

Potencia de miembros inferiores y calidad muscular en adultos mayores

Power lower limbs and muscular quality in older adults

María Antelo¹, Carolina González¹, Joaquín Novak¹, María Olivera¹, Micaela Rocca¹, María Viscarret¹, Gabriel Fábrica^{2*}

RESUMEN

El envejecimiento conlleva disminución en capacidades físicas e impacto negativo en la funcionalidad y calidad de vida. La potencia se ha propuesto como la variable central a evaluar, sin embargo, su abordaje en la clínica está limitado. El concepto de calidad muscular brinda una perspectiva funcional del tejido muscular y suele evaluarse mediante test de sentarse y pararse de una silla. Abordar las consecuencias funcionales del envejecimiento requiere comprender la relación de ambas determinantes. Se realizó una búsqueda y revisión sistematizada. Las bases de datos consultadas fueron PubMed y SCOPUS (a través de TIMBÓ). Cumplieron los criterios de inclusión 33 estudios, se agregaron 15 trabajos de las listas de referencias, completando 48 artículos. Se pudo determinar que existe una importante discordancia entre las definiciones y formas de calcular la potencia y calidad muscular. El índice de calidad muscular surge como una estimación que asocia ambos conceptos y tiene gran relevancia clínica, pero su potencialidad está aún limitada. No existen trabajos donde se analicen en forma detallada las acciones por fases durante los test de sentarse y pararse junto con valores de potencia instantánea obtenidos por dinamometría. Es necesario analizar los supuestos de las expresiones más utilizadas para evaluación de potencia en la clínica. En procura de protocolos de evaluación clínica que permitan discriminaciones más claras, las futuras investigaciones deberían apuntar a un consenso en conceptos y formas de estimación de potencia y calidad muscular y establecer más claramente su relación.

Palabras clave: envejecimiento, sarcopenia, potencia muscular, índice de calidad muscular, sit to stand test, funcionalidad.

ABSTRACT

Aging leads to a decrease in physical capacities and negative impact on functionality and quality of life. Power has been proposed as the central variable to assess, nevertheless its approach in the clinic is limited. The concept of muscle quality provides a functional perspective of muscle tissue, it is usually evaluated by the sit to stand test. To address the functional consequences of aging, it is necessary to understand the relationship of both determinations. A systematized review was carried out. The databases consulted were PubMed and SCOPUS (through TIMBO). A total of 33 studies met the inclusion criteria, 15 papers were added from the reference lists, completing a total of 48 papers. Was determined an important disagreement between the definitions and ways of calculating muscle power and muscle quality. The muscle quality index emerges as an estimate that associates both concepts and despite it has great clinical relevance, although its potential is still limited. There are no studies that analyze in detail the actions by phases during the sit to stand tests together with instantaneous power values obtained by dynamometry. It is necessary to analyze the assumptions of the most used expressions for the evaluation of muscle power in the clinic. In search of clinical evaluation protocols that allow clearer discriminations, future research should aim to reach a consensus about concept and the ways of estimating muscle power and muscle quality and set more clearly their relationship.

Keywords: Aging; sarcopenia, Muscle quality index (MQI), Power Output; Sit to Stand (STS), functionality.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento determina pérdidas significativas de las propiedades estructurales y funcionales del sistema musculoesquelético⁽¹⁾ y disminución en las capacidades físicas condicionales y coordinativas⁽²⁾, afectando la independencia y calidad de vida⁽³⁾. Los cambios en la independencia funcional se asocian con eventos que aumentan la morbilidad y la mortalidad en adultos mayores⁽⁴⁾. La masa muscular ha sido destacada por muchos investigadores como el factor determinante para la funcionalidad en adultos mayores^(4, 5, 6, 7, 8, 9). Sin embargo, la proporción en que se relacionan masa y fuerza muscular puede resultar de baja a moderada^(10, 11, 12). En concreto, ni la masa muscular ni la fuerza por si solas pueden explicar la disminución de las capacidades físicas y funcionalidad en los adultos mayores^(11, 13, 14, 15, 16) y hay que tener en cuenta otros factores que permitan diferenciar entre la cantidad de masa muscular y su calidad⁽¹⁰⁾.

La calidad muscular es un concepto que ha estado en auge en los últimos años⁽¹⁷⁾ y cuenta con dos enfoques; asociación entre fuerza y masa o características observables del músculo⁽¹⁸⁾. Muchos autores sostienen que la potencia del músculo esquelético es un concepto asociado a la calidad muscular y el mejor predictor en comparación con otras variables físicas o biológicas^(9, 19). La potencia muscular comienza a disminuir a edades más tempranas y de forma más acelerada que la masa y la fuerza muscular y también se ha observado que tiene una mayor asociación con las limitaciones funcionales y la mortalidad^(20, 21, 22, 23, 24, 25, 26). La influencia de la potencia en la preservación de la independencia en adultos mayores ha sido explicitada al menos en dos trabajos^(27, 28), por lo que su evaluación durante los encuentros clínicos con los adultos mayores resulta de gran interés. Sin embargo, la mayoría de los test propuestos con este fin requieren de instrumentación costosa o consumen mucho tiempo de la consulta^(29, 30). Estrictamente, la potencia queda determinada por el producto de la fuerza y la velocidad o la tasa de producción de trabajo muscular, y se expresa en unidades de trabajo por unidad de tiempo⁽³¹⁾, pero en la evaluación existen diferentes acepciones y formas de estimación^(32, 33, 34, 35) y muchos de los estudios cuentan con errores conceptuales o

¹Estudiante de Medicina, Ciclo de Metodología Científica II, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay. La contribución en la realización del trabajo fue equivalente a la de los demás estudiantes. Correos electrónicos:

²Docente supervisor, Departamento de Biofísica de la Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

* Contacto: Departamento de Biofísica, Facultad de Medicina, Gral. Flores 2125, 11800 Montevideo, Uruguay. Tel: (5982) 924 3414 ext. 3403. Email: cgfabrica@gmail.com

importantes limitaciones respecto a su estimación⁽³⁶⁾.

