

Relación de las caídas con la fuerza muscular del cuádriceps y la fuerza de prensión manual en ancianos institucionalizados

Relationship of falls with quadriceps muscle strength and hand grip strength in institutionalized elderly

Hernando-Garijo I^{a,b}, Lorenzana-García F^c, Jiménez-del-Barrio S^{a,b}, Medrano-de-la-Fuente R^{a,b}, Mingo-Gómez MT^{a,b}, Ceballos-Laita L^{a,b}

^a Departamento de Cirugía, Oftalmología, Otorrinolaringología y Fisioterapia, Universidad de Valladolid, Soria, España

^b Grupo de Investigación Clínica en Ciencias de la Salud. Soria, España

^c Ejercicio libre de la profesión. Soria, España

Correspondencia:

Ignacio Hernando Garijo
ignacio.hernando@uva.es

Recibido: 19 octubre 2021

Aceptado: 22 noviembre 2021

RESUMEN

Objetivo: correlacionar la fuerza del músculo cuádriceps y la fuerza de prensión manual con la presencia de caídas sufridas en el último año por ancianos institucionalizados. **Material y método:** se desarrolló un estudio transversal en el que se incluyeron a 20 ancianos institucionalizados. Se registraron datos sociodemográficos y número de caídas durante el último año. Se evaluó la fuerza muscular del cuádriceps y la fuerza de prensión manual mediante dinamometría. Los participantes fueron divididos por grupos de baja (fuerza cuádriceps < 10 kg; fuerza prensión < 15 kg), moderada (fuerza cuádriceps 10 a 15 kg) o alta (fuerza cuádriceps > 15 kg, fuerza prensión > 15 kg) fuerza muscular. **Resultados:** se observaron más sucesos de caídas en los participantes que presentaron una fuerza muscular del cuádriceps de 10 a 15 kg en un odds ratio (OR) = 4,00 (95 % CI 0,21-75,66) y < 10 kg en un OR = 7,00 (95 % CI 0,57-86,32), en comparación con el grupo con una fuerza muscular > 15 kg. En los participantes que presentaron una fuerza de prensión < 15 kg los sucesos de caídas fueron mayores en un OR = 5,44 (95 % CI 0,80-36,87). En los participantes con menor fuerza muscular del cuádriceps, los factores que se asociaron a más sucesos de caídas fueron el género masculino, mayor índice de masa corporal, osteoporosis y déficit de vitamina D. En los participantes con menor fuerza de prensión manual, fueron mayor edad, hipertensión arterial y diabetes. **Conclusiones:** se observa mayor presencia de caídas en ancianos institucionalizados que presentan una baja fuerza isométrica del cuádriceps o baja fuerza de prensión manual.

Palabras clave: ancianos, caídas accidentales, fuerza muscular.

ABSTRACT

Objective: to correlate the quadriceps muscle strength and the manual grip strength with the presence of falls suffered in the last year by institutionalized elderly. **Material and method:** a cross-sectional study was carried out and 20 institutionalized elderly were included. Sociodemographic data and number of falls during the last year were recorded. Quadriceps muscle strength and hand grip strength were assessed using dynamometry. Study participants were divided into groups of low (quadriceps strength < 10 kg; grip strength < 15 kg), moderate (quadriceps strength 10-15 kg), or high (quadriceps strength > 15 kg, grip strength > 15 kg) muscle strength. **Results:** occurrence of falls was greater by an odds ratio (OR) = 4.00 (95 % CI 0.21-75.66) in the participants who presented

a quadriceps muscle strength of 10-15 kg, and by an OR = 7.00 (95 % CI 0.57-86.32) in those who presented a force < 10 kg, compared to the group with a quadriceps muscle strength > 15 kg. In the participants who presented a grip strength < 15 kg, occurrence of falls was greater by OR = 5.44 (95 % CI 0.80-36.87). Male gender, higher body mass index, osteoporosis and vitamin D deficiency were factors related to more fall events in participants with lower quadriceps muscle strength. Older age, hypertension and diabetes were factors related to more fall events in participants with lower hand grip strength. Conclusions: a greater presence of falls is observed in institutionalized elderly with low quadriceps muscle strength or low manual grip strength.

