 3,9 ^b
EFE (rep)	21 \pm 11,1	18 \pm 11,1	17 \pm 10,1
ABD (rep·min⁻¹)	33 \pm 10,7	32 \pm 11,6	26 \pm 8,5 ^{b,c}

*a*G1 \neq G2; *b*G1 \neq G3; *c*G2 \neq G3. **MC** = Masa Corporal; **%GC** = Porcentaje Relativo de Grasa Corporal; **MM** = Masa Magra; **IMC** = Índice de Masa Corporal; **EFE** = Prueba de Empuje; **ABD** = Abdominales en 1 min; **rep** = Repeticiones

Para la población masculina, la MC cambió con el tiempo mostrando un aumento de 8,7% y 11,8% (P=0,01 y P=0,002) cuando se comparó G1 con G2 y G3, respectivamente. El porcentaje de GC también se incrementó en 25,6% y 41,3% (P=0,001 y P=0,001) cuando se comparó G1 con G2 y G3, respectivamente. Se observó un aumento del 12,8% (P=0,001) cuando se comparó G2 con G3. Con respecto al IMC, se observó un aumento de 10,1% y 14,5% (P=0,01 y P=0,01) cuando se comparó G1 con G2 y G3, respectivamente.

En cuanto a la MM, no se observaron cambios significativos en ninguna de las comparaciones. Finalmente, hubo una disminución de 26,8% en el número de repeticiones en el test de abdominales de 1 minuto (P=0,001) cuando se comparó G1 con G2. Esta diferencia también se observó cuando se comparó G2 con G3. La disminución fue de 23,1% (P=0,001). No hubo diferencias significativas en EFE en hombres de ninguno de los grupos.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue examinar la disminución de la fuerza muscular en adultos sedentarios de diferentes grupos etarios. Para ambos géneros, la disminución en el test de flexión (EFE) no fue significativamente diferente entre los grupos etarios. El envejecimiento está directamente relacionado con la pérdida de masa magra y la disminución de los niveles de fuerza, comúnmente descrita por los términos sarcopenia y dinapenia. Las ramificaciones de estas condiciones tienen un impacto negativo en la autonomía de la población mayor. Múltiples factores pueden contribuir a la tasa de pérdidas, incluyendo estilo de vida individual (dieta y nivel de actividad física), disfunciones hormonales, estados inflamatorios crónicos, acumulación ectópica de tejido adiposo, cambios neuronales, cambios vasculares y aumento del estrés oxidativo asociado con el avance de la edad (5, 13)

Los hábitos alimentarios se consideran fundamentales para mantener el equilibrio energético y, en consecuencia, la funcionalidad muscular, ya que cualquier alteración puede afectar la capacidad de producir fuerza (8). El reemplazo de energía puede contribuir a una buena salud muscular relacionada con un exceso o falta de nutrientes. Esto puede conducir a cambios genotípicos y fenotípicos que disminuyen la capacidad contráctil debido a la deficiencia de minerales como el calcio, las proteínas y los carbohidratos (3,17).

Las dietas con una cantidad adecuada de proteína en relación con la masa corporal y combinadas con el entrenamiento de

la fuerza son favorables para mantener la masa muscular y la capacidad muscular en mujeres activas (3). Sin embargo, en el presente estudio, no hubo intentos de controlar la ingesta nutricional y no se estableció ningún protocolo de entrenamiento de fuerza sistematizado.

La disminución en la actividad física y/o la ausencia completa de ejercicio regular son determinantes de la disminución de la producción de fuerza relacionada con la edad. La falta de movimiento físico -principalmente actividades que priorizan la contracción rápida de los músculos- produce consecuencias corporales perjudiciales que incluyen acortamiento de los telómeros, reducción de neuronas motoras específicas para fibras musculares de contracción rápida, dificultad para mantener la fuerza de tensión y bajo reclutamiento de fibras musculares proporcionales a la carga del esfuerzo (30). Más allá de eso, es bien sabido que los músculos inactivos con menos MM aumentan la incidencia de lesiones al disminuir la movilidad física y aumentar las limitaciones funcionales (8,30).