La forma más directa de estimar la potencia de miembros inferiores es mediante plataformas de fuerza^(32, 33, 34) y el movimiento más utilizado para ello son los saltos verticales^(33, 34). Aunque durante evaluaciones de adultos mayores se han utilizado saltos^(35, 37), este gesto podría resultar riesgoso o imposible de implementar en muchos casos. Así, se utilizan test que implican un menor desgaste físico y carga mecánica, entre los que se destacan los de sentarse y pararse de una silla (STS)^(38, 39, 40). Los STS requieren poco espacio, material y tiempo⁽⁴¹⁾ y su importancia se fundamenta en que la acción es un requisito previo para la independencia funcional^(42, 43). Aunque los resultados del STS han sido relacionados con la potencia muscular, en realidad no representan en sí mismos una medida de esta variable. Además, existen distintas variantes del STS que pueden reflejar aspectos diferentes de la funcionalidad y asociarse con capacidades o variables distintas⁽⁴⁰⁾.

Teniendo en cuenta los resultados de los STS, se ha planteado el cálculo del "índice de calidad muscular" (MQI)^(44, 45, 46, 47, 48). El valor del MQI se ha considerado para evaluar la potencia muscular de las extremidades inferiores en adultos mayores⁽⁴⁵⁾. "Sin embargo, las estimaciones cuentan con varias simplificaciones^(44, 46, 47, 48) que pueden subestimar los valores de potencia⁽⁴⁹⁾. Por otra parte, cambios en la estrategia de movimiento durante los STS observados entre diferentes sujetos⁽⁵⁰⁾, sugieren que en un mismo test puede haber variaciones en la capacidad predominante que está siendo evaluada.

En concreto, la potencia y la calidad muscular parecen ser conceptos relacionados que sufren cambios con el envejecimiento afectando la funcionalidad y calidad de vida y su evaluación podría contribuir a proporcionar un diagnóstico diferencial en adultos mayores. No obstante, las diferentes formas de definirlos y la variedad de posibilidades para su cuantificación, hacen que hasta la fecha su relación no sea clara. Dada las asociaciones que se han establecido entre ambos conceptos y diferentes aspectos de interés en el área de la salud, el objetivo general de esta revisión es integrar la evidencia disponible hasta el momento acerca de las evaluaciones de la potencia de miembros inferiores y la calidad muscular en adultos mayores (>60 años). Se hace especial foco en el análisis de los diferentes test clínicos que se utilizan, los sistemas de registro y los diferentes cálculos.

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

Considerando la declaración *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)⁽⁵¹⁾ y los 14 tipos de revisión definidos en Grant & Booth, (2009)⁽⁵²⁾, el término revisión sistematizada es el que se ajusta más a nuestro abordaje. Se aplicaron criterios sistematizadores, pero sin restricción al contexto de la medicina, salud y ensayos controlados aleatorios. La evaluación no incluyó un análisis de calidad metodológica de los trabajos seleccionados y la síntesis fue típicamente narrativa. El análisis estuvo enfocado en los conceptos de calidad muscular y potencia, la incertidumbre alrededor de los hallazgos, las limitaciones metodológicas, sus determinaciones y la relación entre ambos conceptos.

FUENTES DE INFORMACIÓN Y BÚSQUEDA

Los buscadores y bases de datos PubMed y SCOPUS, se consultaron en forma independiente por cada investigador para identificar artículos publicados hasta el 1° de junio de 2021. La búsqueda bibliográfica se realizó en idioma inglés y la estrategia de búsqueda completa fue la siguiente:

((("Muscle quality index") OR ("Muscle quality")) OR ("MQI")) OR ("sit to stand") AND (("muscle power") OR ("power output"))

CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LOS ARTÍCULOS, SELECCIÓN Y EXTRACCIÓN DE DATOS

Los artículos se exportaron a la página rayyan.ai, allí se detectaron los trabajos duplicados y se llevó adelante la selección, evaluación y extracción de datos. Cada investigador trabajó independientemente considerando los siguientes criterios de inclusión:

- 1) Artículos originales o revisiones en inglés en texto completo.
- 2) Cualquier tipo de diseño.
- 3) Edad media o mediana de la población de estudio ≥60 años de uno o ambos géneros.
- 4) Calidad Muscular y/o Potencia estimadas por cualquier método. El proceso se realizó en tres pasos:
 - (i) selección basada en los títulos;
 - (ii) selección basada en el resumen; y
 - (iii) selección basada en la lectura del texto completo.

Un diagrama de flujo que resume el proceso de selección se presenta en la **Figura 1**.