Key words: aged, accidental falls, muscle strength.

INTRODUCCIÓN

El número total de población anciana en el mundo se ha multiplicado por 5 en las últimas 6 décadas⁽¹⁾. Se estima que esta tendencia continuará en el futuro, llegando a representar hasta un 30 % del total de la población en algunos países de Europa en el año 2050. A medida que la población anciana aumenta, también lo hace el número de personas mayores institucionalizadas en residencias sociales^(2, 3), muchas de las cuales se encuentran en situación de dependencia o aislamiento social⁽⁴⁾.

Las personas mayores de 65 años son el grupo de población que más recursos sanitarios consume, debido al deterioro físico y mental que se produce con el envejecimiento^(2, 5, 6). Gran parte del consumo de estos recursos es consecuencia de caídas, que suponen la causa principal de las lesiones sufridas en personas mayores⁽⁷⁾. Se ha descrito que al menos un 30 % de las personas mayores de 65 años experimentan una caída en el periodo de un año y, de estos, dos tercios sufren una nueva caída en los 6 meses posteriores a la primera^(8, 9). Entre el 5 y el 10 % de las caídas en ancianos suponen lesiones graves, siendo las más importantes las fracturas de cadera o los hematomas subdurales^(10, 11). Además del traumatismo físico y los eventos relacionados, el miedo que los afectados pueden sufrir una nueva caída genera incapacidad para realizar actividades de la vida diaria y para establecer relaciones en el ámbito social y familiar⁽¹²⁾.

La pérdida de aptitudes físicas o mentales se hace más evidente en ancianos institucionalizados^(2, 13). Estudios recientes indican que la incidencia de caídas en ancianos institucionalizados podría ser hasta un 50 % superior que en ancianos no institucionalizados^(13, 14). La mayoría de estas caídas parecen deberse a factores intrínsecos como la edad, el sexo, el índice de masa cor-

poral (IMC), la osteoporosis, el déficit de vitamina D, la diabetes o la hipertensión arterial (HTA)^(15, 16). La pérdida progresiva de fuerza muscular es otro factor intrínseco evidente en ancianos y se suele producir tanto en extremidades inferiores como en las superiores⁽¹⁷⁾. En la extremidad inferior, uno de los músculos más afectados por la pérdida de fuerza muscular es el cuádriceps. La fuerza del cuádriceps muestra una relación inversa con el riesgo de caídas en diversos grupos de pacientes^(18, 19). En la extremidad superior, la debilidad en la prensión manual puede hallarse en procesos como la sarcopenia, que se asocia a un incremento del riesgo de caídas en personas mayores^(20, 21).

De esta manera, diversos estudios describen una posible relación entre la fuerza muscular y otros factores intrínsecos con el riesgo de caídas en ancianos. Sin embargo, no se han encontrado estudios en la literatura que permitan conocer su papel en la incidencia de caídas en ancianos institucionalizados.

El objetivo de este estudio fue correlacionar la fuerza del músculo cuádriceps y la fuerza de prensión manual con la presencia de caídas en el último año en ancianos institucionalizados. Además, se analizó la influencia de factores como la edad, el sexo, el déficit de vitamina D, la osteoporosis, la diabetes y la hipertensión arterial en la presencia de caídas en función de la fuerza muscular del cuádriceps y la fuerza de prensión manual.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño del estudio

Se diseñó un estudio transversal en mayo de 2021 siguiendo la declaración STROBE⁽²²⁾. Este estudio recibió

la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica Valladolid Este (PI 21-2206). Se realizó de acuerdo con los principios éticos de las Declaraciones de Helsinki (2013) y Taipei (2016). Todos los participantes recibieron y firmaron el consentimiento informado de forma previa a la participación en el estudio.