Las enfermedades crónicas también pueden conducir a una disminución de la MM que afecta la capacidad de producir fuerza muscular, ya que el aumento de la resistencia a la insulina, el aumento del contenido de lípidos intramusculares y la reducción de la tasa oxidativa mitocondrial son responsables de alteraciones metabólicas que inhiben la capacidad de los músculos esqueléticos para generar fuerza (19). Guerrero et al. (12) mostraron que los adultos con diabetes tipo II presentan una disminución significativa de la fuerza y la masa muscular magra en comparación con los adultos no diabéticos, y las mujeres muestran la mayor disminución en la fuerza. En el presente estudio, también hubo una disminución en la fuerza y la masa magra en las mujeres sedentarias del grupo etario G3, a pesar de que el presente estudio no controló las enfermedades crónicas.

Una posible explicación de la disminución de la fuerza durante la edad adulta puede ser la disminución progresiva en la actividad del eje funcional de los mecanismos somatotróficos. Estos cambios pueden ser responsables de la disminución en la actividad del eje GH/IGF-1, también conocida como somatopausia en adultos. La somatopausia puede afectar negativamente la composición corporal, el metabolismo y la capacidad aeróbica (10).

Además, la somatopausia se vuelve más común en el grupo etario G3 ya que parece haber una alteración acelerada en el eje hormonal con el envejecimiento continuo. Se cree que esto ocurre principalmente debido al daño al ADN y a las macromoléculas que afectan progresivamente la vitalidad de los tejidos del cuerpo. Por lo tanto, la disminución en la MM y en la fuerza de mujeres/hombres posiblemente se pueda explicar por las disminuciones hormonales en el grupo etario G3 (16).

Otro factor que contribuye a este fenómeno es la interacción entre el estrógeno y la regulación de la secreción de la GH en las mujeres, que a su vez tiene un efecto directo sobre el tejido muscular (10). Una disminución drástica en la producción de estrógeno ocurre durante la menopausia, alterando así la función reguladora de la GH (10). También está bien establecido que el estrógeno tiene efectos anabólicos en el tejido muscular (15). Por lo tanto, el avance de la menopausia puede estar relacionado con la reducción de la fuerza con el avance de la edad en las mujeres (21).

Se sabe que el entrenamiento de la fuerza estimula agudamente la liberación de testosterona, aunque su efecto sobre la producción crónica de esta hormona anabólica sigue siendo confuso (2,11). En el presente estudio, investigamos la fuerza de los hombres que no estuvieron involucrados en ningún tipo de ejercicio de fuerza durante al menos un año, lo que permitió detectar una disminución progresiva de la fuerza relacionada con la edad sin la posible confusión de las alteraciones hormonales. La disminución puede ocurrir debido a una combinación de la falta de ejercicio y la reducción de la producción de testosterona que acompaña al envejecimiento. Por lo tanto, esto puede ser un factor que indirectamente explica la disminución de la fuerza en los hombres (29).

La disminución de la función y el contenido mitocondrial pueden ser factores adicionales que están relacionados con la disminución de la fuerza muscular con el avance de la edad (18). Estos cambios ocasionalmente pueden conducir a una disminución en la síntesis de proteínas musculares, como la miosina de cadena larga, la degradación de proteínas dependientes de ATP (6,15) y la baja tasa de fosforilación oxidativa mitocondrial específica del músculo (19).

El daño oxidativo también se considera responsable de la disminución de la fuerza muscular y la actividad mitocondrial con el proceso de envejecimiento y la sarcopenia (2). Los niveles crónicamente elevados de especies de oxígeno reactivo (EOR) durante el proceso de envejecimiento contribuyen al permanente estado de aumento del daño de las células musculares (11), y está bien establecido que una alteración del sistema redox que ocurre en los músculos durante el envejecimiento conduce a la degradación irreversible del músculo esquelético (13).