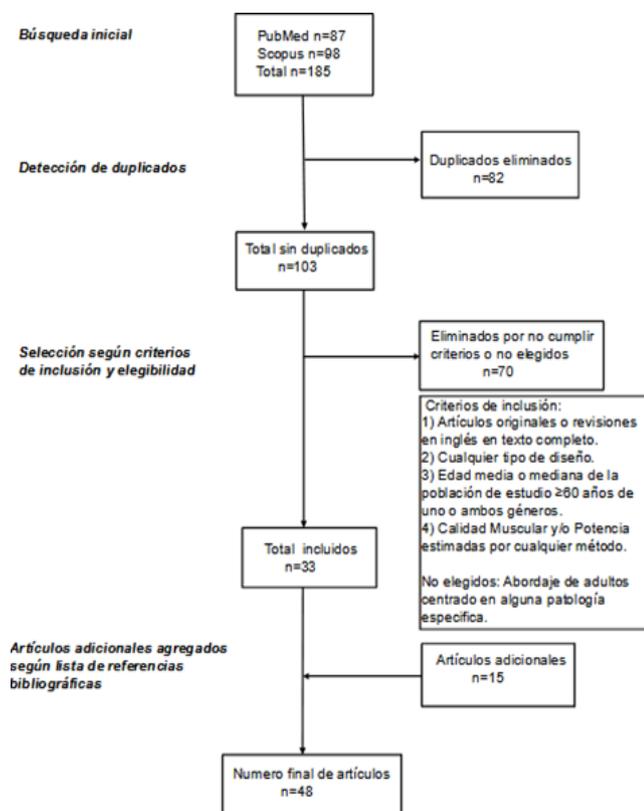


Figura 1. Flujo de información a través de las diferentes fases de la revisión

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ESTUDIOS

Se identificaron 185 artículos, luego de completado el proceso de selección quedaron 33 artículos y posteriormente se incluyeron 15 artículos de las listas de referencias, completando un total de 48 trabajos. Estos fueron publicados en 32 revistas, siendo la principal fuente *Experimental Gerontology* (10 trabajos). Los estudios fueron de tipo experimental (n=30), observacionales (n=11), revisión (n=6), análisis transversal post-hoc (n=1). Todos los artículos consideran poblaciones mayores de 60 años, 10 artículos incluyeron además al menos un grupo fuera de dicho rango de edad. Exceptuando las revisiones, 34 trabajos consideran población femenina y masculina, 5 únicamente población femenina y 3 únicamente masculina.

CONCEPTO DE POTENCIA, FORMAS DE ESTIMACIÓN E IMPORTANCIA EN EVALUACIONES DE ADULTOS MAYORES

En 43 de los artículos se aborda el concepto de potencia desde una concepción física (producto entre fuerza y velocidad). En 36 se realizaron estimaciones a partir del resultado de algún test (gesto motor

predeterminado). En 35 se realizaron medidas directas de la potencia o de alguna de las variables que la componen (fuerza o velocidad). En 5 se incluyeron estimaciones en base a expresiones que consideran valores de registro y datos antropométricos.

Dentro de los estudios donde se registran medidas directas, 12 utilizaron plataformas de fuerza y solo en 4 se recurrió al *Gold standard* para medida de la potencia (*Nottingham Power Rig*). Otros dispositivos utilizados fueron, el *Tendo Power Analyzer* (2 trabajos), transductores de velocidad (2 trabajos), dinamómetros (7 trabajos) y alfombra de salto (3 trabajos). Una revisión⁽⁴⁰⁾, describe los distintos protocolos de pruebas de potencia muscular en adultos mayores y discute si considerar potencia máxima o potencia media. En esta misma línea, 3 trabajos^(26, 39, 40) consideran la normalización de la potencia muscular relativa a la masa corporal.

Los trabajos que estiman la potencia mediante un cálculo que incluye valores registrados y datos antropométricos implican la realización del STS como test y utilizan alguna de las siguientes expresiones:

$$a) \text{ Potencia (W)} = \text{masa corporal (kg)} * 0,9 * 9,81(\text{m/s}^2) * [\text{altura (m)} * 0,5 - \text{altura de la silla (m)}] / \text{tiempo STS (s)} * 0,1.$$

$$b) \text{ Potencia (W)} = \text{Largo de pierna} - 0,4(\text{m}) * \text{masa corporal (Kg)} * 9,81 (\text{m/s}^2) * 10 / \text{tiempo STS}_{10r} (\text{s}).$$

la primera fue propuesta para estimar la potencia utilizando el test STS5r (5 repeticiones)⁽⁵³⁾. Posteriormente se utilizó con datos de STS 30s (30 segundos)⁽³⁸⁾ y se evaluó la precisión de las suposiciones con que cuenta esta expresión⁽⁵⁴⁾. La segunda, fue propuesta para estimar la potencia utilizando el test STS10r⁽⁴⁵⁾.

En cuanto a los test, los más utilizados fueron las diferentes variantes del (STS), utilizadas en 25 estudios. La mayoría de los trabajos donde se estima o registra potencia utilizaron STS5r (7 trabajos). En 2 se utilizó una variante con 10 repeticiones (STS10r), 1 estudio utilizó la variedad de 30 segundos (STS30s) y en 15 artículos no se especificó la variedad utilizada. Por otra parte, se utilizaron saltos con contramovimiento (9 trabajos), el test de empuje en prensa bilateral con diferentes cargas (8 trabajos,) test de subir escaleras (5 trabajos) y el *Test Up and Go* (TUG) (1 trabajo).