Participantes

Se reclutaron participantes institucionalizados en el Centro Gerontológico para la Dependencia de Fuente-toba (Soria). Todos los participantes desarrollaban sus actividades vitales de forma íntegra dentro del mismo.

Se incluyeron participantes con 65 o más años, con capacidad para la deambulación independiente con o sin ayudas técnicas/ortopédicas. Se excluyeron individuos que presentaran antecedentes de ictus, insuficiencia cardíaca severa, desórdenes psíquicos severos, neuropatías periféricas, artropatías inflamatorias, enfermedades pulmonares crónicas, amputación o parálisis de la mano o el pulgar, fracturas o cirugía en los 3 meses previos, o incapacidad para realizar cuestionarios y pruebas de evaluación de la fuerza muscular.

Procedimiento

Tras la firma del consentimiento informado, se llevó a cabo una recogida de las variables sociodemográficas de cada participante. En base a literatura previa, se incluyeron^(5,16) edad, género, talla, peso, IMC, presencia de osteoporosis, déficit de vitamina D, presencia de diabetes y HTA. Mediante una entrevista, se entregó un cuestionario individual a cada participante en el que se registraron los datos sociodemográficos, el número de caídas sufridas durante el último año, las lesiones y los ingresos hospitalarios ocasionados por dichas caídas. A su vez, se revisaron los Registros Médicos, de Fisioterapia y de Terapia Ocupacional de cada participante, así como el Historial de Caídas del Centro. Los datos recogidos en la entrevista fueron cotejados con los registros y el historial de caídas.

Posteriormente, un fisioterapeuta experimentado se encargó de medir las variables dependientes de fuerza

muscular del cuádriceps y fuerza de prensión manual, mediante dinamometría.

La fuerza muscular del cuádriceps de ambas extremidades inferiores se midió con el dinamómetro manual Lafayette modelo 01165, de acuerdo con el protocolo descrito por Takazawa y cols.⁽²³⁾ y Ahmadiyahangar y cols.⁽⁵⁾. El paciente se situó sentado en una silla, con las rodillas a 90° de flexión. El dinamómetro se colocó en el borde anterior de la tibia, 5 cm superior al maléolo lateral. El evaluador sostuvo el dinamómetro con la mano, con flexión de codo a 90°, fijándolo a la pared. Se solicitó al participante un movimiento de extensión de rodilla a través de una contracción isométrica máxima del cuádriceps y se registró la puntuación máxima tras la realización de 3 mediciones en cada extremidad inferior. Este procedimiento ha mostrado una fiabilidad excelente con un Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) de 0,97⁽⁵⁾.

La fuerza de prensión manual fue medida en ambas extremidades superiores a través de un dinamómetro manual hidráulico modelo Jamar, siguiendo el protocolo descrito por Halaweh y cols.⁽²⁴⁾. El paciente se situó en sedestación, con el codo en flexión de 90°, el hombro y el antebrazo en posición neutra, sosteniendo el dinamómetro con la mano a evaluar. Se solicitó al participante una prensión manual máxima durante 3 a 5 segundos. Se registró el valor más alto de 3 intentos para cada mano. Este procedimiento ha mostrado una fiabilidad excelente, con un ICC entre 0,85 y 0,98⁽²⁵⁾.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versión 20.0 para Windows. El análisis descriptivo de las variables cuantitativas se detalló mediante los valores medios y las desviaciones típicas, mientras que las variables cualitativas fueron reflejadas mediante frecuencias y porcentajes. Los pacientes fueron clasificados en relación con la fuerza muscular del cuádriceps en alta (> 15 kg), moderada (10 a 15 kg) y baja (< 15 kg); y en relación con la fuerza muscular de prensión manual en alta (> 15 kg) y baja (< 15 kg)⁽⁴⁾. Las variables de caídas, déficit de vitamina D, osteoporosis, diabetes e hipertensión arterial se registraron de forma dicotómica

TABLA 1. Características sociodemográficas
y análisis descriptivo de la muestra; n = 20.