El proceso de envejecimiento está asociado con el estrés oxidativo crónico, que se supone está relacionado con la pérdida de proteínas musculares y la atrofia muscular (26). El estrés oxidativo crónico también se atribuye a una regeneración defectuosa de la inervación del tejido muscular, que en última instancia causa una degeneración en la función del músculo esquelético (28). Además, hay una respuesta antioxidante disminuida en la resistencia intracelular a las EOR, que induce el reemplazo no celular y la apoptosis (9).

Limitaciones de este Estudio

Las limitaciones del presente estudio incluyen la ausencia de control calórico, el uso de medidas indirectas para estimar la composición corporal, la ausencia de parámetros bioquímicos relacionados con la reducción de la fuerza muscular y el hecho de que los tests motores hasta el agotamiento no diferencian entre fatiga central y periférica. Estas consideraciones de investigación deberían ser incorporadas y examinadas en futuros estudios.

CONCLUSIONES

Los hallazgos indican que, mientras un aumento en adultos sedentarios clasificados por edad se asocia con un aumento significativo de MC y GC en hombres y mujeres, un aumento significativo en el IMC en los hombres sin diferencias significativas en las mujeres, una disminución significativa en la MM en mujeres sin una diferencia significativa en los hombres, una disminución significativa en el test de abdominales de 1 minuto en hombres y mujeres, no se observaron diferencias significativas en el test de flexión (EFE) en hombres y mujeres.

Dirección de correo: André de Camargo Smolarek, Department of Physical Education, Biochemistry of the Exercise Laboratory, Universidade Estadual do Centro Oeste, PR 153 KM 7, Bairro Riozinho, Irati, Paraná, Brazil. Tel +55 42 99944 3213. Email: andrecks@gmail.com

REFERENCIAS

1. ACSM. (2013). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. (9th Edition). Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams and Wilkins.
2. Aiken J, Bua E, Cao Z, et al. (2002). Mitochondrial DNA deletion mutations and sarcopenia. *Ann N Y Acad Sci.* 2002;959(1):412-423.
3. Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, et al. (2015). A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women: A follow-up investigation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12:39.
4. Brioché T, Lemoine-Morel S. (2016). Oxidative stress, sarcopenia, antioxidant strategies and exercise: Molecular aspects. *Curr Pharm Des.* 2016;22(18):2664-2678.
5. Budui SL, Rossi AP, Zamboni M. (2015). The pathogenetic bases of sarcopenia. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2015;12(1):22-26.
6. Crescenzo R, Bianco F, Mazzoli A, Giacco A, Liverini G, Iossa S. (2015). Skeletal muscle mitochondrial energetic efficiency and aging. *Int J Mol Sci.* 2015;16(5):10674-10685.
7. Denison HJ, Cooper C, Sayer AA, Robinson SM. (2015). Prevention and optimal management of sarcopenia: A review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people. *Clin Interv Aging.* 2015;10:859-869.
8. Dimauro I, Scalabrin M, Fantini C, et al. (2016). Resistance training and redox homeostasis: Correlation with age-associated genomic changes. *Redox Biol.* 2016;10:34-44.
9. Doria E, Buonocore D, Focarelli A, Marzatico F. (2012). Relationship between human aging muscle and oxidative system pathway. *Oxid Med Cell Longev.*
10. Fanciulli G, Delitala A, Delitala G. (2009). Growth hormone, menopause and ageing: No definite evidence for "rejuvenation" with growth hormone. *Hum Reprod Update.* 2009;15(3):341-358.
11. Frohnert BI, Bernlohr DA. (2013). Protein carbonylation, mitochondrial dysfunction, and insulin resistance. *Adv Nutr.* 2013;4(2):157-163.
12. Guerrero N, Bunout D, Hirsch S, et al. (2016). Premature loss of muscle mass and function in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2016;117:32-38.
13. Jackson MJ, McArdle A. (2011). Age-related changes in skeletal muscle reactive oxygen species generation and adaptive responses to reactive oxygen species. *J Physiol.* 2011;589(Pt 9):2139-2145.
14. Jackson MJ. (2015). Redox regulation of muscle adaptations to contractile activity and aging. *J Appl Physiol.* 2015;119(3):163-171.
15. Johnson ML, Robinson MM, Nair SK. (2013). Skeletal muscle aging and the mitochondrion. *Trends Endocrinol Metab.* 2013;24(5):247-256.
16. Kolovou G, Katsiki N, Pavlidis A, Bilianou H, Goumas G, Mikhailidis DP. (2014). Ageing mechanisms and associated lipid changes. *Curr Vasc Pharmacol.* 2014;12(5):682-689.
17. Murphy CH, Oikawa SY, Phillips SM. (2016). Dietary protein to maintain muscle mass in aging: A case for per-meal protein recommendations. *J Frailty Aging.* 2016;5(1):49-58.
18. Nair KS. (2005). Aging muscle. *Am J Clin Nutri.* 2005;81:953-963.
19. Petersen KF, Morino K, Alves TC, et al. (2015). Effect of aging on muscle mitochondrial substrate utilization in humans. *Proc Natl Acad Sci.* 2015;112(36):11330-11334.
20. Petroski EL. (1995). Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos.