En 5 trabajos se evaluó la correspondencia entre formas diferentes de estimar la potencia. A saber: STS5r y plataforma de fuerza⁽⁵⁵⁾, STS30s y potencia de extensión en plataforma Nottingham⁽³⁸⁾, STS y potencia de extensión en plataforma Nottingham⁽⁵⁶⁾, potencia media y relativa durante STS con valores de potencia máxima obtenidos en test de prensa⁽⁵³⁾, test de subir escaleras con STS⁽⁵⁷⁾.

Los 44 trabajos donde se aborda el concepto físico de potencia, remarcan su importancia frente a otras

variables asociadas con la funcionalidad en adultos mayores⁽⁵⁸⁾. Varios de ellos evalúan la asociación con otras variables y discuten las posibles razones para la variación de potencia. Representa particular interés una revisión donde se analiza la relación entre potencia muscular y rendimiento funcional junto al efecto de intervenciones de entrenamiento⁽⁵⁹⁾. Previamente, dos trabajos habían discutido ese aspecto^(7, 58), posterior a la misma se destaca un trabajo más⁽⁶⁰⁾. La importancia de la velocidad dentro de las variables que componen la potencia se discute en 5 estudios. Tres de ellos^(35, 39, 50), abordan la importancia de la técnica y la velocidad, mientras que en dos^(28, 61), el enfoque está en el entrenamiento y acondicionamiento físico. Finalmente, 3 trabajos evalúan la asociación entre potencia y la estructura muscular; volumen muscular⁽⁶²⁾, área de sección transversal en muslo⁽⁴⁵⁾ y estructura de cada porción del cuádriceps⁽⁶³⁾.

CONCEPTO DE CALIDAD MUSCULAR, FORMAS DE ESTIMACIÓN, E IMPORTANCIA EN EVALUACIONES DE ADULTOS MAYORES

En 16 artículos se aborda el concepto de calidad muscular, existiendo dos grandes tendencias para definirlo. Dentro de los enfoques estructurales la calidad es sinónimo de volumen muscular (6 trabajos), volumen muscular magro (2 trabajos) y densidad de las fibras musculares (2 trabajos). En 6 trabajos la calidad muscular es una concepción funcional, determinada mediante el MQI, o mediante determinaciones de cociente entre valores de fuerza y volumen o masa.

Se presentan una enorme variedad de técnicas de estimación que al igual que en las concepciones se engloban en dos grandes tipos, las que se asocian a la estructura del músculo y las funcionales. Las medidas estructurales, estuvieron siempre asociadas a músculos de miembros inferiores, en particular componentes de cuádriceps. Se ha utilizado absorciometría de rayos X (2 trabajos), Resonancia Magnética Nuclear (1 trabajo) y Ultrasonido (2 trabajos), tomografía computarizada (2 trabajos) y en un caso se recurrió a un cálculo del volumen basado en técnicas antropométricas.

En 3 artículos la calidad muscular fue cuantificada como la relación entre la fuerza y la masa muscular. Para la determinación de la fuerza se realizó levantamiento de peso, de 1 repetición máxima (2 trabajos) y registro mediante dinamómetro (1 trabajo). En 1 estudio la calidad muscular fue sinónimo de potencia, siendo esta determinada en base a los registros de plataforma de fuerza y masa muscular mediante absorciometría de rayos X. Es de destacar que dos artículos^(46, 47), estiman la calidad muscular en pacientes a partir de la expresión "b"⁽⁴⁵⁾ presentada en el apartado anterior.

La heterogeneidad en la determinación de la calidad

muscular desde lo funcional fue abordada en una revisión⁽¹⁷⁾.

Los factores estructurales y funcionales que se remarcan como importantes en los valores de calidad muscular ilustran la importancia del concepto, por ejemplo: Una buena determinación de calidad muscular podría permitir discriminar grupos que difieren en la arquitectura muscular, la composición, el metabolismo, la infiltración de grasa, la fibrosis y la activación neural⁽⁶⁴⁾. Algunos componentes de la calidad muscular se han relacionado con la calidad de la marcha⁽⁵⁰⁾. La proporción de elementos no contráctiles en el músculo afecta la potencia de adultos mayores⁽⁶³⁾.

DISCUSIÓN

CONCEPTO Y FORMAS DE ESTIMACIÓN DE POTENCIA Y SU IMPORTANCIA EN LA EVALUACIÓN:

La principal fundamentación para no determinar la potencia en forma directa con plataformas de fuerza es su costo y escasa practicidad en el contexto clínico^(29, 30). Varios estudios intentaron obtener correspondencias entre métodos más sencillos y sistemas de registro directos^(55, 56) o valores estimados de cálculos⁽³⁸⁾. Existen fuertes justificativos para utilizar los STS en la estimación de potencia en la clínica^(39, 56), aunque se han marcado limitantes de los STS⁽⁶⁵⁾. La importancia de considerar las diferentes fases de un STS por separado ha sido discutida^(65, 66, 67), pero hasta el momento se asume simetría en las fases de un STS⁽⁴⁰⁾. Esas acciones implican trabajos mecánicos diferentes⁽⁶⁸⁾, que pueden determinar cambios en la técnica y predominancia de músculos que participan. De hecho, una revisión reciente⁽⁶⁵⁾, indica que el tiempo de elevación tiene mayor relevancia en las estimaciones de potencia. Es necesaria la discriminación de fases de los STS con registro de plataformas⁽⁶⁹⁾ y mayor estandarización para el cribado geriátrico⁽⁶⁶⁾. Por otra parte, entre los factores a tener en cuenta respecto al método de evaluación, el género puede resultar determinante⁽³⁸⁾.