VARIABLES	Media (DT)
Género: (H/M)	11 / 9
Edad: (años)	83,00 (8,91)
Talla: (m)	1,55 (0,09)
Peso: (kg)	66,30 (13,14)
IMC: (kg/m ²)	27,35 (4,24)
Caídas: (n)	1,10 (1,52)
Osteoporosis: n (%)	6 (30)
Déficit vitamina D: n (%)	5 (25)
HTA: n (%)	13 (20)
Diabetes: n (%)	8 (20)
Fuerza muscular cuádriceps (kg)	
Derecho	12,8 (1,92)
Izquierdo	11,28 (3,15)
Fuerza prensión manual (kg)	
Derecho	17,3 (6,97)
Izquierdo	16,7 (7,89)

IMC: índice de masa corporal; HTA: hipertensión arterial.

(presencia/ausencia) para el análisis de regresión. Se utilizó un modelo de regresión multivariante logística binaria para determinar la asociación existente entre las variables descritas previamente, que se muestra mediante el Odds Ratio (OR) y el 95 % de Intervalo de Confianza (95 % IC).

RESULTADOS

Se incluyeron 20 participantes en el estudio, de los cuales 11 fueron hombres y 9 mujeres. Las características sociodemográficas de la muestra y el análisis descriptivo para todas las variables se pueden ver en la tabla 1. La muestra presentó una edad media de $83,15 \pm 8,91$ años, una talla media de $1,55 \pm 0,09$ m, un peso medio de $66,30 \pm 13,14$ kg y un IMC de $27,35 \pm 4,24$ kg/m². Se identificó un promedio de $1,1 \pm 1,52$ caídas por persona durante el último año.

Las razones de probabilidad crudas y ajustadas de las variables de fuerza muscular del cuádriceps y fuerza de prensión manual en relación a la presencia de caídas se presentan en la tabla 2. Tomando como referencia el grupo de participantes con una fuerza muscular del cuádriceps >15 kg, hubo más presencia de caídas en un OR = 4,00 (95 % CI 0,21-75,66) en los participantes que presentaron una fuerza muscular del cuádriceps de 10 a 15 kg, y en un OR = 7,00 (95 % CI 0,57-86,32) en los participantes que presentaron una fuerza < 10 kg. En los participantes que presentaron una fuerza de pren-

TABLA 2. Relación de las caídas y la fuerza de extremidades superiores e inferiores
en personas mayores institucionalizadas, con el cálculo del odds ratio en crudo y ajustado
usando un modelo de regresión multivariante: n = 20.

VARIABLE	Media (DT)	OR crudo (95 % CI)	OR ajustado (95 % CI)
Fuerza cuádriceps >15 kg		1	1
Fuerza cuádriceps 10-15 kg	Derecho: 12,8 (1,92) Izquierdo: 11,28 (3,15)	4,00 (0,21-75,66)	1,64 (0,03-81,75)
Fuerza cuádriceps <10 kg		7,00 (0,57-86,32)	8,84 (0,38-207,38)
Fuerza prensión >15 kg	Derecha: 17,3 (6,97)	1	1
Fuerza prensión <15 kg	Izquierda: 16,7 (7,89)	5,44 (0,80-36,87)	49,47 (0,31-80,18)

sión manual < 15 kg se observó más presencia de caídas en un OR = 5,44 (95 % CI 0,80-36,87) en comparación con los que presentaron una fuerza > 15 kg. Tras el análisis de regresión multivariante ajustado a las variables sociodemográficas, también se observó más presencia de caídas en los grupos con menor fuerza muscular.