21. Pöllänen E, Kangas R, Horttanainen M, et al. (2015). Intramuscular sex steroid hormones are associated with skeletal muscle strength and power in women with different hormonal status. *Aging Cell*. 2015;14(2):236-248.
22. Rondanelli M, Faliva M, Monteferrario F, et al. (2015). Novel insights on nutrient management of sarcopenia in elderly. *Biomed Res Int*.
23. Sattler FR. (2013). Growth hormone in the aging male. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2013;27(4):541-555.
24. Savine R, Sönksen PH. (1999). Is the somatopause an indication for growth hormone replacement? *J Endocrinol Invest*. 1999;22(5):142-149.
25. Siri WE. (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. *Tech Meas Body Compos*. 1961;61:223-244.
26. Steinbacher P, Eckl P. (2015). Impact of oxidative stress on exercising skeletal muscle. *Biomolecules*. 2015;5(2):356-377.
27. Sternang O, Reynolds CA, Finkel D, Ernsth-bravell M, Pedersen NL, Dahl aslan AK. (2015). Factors associated with grip strength decline in older adults. *Age Ageing*. 2015;44 (2):269-274.
28. Vasilaki A, Jackson MJ. (2013). Role of reactive oxygen species in the defective regeneration seen in aging muscle. *Free Radic Biol Med*. 2013;65:317-323.
29. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. (2010). Testosterone physiology in resistance exercise and training: The up-stream regulatory elements. *Sports Med*. 2010;40(12):1037-1053.
30. Zampieri S, Mosole S, Löfler S, et al. (2015). Physical exercise in aging: Nine weeks of leg press or electrical stimulation training in 70 years old sedentary elderly people. *Eur J Transl Myol*. 2015;25(4):237.
31. Zeng P, Han Y, Pang J, et al. (2016). Sarcopenia-related features and factors associated with lower muscle strength and physical performance in older Chinese: A cross sectional study. *BMC Geriatr*. 2016;16(1):45.

Cita Original

Smolarek AC, McAnulty SR, Schoenfeld BJ, Cordeiro CW, Honorato IC, Ferreira LH, Mascarenhas LP, Souza WC, Oliveira CS, Laat EF, Utter AC, Souza-Junior TP. Disminución de la Fuerza en Hombres y Mujeres Sedentarios de Diferentes Edades. *JEPonline* 2018;21(2):40-50.