Las estimaciones de potencia que consideran datos antropométricos se basan en dos tipos diferentes de STS, aunque utilizan los mismos principios y consideran los mismos valores^(38, 45). En un caso se indica que no toda la masa del sujeto es desplazada⁽³⁸⁾. Aunque este supuesto fue confirmado en otro estudio⁽⁵⁴⁾, recientemente se indicó que esto es un error conceptual⁽⁴⁹⁾. En ese sentido la expresión de Takai et al. (2009)⁽⁴⁵⁾, es más precisa y debería ser discutida considerando los tiempos y fases del STS.

Por otra parte, la potencia media tiene una asociación más clara con la calidad muscular que la potencia máxima⁽⁴⁰⁾. Además, los valores medios son más fiables y presentan una mayor asociación con diferentes

medidas de rendimiento físico⁽⁴⁰⁾, la normalización de los valores de potencia con la masa corporal, fortalece esta relación^(26, 39, 40). Se ha sugerido, además, utilizar valores medios de fuerza y velocidad para la construcción de perfiles fuerza-velocidad que pueden complementar la evaluación. No obstante, otros estudios indican que los valores de potencia máxima representan más utilidad porque disminuyen con la edad en los hombres mientras que la potencia media no⁽⁶⁷⁾.

Dentro de los componentes de la potencia, se ha indicado que el desarrollo de velocidad angular está más asociado con la funcionalidad que la fuerza o sarcopenia^(7, 58, 59, 60). Se pudieron identificar importantes asociaciones entre la potencia y medidas funcionales evaluadas en la clínica, así como con otras variables (fuerza, velocidad) y factores (género, masa corporal, volumen y masa muscular) que podrían marcar nuevas líneas de estudio que conduzcan a mejores herramientas de evaluación clínica. La edad y sexo explican mejor la variabilidad de la potencia que las propias variables que la componen (fuerza y velocidad)⁽⁵⁸⁾. La potencia utilizando STS5r, presenta una fuerte asociación con la velocidad de marcha autoseleccionada, así como con distintos indicadores de calidad de vida que permite determinar diferencias en los valores al considerar género e índice de masa muscular como factores⁽⁷⁰⁾. En ese mismo sentido, la potencia se asocia con parámetros cinemáticos apuntando a la técnica de movimiento⁽⁵⁰⁾, coordinación y velocidad⁽³⁵⁾ como factor explicativo de las diferencias en sus valores. En adultos mayores hombres la tasa de activación neuromuscular podría ser el factor fisiológico más importante en la generación de potencia^(28, 61).

La potencia tiene una asociación moderada con el volumen muscular⁽⁵⁶⁾ y fuerte con el área de sección transversal de los músculos extensores de pierna⁽⁵⁵⁾. Un examen completo de los principales mecanismos fisiológicos relacionados con la edad frente a un periodo de entrenamiento, concluyen que existe una disminución de la potencia máxima durante repeticiones en prensa al 70% de carga máxima en hombres mayores⁽²⁸⁾. Ese trabajo también remarca la importancia de ajustar los valores de potencia a la masa magra del paciente a los efectos de realizar una buena interpretación durante una evaluación. La interpretación de los autores fue que la ganancia que ocurrió sin hipertrofia mensurable puede haberse debido a adaptación neuronal.

CONCEPTO, FORMAS DE ESTIMACIÓN DE CALIDAD MUSCULAR Y SU IMPORTANCIA EN LA EVALUACIÓN:

Aunque el *gold standard* actual para determinar estructuralmente la calidad muscular es la resonancia magnética nuclear⁽⁷¹⁾, también se proponen las

Unidades Housfield como medida de la calidad muscular en base a la densidad del músculo esquelético en la tomografía computarizada⁽⁷⁾. Por su parte, la ultrasonografía es un método económico y accesible, que permite una evaluación rápida e inocua. La ecografía es un medio clínicamente viable para caracterizar la estructura muscular y una forma de determinar la calidad muscular es a través de ultrasonido del recto femoral, vasto intermedio, vasto lateral, y vasto medial⁽⁶³⁾.

En cuanto a la concepción y formas de estimación que apuntan a la funcionalidad, el significado inherente de la calidad muscular está indisolublemente ligado a las funciones primarias del músculo esquelético⁽⁶⁴⁾. Así, la calidad muscular estaría determinada por el grado en que el tejido muscular cumple sus funciones y de esta manera su definición necesariamente debe implicar la funcionalidad. Esto incluye la función en reposo y en respuesta a mayores demandas, dentro de los límites de la capacidad fisiológica normal. La dificultad en cuanto a un acuerdo sobre el concepto de calidad muscular, así como la necesidad de establecer una definición en relación con el estado funcional queda claramente manifiesta⁽¹⁷⁾. Hay tres indicadores relevantes que pueden evaluar globalmente la calidad muscular: la fuerza por unidad de masa muscular, la potencia por unidad de masa y la potencia muscular propiamente dicha. Señalando que el mejor método para evaluar la calidad muscular depende de la finalidad, mientras algunos son adecuados para aplicar en la investigación, otros se ajustan más a las necesidades de la práctica clínica.