En la tabla 3 se pueden observar los modelos de regresión multivariante con el odds ratio para cada variable sociodemográfica. Tomando como referencia el grupo de participantes con una fuerza muscular del cuádriceps > 15 kg, los factores que más se relacionaron con la presencia de caídas en el resto de los grupos fueron el género masculino en un OR = 1,53 (95 % CI 0,80-1,19; $p > 0,05$), el IMC en un OR = 1,34 (95 % CI 0,90-2,00; $p > 0,05$), la presencia de osteoporosis en un OR = 1,53 (95 % CI 0,05-50,72; $p > 0,05$) y el déficit de vitamina D en un OR = 1,63 (95 % CI 0,06-44,48; $p > 0,05$). Cuando se tomó como referencia el grupo con una fuerza de presión manual > 15 kg, los factores que más se relacionaron con la presencia de caídas en dicho grupo fueron una mayor edad en un OR = 1,12 (95 % CI 0,84-1,49; $p > 0,05$), presencia de HTA en un OR = 1,27 (95 % CI 0,04-41,58; $p > 0,05$) y presencia de diabetes en un OR = 8,13 (95 % CI 0,20-554,96; $p > 0,05$).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio mostraron que los sucesos de caídas son mayores en ancianos institucionalizados que presentan baja fuerza muscular del cuádriceps y de presión manual. Ciertos factores sociodemográficos como la edad, el género, el IMC, la osteoporosis, el déficit de vitamina D, la diabetes o la HTA parecen influir en mayor medida en los ancianos que presentan baja fuerza. Sin embargo, no se llegaron a alcanzar resultados estadísticamente significativos. En base a nuestro conocimiento, este estudio es el primero que investiga de forma conjunta todos los factores anteriormente descritos a fin de analizar su relación con la presencia o ausencia de caídas en personas mayores institucionalizadas en el último año. La mayoría de estudios que relacionan la fuerza muscular del cuádriceps y las caídas se han llevado a cabo en población anciana no institucionalizada, como los realizados por Ahmadihangar y cols.⁽⁵⁾ y Takazawa y cols.⁽²³⁾, quienes además no correlacionaron estos factores con la fuerza de presión manual.

Los valores de fuerza muscular del cuádriceps y de presión manual obtenidos en la muestra fueron más bajos que los reflejados en otros estudios que incluye-

TABLA 3. Factores sociodemográficos asociados a caídas en personas mayores institucionalizadas, tomando como referencia el grupo de participantes con fuerza muscular del cuádriceps y fuerza de presión manual > 15 kg.

Variable	Participantes: n Media (DT)	OR fuerza cuádriceps > 15 kg (95 % CI)	OR fuerza presión > 15 kg (95 % CI)
Género (H/M)	11 / 9	1,53 (0,80-1,19)	0,65 (0,03-14,76)
Edad (años)	83,00 (8,91)	0,97 (0,80-1,19)	1,12 (0,84-1,49)
IMC (kg/m ²)	27,35 (4,24)	1,34 (0,90-2,00)	1,01 (0,64-1,59)
Osteoporosis n (%)	6 (30)	1,53 (0,05-50,72)	0,79 (0,03-19,90)
Déficit vitamina D n (%)	5 (25)	1,63 (0,06-44,48)	0,57 (0,01-29,59)
HTA n (%)	13 (65)	0,63 (0,04-9,78)	1,27 (0,04-41,58)
Diabetes n (%)	8 (40)	0,65 (0,03-16,57)	8,13 (0,20-55,50)

IMC: índice de masa corporal; HTA: hipertensión arterial.

ron ancianos no institucionalizados^(5, 23, 26, 27). Se ha descrito que los ancianos institucionalizados presentan mayor prevalencia de fragilidad y déficits cognitivos que aquellos no institucionalizados, circunstancias que se asocian a debilidad muscular en personas mayores^(28, 29). Estos hallazgos podrían indicar una menor fuerza muscular en ancianos institucionalizados.

El odds ratio de caídas fue superior en el grupo con 10 a 15 kg de fuerza muscular del cuádriceps y en el grupo de < 10 kg de fuerza, en comparación con el grupo que presentó mayor fuerza. Conforme a los resultados mostrados por otros autores^(5, 23), los hallazgos de este estudio indicaron que se produjeron más caídas en los grupos con menor fuerza isométrica del cuádriceps. Factores como el género masculino, IMC alto, la presencia de osteoporosis y el déficit de vitamina D podrían ser más influyentes en la presencia de caídas en aquellos ancianos con baja fuerza muscular del cuádriceps. Ahmadihangar y cols.⁽⁵⁾ coinciden en la existencia de una mayor probabilidad de caídas en presencia de osteoporosis, y no hallan una mayor probabilidad de caídas en presencia de HTA o diabetes en personas mayores con baja fuerza muscular del cuádriceps. En contraposición a lo observado en nuestro estudio, estos autores identifican una mayor probabilidad de caídas si la edad es más avanzada, pero no identifican una mayor probabilidad con un IMC superior ni en presencia de un déficit de vitamina D. Las diferencias en el tamaño muestral, junto con las diferencias en las características sociodemográficas y clínicas de la población anciana institucionalizada en comparación con la población no institucionalizada, pudieron determinar las discrepancias entre ambos estudios.

En relación a la fuerza de presión manual, el odds ratio de caídas fue mayor en el grupo de ancianos que no alcanzaron los 15 kg de fuerza, en comparación con los que lo alcanzaron. Cuando se ajustaron los factores sociodemográficos, el odds ratio de caídas alcanzó un valor de 49,47 para el grupo de participantes con la fuerza de presión manual más baja. Estos resultados fueron similares en el estudio realizado por Halaweh y cols.⁽²⁶⁾, quienes mostraron la evidencia de un mayor riesgo de caídas en la población con menos fuerza de presión manual. No obstante, conviene interpretar estos resultados con cautela, especialmente el odds

ratio de caídas ajustada a factores sociodemográficos, teniendo en cuenta el reducido tamaño muestral. La edad avanzada, un IMC alto, la presencia de HTA y la presencia de diabetes son factores que podrían determinar una mayor influencia en la presencia de caídas en los pacientes con una fuerza de presión manual baja. De la misma forma que ocurre en este estudio, Halaweh y cols.⁽²⁶⁾ hallaron que una edad avanzada aumentaba la probabilidad de sufrir caídas en las personas mayores con baja fuerza de presión manual. Estos autores también identificaron el género femenino como factor de aumento de probabilidad de caídas, lo que podría ser debido a que los valores de fuerza de presión manual se suelen encontrar más bajos en las mujeres que en los hombres⁽³⁰⁾.

Desde un punto de vista clínico, los resultados de este estudio refuerzan la hipótesis que apunta a una relación entre la fuerza muscular y la prevalencia de caídas en personas mayores. Se identificaron menores sucesos de caídas en ancianos institucionalizados con mayor fuerza muscular del cuádriceps y de presión manual. Esto sugiere que el entrenamiento de fortalecimiento podría ser beneficioso para disminuir el riesgo de caídas en esta población. Se requiere realizar estudios prospectivos que investiguen esta hipótesis.

Este estudio presenta una serie de limitaciones. En primer lugar, el diseño del estudio es transversal y, por este motivo, las relaciones observadas no implican causalidad. En segundo lugar, el número de participantes incluidos fue reducido y podría no ser suficientemente representativo de la población. Por último, el registro del número de caídas se hizo mediante cuestionarios autoinformados e historiales, y los datos informados podrían ofrecer cierto sesgo si los propios pacientes no recuerdan los sucesos de caídas o el procedimiento de registro no es totalmente estricto.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio mostraron que una baja fuerza isométrica del cuádriceps y una baja fuerza de presión manual estuvo más relacionada con la presencia de caídas en ancianos institucionalizados, en comparación con una fuerza media o alta. Factores como

el género masculino, el IMC alto, la presencia de osteoporosis y el déficit de vitamina D parecen ser más influyentes en la presencia de caídas en los ancianos con baja fuerza muscular del cuádriceps. Los factores más influyentes en los ancianos con baja fuerza de presión manual parecen ser una edad más avanzada, presencia de HTA y presencia de diabetes

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los procedimientos que se han seguido en este estudio cumplen los principios básicos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, actualizada en 2013 en Fortaleza (Brasil) y complementada con la Declaración de Taipei de 2016, sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos.