En cuanto su importancia, se destaca la asociación con la fragilidad en adultos mayores. A su vez, se ha evidenciado que la presencia de la sarcopenia, tejido adiposo intramuscular, así como la alteración de la densidad de las fibras musculares y otros factores medidos principalmente por métodos de imagen son determinantes de la autonomía de los adultos. Por otro lado, se ha demostrado con evidencia suficiente, que el deterioro de la calidad muscular (considerando todas sus concepciones y aristas antes mencionadas) supone un marcado impacto en las actividades básicas de la vida diaria y en la calidad de vida de los adultos mayores, siendo el aspecto más comprometido la motricidad, especialmente la marcha. Dicho impacto se refleja claramente en los test utilizados en los artículos analizados, como lo son STS, TUG, test de marcha, subir escaleras, los que evalúan precisamente actividades cotidianas que son consideradas puntos de inflexión en el proceso de envejecimiento.

REFERENCIAS

1. **Frontera WR.** Physiologic changes of the musculoskeletal system

- with aging: A brief review. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2017;28(4):705–11.
2. **Wilmore JH.** Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Paidotribo Editorial; 2014
 3. **Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA.** Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med.* 2015;45(5):641–58.
 4. **Rockwood K, Mitnitski A.** Frailty in relation to the accumulation of deficits. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62(7):722–7.
 5. **Rosenberg IH.** Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr.* 1997;127(5 Suppl):990S–991S.
 6. **García-García FJ, Gutierrez Avila G, Alfaro-Acha A, Amor Andres MS, De Los Angeles De La Torre Lanza M, Escribano Aparicio MV, et al.** The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. The Toledo Study for Healthy Aging. *J Nutr Health Aging.* 2011;15(10):852–6.
 7. **Martinikorena I, Martínez-Ramírez A, Gómez M, Lecumberri P, Casas-Herrero A, Cadore EL, et al.** Gait variability related to muscle quality and muscle power output in frail nonagenarian older adults. *J Am Med Dir Assoc.* 2016;17(2):162–7.
 8. **Trudelle-Jackson E, Jackson AW.** Do older adults who meet 2008 Physical Activity guidelines have better physical performance than those who do not meet? *J Geriatr Phys Ther.* 2018;41(3):180–5.
 9. **Casas-Herrero A, Cadore EL, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Martínez-Ramírez A, et al.** Functional capacity, muscle fat infiltration, power output, and cognitive impairment in institutionalized frail oldest old. *Rejuvenation Res.* 2013;16(5):396–403.
 10. **Barbat-Artigas S, Rolland Y, Vellas B, Aubertin-Leheudre M.** Muscle quantity is not synonymous with muscle quality. *Journal of the American Medical Directors Association.* 2013;14(11): 852.e1-7.
 11. **Hughes VA, Frontera WR, Wood M, Evans WJ, Dallal GE, Roubenoff R, Fiatarone Singh MA.** Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol Series A, Biological Sciences and Medical Sciences.* 2001;56(5):B209–17.
 12. **Clark BC, Manini TM.** Sarcopenia =/= dynapenia. *J Gerontol Series A, Biological Sciences and Medical Sciences.* 2008;63(8):829–834.
 13. **Auyeung TW, Lee SWJ, Leung J, Kwok T, Woo J.** Age-associated decline of muscle mass, grip strength and gait speed: a 4-year longitudinal study of 3018 community-dwelling older Chinese: Longitudinal decline of muscle mass and function. *Geriatrics & Gerontology International.* 2014;14(suppl 1):76–84.
 14. **Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al.** The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol Series A, Biological Sciences and Medical Sciences.* 2006;61(10):1059–1064.
 15. **Schaap LA, Koster A, Visser M.** Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. *Epidemiologic Reviews.* 2013;35:51–65.
 16. **Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al.** Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences.* 2006;61(1):72–77.
 17. **Barbat-Artigas S, Filion ME, Plouffe S, Aubertin-Leheudre M.** Muscle quality as a potential explanation of the metabolically healthy but obese and sarcopenic obese paradoxes. *Metabolic Syndrome and Related Disorders.* 2012;10(2):117–122.