Confidencialidad y consentimiento informado. Los autores declaran ser los responsables de llevar a cabo los protocolos establecidos por sus respectivos centros para evaluar a los sujetos voluntarios incluidos en el estudio con finalidad de investigación y divulgación científica y garantizan que se ha cumplido la exigencia de haber informado a todos los sujetos del estudio, que han obtenido su consentimiento informado por escrito para participar en el mismo y que están en posesión de dichos documentos.

Confidencialidad de los datos y derecho a la privacidad. Los autores declaran que se ha cumplido con la garantía de la privacidad de los datos de los participantes en esta investigación y manifiestan que el trabajo publicado no incumple la normativa de protección de datos de carácter personal, protegiendo la identidad de los sujetos en la redacción del texto. No se utilizan nombres, ni iniciales, ni números de historia clínica del hospital o cualquier otro tipo de dato para la investigación que pudiera identificar al paciente.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Financiación. Este estudio no recibió financiación.

Contribuciones de autoría. Todos los autores de este estudio cumplen con los criterios de autoría. Todos han participado en el diseño, desarrollo, redacción, supervisión y revisión del estudio y han tenido acceso completo a su contenido y han aprobado la versión final presentada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Bank Group. Estimaciones del personal del Banco Mundial sobre la base de la distribución por edades/sexo de las Previsiones Demográficas Mundiales de la División de Población de las Naciones Unidas. [Internet]. 2020 [cited 2021 Oct 7]. Available from: https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.65UP.TO.ZS?name_desc=false
2. São Romão Preto L, Nogueiro Santos AL, Mendes ME, Pinto Novo A, Pimentel MH. Deterioro funcional, miedo a caerse y composición corporal en ancianos institucionalizados. *Enfermería Clínica*. 2015; 25(2): 81–6.
3. Reher D. Baby booms, busts, and population ageing in the developed world. *Popul Stud (NY)*. 2015; 69 Suppl 1: S57–68.
4. Güths JF da S, Jacob MHVM, Santos AMPV, Arossi GA, Béria JU. Sociodemographic profile, family aspects, perception of health, functional capacity and depression in institutionalized elderly persons from the north coastal region of Rio Grande do Sul, Brazil. *Rev Bras Geriatr e Gerontol*. 2017 Apr; 20(2): 175–85.
5. Ahmadiyahangar A, Javadian Y, Babaei M, Heidari B, Hosseini S, Aminzadeh M. The role of quadriceps muscle strength in the development of falls in the elderly people, a cross-sectional study. *Chiropr Man Therap*. 2018 Aug 6; 26(1): 31.
6. Wammes J, van der Wees P, Tanke M, Westert G, Jeurissen P. Systematic review of high-cost patients' characteristics and healthcare utilisation. *BMJ Open*. 2018 Sep 8; 8(9): e023113.
7. Berková M, Berka Z. Falls: a significant cause of morbidity and mortality in elderly people. *Vnitr Lek*. 2018; 64(11): 1076–83.
8. Akbari M, Mousavikhatir R. Changes in the muscle strength and functional performance of healthy women with aging. *Med J Islam Repub Iran*. 2012 Aug; 26(3): 125–31.
9. Smith T, Higson E, Pearson M, Mansfield M. Is there an increased risk of falls and fractures in people with early