 18. **Cruz-Jentoft AJ, Sayer AA.** Sarcopenia. *The Lancet.* 2019;393(10191):2636–2646.
 19. **Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda C, et al.** Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(4):M192–9.
 20. **Akima H, Kano Y, Enomoto Y, Ishizu M, Okada M, Oishi Y, et al.** Muscle function in 164 men and women aged 20–84 yr. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(2):220–226.
 21. **Doherty TJ.** Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003;95(4):1717–27.
 22. **Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al.** Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003;95(5):1851–60.
 23. **Pearson SJ, Young A, Macaluso A, Devito G, Nimmo MA, Cobbold M, et al.** Muscle function in elite master weightlifters. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(7):1199–206.
 24. **Reid KF, Pasha E, Doros G, Clark DJ, Patten C, Phillips EM, et al.** Longitudinal decline of lower extremity muscle power in healthy and mobility-limited older adults: Influence of muscle mass, strength, composition, neuromuscular activation and single fiber contractile properties. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(1):29–39.
 25. **Siglinsky E, Krueger D, Ward RE, Caserotti P, Strotmeyer ES, Harris TB, et al.** Effect of age and sex on jumping mechanography and other measures of muscle mass and function. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2015;15(4):301–8.
 26. **Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A.** Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years. *Age Ageing.* 1994;23(5):371–7.
 27. **Izquierdo M, Cadore EL.** Muscle power training in the institutionalized frail: a new approach to counteracting functional declines and very late-life disability. *Curr Med Res Opin.* 2014;30(7):1385–90.
 28. **Reid KF, Fielding RA.** Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. *Exerc Sport Sci Rev.* 2012;40(1):4–12.
 29. **Regterschot GRH, Zhang W, Baldus H, Stevens M, Zijlstra W.** Accuracy and concurrent validity of a sensor-based analysis of sit-to-stand movements in older adults. *Gait Posture.* 2016;45:198–203.
 30. **Beaudart C, Rolland Y, Cruz-Jentoft AJ, Bauer JM, Sieber C, Cooper C, et al.** Assessment of muscle function and physical performance in daily clinical practice: A position paper endorsed by the European Society for clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and musculoskeletal diseases (ESCEO): A position paper endorsed by the European society for clinical and economic aspects of osteoporosis, osteoarthritis and musculoskeletal diseases (ESCEO). *Calcif Tissue Int.* 2019;105(1):1–14.
 31. **Winter DA.** Biomechanics and motor control of human movement. 4rd ed. Hoboken (New Jersey: John Wiley & Sons; 2009.
 32. **Bobbert MF, Richard Casius LJ.** Spring-like leg behaviour, musculoskeletal mechanics and control in maximum and submaximum height human hopping. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2011;366(1570):1516–29.
 33. **Ferraro D, Fábrika CG.** Differences in the utilization of active power in squat and countermovement jumps. *Eur. J. Sport Sci.* 2017;17(6):673–680. doi: 10.1080/17461391.2017.1305453
 34. **Fábrika CG, Ferraro D, Mercado-Palomino E, Molina A, Chiroso I.** Differences in utilization of lower limb muscles power in squat jump with positive and negative load. *Front Phys.* 2020;11. DOI: 10.3389/fphys.2020.00573
 35. **Dobbs TJ, Simonson SR, Conger SA.** Improving power output in older adults using plyometrics in a body mass-supported treadmill. *J Strength Cond Res.* 2018;32(9):2458–65.
 36. **Winter EM, Abt G, Brookes FBC, Challis JH, Fowler NE, Knudson DV, et al.** Misuse of “Power” and other mechanical terms in sport and exercise science research. *J. Strength Cond. Res.* 2016;30(1):292–300. doi: 10.1519/jsc.000000000001101
 37. **Petrigna L, Karsten B, Marcolin G, Paoli A, D’Antona G, Palma A, Bianco A.** A Review of Countermovement and Squat Jump Testing Methods in the Context of Public Health Examination in Adolescence: Reliability and Feasibility of Current Testing Procedures. *Front. Physiol.* 2019;10:1384. doi: 10.3389/