- diagnosed hip and knee osteoarthritis? Data from the Osteoarthritis Initiative. *Int J Rheum Dis*. 2018 Jun; 21(6): 1193–201.
10. Lim SC. Elderly Fallers: What Do We Need to Do?. *Proc Singapore Healthc*. 2010; 19(2): 154–8.
 11. Hitcho EB, Krauss MJ, Birge S, Dunagan WC, Fischer I, Johnson S, et al. Characteristics and Circumstances of Falls in a Hospital Setting: A Prospective Analysis. *J Gen Intern Med*. 2004 Jul; 19(7): 732–9.
 12. Stevens J, Corso P, Finkelstein E, Miller T. The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Inj Prev*. 2006 Oct; 12(5): 290–5.
 13. de Brito Macedo L, Oliveira Becerra K, Jerez Roig J, Torres Araújo J, Costa de Lima K. Recurrent falls and risk factors among institutionalized older people. *Cien Saude Colet*. 2019 Jan; 24(1): 67–75.
 14. Petronila Gómez L, Aragón Chicharro S, Calvo Morcuende B. Caídas en ancianos institucionalizados: valoración del riesgo, factores relacionados y descripción. *Gerokomos*. 2021; 28(1): 2–8.
 15. Bijani A, Ghadimi R, Mikaniki E, Kheirkhah F, Mozaffarpur SA, Motallebnejad M, et al. Cohort Profile Update: The Amirkola Health and Ageing Project (AHAP). *Casp J Intern Med*. 2017; 8(3): 205.
 16. Hosseini SR, Cumming RG, Kheirkhah F, Nooreddini H, Baiani M, Mikaniki E, et al. Cohort Profile: The Amirkola Health and Ageing Project (AHAP). *Int J Epidemiol*. 2014 Oct; 43(5): 1393–400.
 17. Ikezoe T, Asakawa Y, Tsutou A. The Relationship between Quadriceps Strength and Balance to Fall of Elderly Admitted to a Nursing Home. *J Phys Ther Sci*. 2003; 15(2): 75–9.
 18. Pelicioni P, Menant J, Latt M, Lord S. Falls in Parkinson's Disease Subtypes: Risk Factors, Locations and Circumstances. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Jun 23; 16(12): 2216.
 19. Younesian H, Farahpour N, Mazde M, Simoneau M, Turcot K. Standing Balance Performance and Knee Extensors' Strength in Diabetic Patients with Neuropathy. *J Appl Biomech*. 2020; 36(3): 171–7.
 20. Yeung S, Reijnierse E, Pham V, Trappenburg M, Lim W, Meskers C, et al. Sarcopenia and its association with falls and fractures in older adults: A systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019 Jun; 10(3): 485–500.
 21. Dhillon RJ, Hasni S. Pathogenesis and Management of Sarcopenia. *Clin Geriatr Med*. 2017 Feb; 33(1): 17–26.
 22. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ*. 2007; 335(7624): 806–8.
 23. Takazawa K, Arisawa K, Honda S, Shibata Y, Saito H. Lower-extremity muscle forces measured by a hand-held dynamometer and the risk of falls among day-care users in Japan: Using multinomial logistic regression analysis. *Disabil Rehabil*. 2003 Apr 22; 25(8): 399–404.
 24. Halaweh H. Correlation between Health-Related Quality of Life and Hand Grip Strength among Older Adults. *Exp Aging Res*. 2020 Mar-Apr; 46(2): 178–91.
 25. Peolsson A, Hedlund R, Oberg B. Intra- and inter-tester reliability and reference values for hand strength. *J Rehabil Med*. 2001 Jan; 33(1): 36–41.
 26. Halaweh H, Willen C, Grimby-Ekman A, Svantesson U. Physical functioning and fall-related efficacy among community-dwelling elderly people. *Eur J Physiother*. 2015; 18(1): 11–7.
 27. Kim CR, Jeon Y-J, Jeong T. Risk factors associated with low handgrip strength in the older Korean population. *PLoS One*. 2019 Mar 28; 14(3): e0214612.
 28. Muir S, Berg K, Chesworth B, Klar N, Speechley M. Quantifying the magnitude of risk for balance impairment on falls in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Epidemiol*. 2010 Apr; 63(4): 389–406.
 29. Peng T, Chen W, Wu L, Chang Y, Kao T. Sarcopenia and cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr*. 2020 Sep; 39(9): 2695–701.
 30. Wang Y, Bohannon R, Li X, Sindhu B, Kapellusch J. Hand-Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for Individuals 18 to 85 Years of Age Residing in the United States. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018 Sep; 48(9): 685–93.