- fphys.2019.01384
38. **Alcazar J, Kamper RS, Aagaard P, Haddock B, Prescott E, Ara I, et al.** Relation between leg extension power and 30-s sit-to-stand muscle power in older adults: validation and translation to functional performance. *Sci Rep.* 2020;10(1):16337.
 39. **Alcazar J, Rodriguez-Lopez C, Ara I, Alfaro-Acha A, Rodriguez-Gómez I, Navarro-Cruz R, et al.** Force-velocity profiling in older adults: An adequate tool for the management of functional trajectories with aging. *Exp Gerontol.* 2018;108:1–6.
 40. **Alcazar J, Guadalupe-Grau A, García-García FJ, Ara I, Alegre LM.** Skeletal muscle power measurement in older people: A systematic review of testing protocols and adverse events. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2018;73(7):914–24.
 41. **Csuka M, McCarty DJ.** Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med.* 1985;78(1):77–81
 42. **van Lummel RC, Walgaard S, Maier AB, Ainsworth E, Beek PJ, van Dieën JH.** The instrumented sit-to-stand test (iSTS) has greater clinical relevance than the manually recorded sit-to-stand test in older adults. *PLoS One.* 2016;11(7):e0157968.
 43. **Bohannon RW.** Daily sit-to-stands performed by adults: a systematic review. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(3):939–42.
 44. **Fragala MS, Fukuda DH, Stout JR, Townsend JR, Emerson NS, Boone CH, et al.** Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol.* 2014;53:1–6.
 45. **Takai Y, Ohta M, Akagi R, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T.** Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach. *J Phys Anthropol.* 2009;28(3):123–128.
 46. **Jerez-Mayorga D, Chiroso Ríos LJ, Reyes A, Delgado-Floody P, Machado Payer R, Guisado Requena I M.** Muscle quality index and isometric strength in older adults with hip osteoarthritis. *PeerJ.* 2019;7:e7471.
 47. **Machado-Payer R, Latorre-Román PÁ, Jerez-Mayorga D, Chiroso LJ, Ábalos-Medina G.** Muscle quality index as a predictor of hip osteoarthritis. *Topics in Geriatric Rehabilitation.* 2020;36(1):50–54.
 48. **Brown JC, Harhay MO, Harhay MN.** The muscle quality index and mortality among males and females. *Annals of Epidemiology.* 2016;26(9):648–653.
 49. **Fábrica CG, Biancardi CM.** Commentary: The sit-to-stand muscle power test: an easy, inexpensive and portable procedure to assess muscle power in older people. *Experimental Gerontology.* 2022;158:111652
 50. **Millor N, Cadore EL, Gómez M, Martínez A, Lecumberri P, Martirikorena J, Idoate F, Izquierdo M.** High density muscle size and muscle power are associated with both gait and sit-to-stand kinematic parameters in frail nonagenarians. *J Biom.* 2020;105:109766.
 51. **McGrath TA, Moher D, McInnes MDF.** Steps toward more complete reporting of systematic reviews of diagnostic test accuracy: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses of Diagnostic Test Accuracy (PRISMA-DTA). *Syst Rev.* 2019;8(166).
 52. **Grant MJ, Booth A.** A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Info Libr J.* 2009;26(2):91–108.
 53. **Alcazar J, Losa-Reyna J, Rodriguez-Lopez C, Alfaro-Acha A, Rodriguez-Mañás L, Ara I, et al.** The sit-to-stand muscle power test: An easy, inexpensive and portable procedure to assess muscle power in older people. *Experimental Gerontology.* 2018;112:38–43.
 54. **Baltasar-Fernandez I, Alcazar J, Rodriguez-Lopez C, Losa-Reyna J, Alonso-Seco M, Ara I, et al.** Sit-to-stand muscle power test: Comparison between estimated and force plate-derived mechanical power and their association with physical function in older adults. *Experimental Gerontology.* 2021;145:111213.
 55. **Zijlstra W, Bisseling RW, Schlumbohm S, Baldus H.** A body-fixed-sensor-based analysis of power during sit-to-stand movements. *Gait Posture.* 2010;31(2):272–278.
 56. **Lindemann U, Claus H, Stuber M, Augat P, Muche R, Nikolaus T, et al.** Measuring power during the sit-to-stand transfer. *Eur J Appl Phys.* 2003;89(5):466–470.
 57. **Zech A, Steib S, Sportwiss D, Freiberger E, Pfeifer K.** Functional muscle power testing in young, middle-aged, and community-dwelling nonfrail and prefrail older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2011;92(6):967–971.
 58. **Dietzel R, Gast U, Heine T, Felsenberg D, Armbrecht G.** Cross-sectional assessment of neuromuscular function using mechanography in women and men aged 20–85 years. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2013;13(3):312–9.
 59. **Byrne C, Faure C, Keene DJ, Lamb SE.** Ageing, muscle power and physical function: A systematic review and implications for pragmatic training interventions. *Sports Med.* 2016;46(9):1311–32.
 60. **Bahat G, Kilic C, Eris S, Karan MA.** Power versus sarcopenia: Associations with functionality and physical performance measures. *J Nutr Health Aging.* 2021;25(1):13–7.
 61. **Reid KF, Callahan DM, Carabello RJ, Phillips EM, Frontera WR, Fielding RA.** Lower extremity power training in elderly subjects with mobility limitations: a randomized controlled trial. *Aging Clin Exp Res.* 2008;20(4):337–43.
 62. **Lindemann U, Mohr C, Machann J, Blatzonis K, Rapp K, Becker C.** Association between thigh muscle volume and leg muscle power in older women. *PLoS One.* 2016;11(6):e0157885.
 63. **Wilhelm EN, Rech A, Minozzo F, Radaelli R, Botton CE, Pinto RS.** Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. *Age (Dordr).* 2014;36(3):9625.
 64. **Correa-de-Araujo R, Harris-Love MO, Miljkovic I, Fragala MS, Anthony BW, Manini TM.** The need for standardized assessment of muscle quality in skeletal muscle function deficit and other aging-related muscle dysfunctions: A symposium report. *Frontiers in physiology.* 2017;8(87). <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00087>.
 65. **van der Kruk E, Silverman AK, Reilly P, Bull AMJ.** Compensation due to age-related decline in sit-to-stand and sit-to-walk. *J Biomech.* 2021;122:110411.
 66. **Shukla B, Bassement J, Vijay V, Yadav S, Hewson D.** Instrumented analysis of the Sit-to-Stand movement for geriatric screening: A systematic review. *Bioengineering (Basel).* 2020;7(4):139.
 67. **Smith TM, Hester GM, Ha PL, Olmos AA, Stratton MT, VanDusseldorp TA, et al.** Sit-to-stand kinetics and correlates of performance in young and older males. *Arch Gerontol Geriatr.* 2020;91:104215.
 68. **Minetti AE, Ardigò LP, Saibene F.** Mechanical determinants of gradient walking energetics in man. *J Physiol.* 1993;472(1):725–35.
 69. **Cheng Y-Y, Wei S-H, Chen P-Y, Tsai M-W, Cheng I-C, Liu D-H, et al.** Can sit-to-stand lower limb muscle power predict fall status? *Gait Posture.* 2014;40(3):403–7.
 70. **Losa-Reyna J, Alcazar J, Rodriguez-Gómez I, Alfaro-Acha A, Alegre LM, Rodriguez-Mañás L, Ara I, et al.** Low relative mechanical power in older adults: An operational definition and algorithm for its application in the clinical setting. *Experimental Gerontology.* 2020;142:111141.
 71. **Delmonico MJ, Kostek MC, Johns J, Hurley BF, Conway JM.** Can dual energy X-ray absorptiometry provide a valid assessment of changes in thigh muscle mass with strength training in older adults? *Eur J Clin Nutr.* 2008;62(12):1372–8.