

TESINA

**presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

Título:

**“Impacto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) en
evaluaciones clínicas, capacidad física y pruebas funcionales predictoras de
riesgo de caídas en adulto mayores”**

Autores:

Pellegrino, Javier.
DNI:38728489

Rovira, Leonel. DNI:
3982337

Lugar: Rosario, Santa fe

Fecha de
presentación:09/10/2023

Director/a:

Carlos Cagnone

Firma de autores

Pellegrino Javier

Rovira Leonel



Resumen

Introducción: En un contexto de aumento de la esperanza de vida, garantizar el bienestar de las personas mayores se ha vuelto una prioridad global. El envejecimiento conlleva desafíos de salud, como el riesgo de caídas, que impacta tanto a los individuos como a la sociedad en su conjunto. Esta problemática, influenciada por factores intrínsecos y extrínsecos, pone de manifiesto la compleja interacción entre la genética y el entorno. Las consecuencias físicas, psicológicas, sociales y económicas de las caídas subrayan su relevancia en la salud pública. Este riesgo, en constante evolución y personalizado, resalta la importancia de la evaluación clínica, la capacidad física y las pruebas funcionales como predictores esenciales de caídas en adultos mayores. Factores como la debilidad muscular, problemas de equilibrio, alteraciones visuales y el uso de medicamentos desempeñan un papel crucial. A la par, el entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo emerge como una opción innovadora en el aumento de fuerza y masa muscular, abriendo nuevas perspectivas para el bienestar y la seguridad de esta población en crecimiento.

Objetivo general: Analizar el impacto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) en evaluaciones clínicas, capacidad física y pruebas funcionales predictoras de riesgo de caídas en adultos mayores

Materiales y métodos: Las bases de datos revisadas para la revisión bibliográfica fueron: PubMed; BVS; Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT; Cochrane Library; LILACS; Medline; IBECS; Elsevier; SciELO. Y se incluyeron artículos que indagaron sobre el entrenamiento con BFR y su influencia sobre evaluaciones clínicas, capacidad física y pruebas funcionales predictoras de riesgo de caídas.

Resultados: Se identificaron un total de 2529 artículos. Se aplicaron filtros por título de interés y luego por contenido del resumen. Por otra parte, se excluyeron aquellos artículos que no involucran a personas $60 \geq$ años, aquellos que se encontraban repetidos y aquellos que no describen las variables planteadas anteriormente. Esto condujo a la selección de un total de 5 artículos, los cuales coincidieron en reportar mejoras en el rendimiento físico a través de diferentes intervenciones y modalidades de entrenamiento con BFR

Conclusión: Si bien se resalta la necesidad de realizar investigaciones futuras con muestras más amplias y más homogéneas, se concluyó que el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo es una opción de tratamiento que ejerce una influencia positiva en las evaluaciones clínicas, capacidad física y pruebas funcionales predictoras de riesgo de caídas en adulto mayores.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
III.a. General	5
III.b. Específicos	5
III. MARCO TEÓRICO	6
III.a. Adulto Mayor – Envejecimiento	6
III.b. Riesgo de caídas	9
III.b.1) Definición	9
III.b.2) Factores de riesgo	10
III.b.3) Evaluación	11
III.c. Blood Flow Restriction	18
III.c.1) Definición	18
III.c.2) Mecanismo de acción	19
III.c.3) Dosificación	20
III.c.4) Seguridad	21
III.c.5) Efectos	21
IV. JUSTIFICACIÓN	23
V. MÉTODOS	24
VI. RESULTADOS	27
VI.a. Descripción de los resultados	34
VII. DISCUSIÓN	38
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las personas mayores viven más tiempo, por lo que aumenta la posibilidad de que aparezcan nuevos problemas de salud, que afectan tanto a los pacientes mayores como también a toda la sociedad. Mantener, mejorar y promover una calidad de vida cada vez mejor en esta población es uno de los grandes hitos que tienen en agenda el mundo entero debido al impacto que esta población tendrá sobre aspectos económicos, sociales, salud y muchos otros.¹

El envejecimiento se caracteriza por cambios y transformaciones producidos por la interrelación entre factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales), protectores o agresores (factores de riesgo) a lo largo de la vida. Estos cambios se manifiestan en pérdidas del estado de salud condicionantes de su deterioro funcional, lo cual lleva al adulto mayor a situaciones de incapacidad, tales como inmovilidad, inestabilidad y deterioro intelectual, entre otros.²

Las caídas en adultos mayores forman parte de este grupo de problemas los cuales son un importante foco de atención en el contexto de la salud pública mundial. Estos problemas son un suceso vinculado al envejecimiento, que llevan consigo consecuencias físicas, psicológicas, sociales y económicas. Estas se pueden definir como cualquier acontecimiento que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo a tierra u otra superficie firme que lo detenga. En el escenario mundial, cerca del 30% al 60% de las personas mayores caen al menos una vez al año, y cerca de la mitad lo hace de forma recurrente, mientras que, en Argentina, 1 de cada 3 adultos mayores a 65 años tienen riesgo de presentar una caída en el último año.⁵

El riesgo de caída se refiere a la probabilidad de que una persona experimente una caída en circunstancias o condiciones específicas. Es un concepto ampliamente investigado en el campo de la geriatría y la salud pública debido a su importancia en la salud y la calidad de vida, especialmente en los adultos mayores. La definición del riesgo de caída implica tener en cuenta varios factores que pueden contribuir a la aparición de una caída.⁵

Este riesgo de caída es el resultado de la interacción de factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos que pueden aumentar la probabilidad de caídas

en un individuo. Estos factores pueden ser modificables o no modificables y pueden incluir aspectos físicos, cognitivos, ambientales y de comportamiento. La evaluación del riesgo de caída debe considerar la identificación y evaluación de estos factores, así como la implementación de estrategias de prevención y manejo del riesgo.⁶

Es importante tener en cuenta que el riesgo de caída es dinámico y puede variar según los cambios en la salud, el entorno y otros factores. Por lo tanto, la evaluación del riesgo de caída debe ser continua y personalizada para cada individuo.⁶

Los factores de riesgo individuales desempeñan un papel crucial en el riesgo de caídas en la población, especialmente en los adultos mayores. Estos factores se refieren a características intrínsecas de la persona que pueden afectar su equilibrio, fuerza muscular, capacidad cognitiva y otras habilidades relevantes para el mantenimiento de una postura segura. Identificar y evaluar estos factores es fundamental para implementar estrategias efectivas de prevención de caídas.⁷

Se investigaron los factores de riesgo individuales asociados a las caídas en adultos mayores. Los autores identificaron varias variables de riesgo, entre ellas:

Debilidad muscular: La disminución de la fuerza muscular, especialmente en las extremidades inferiores, se ha asociado con un mayor riesgo de caídas. La debilidad muscular puede dificultar el mantenimiento del equilibrio y la capacidad de reaccionar rápidamente ante cambios en el entorno.^{7,8}

Deterioro del equilibrio y la marcha: Las alteraciones en el equilibrio y la marcha, como la inestabilidad, la marcha lenta o la falta de coordinación, aumentan el riesgo de caídas. Estos problemas pueden ser causados por diversos factores, como la edad, enfermedades crónicas, medicamentos o condiciones neurológicas.^{7,8}

Problemas visuales: La disminución de la agudeza visual, los problemas de visión periférica o la dificultad para adaptarse a cambios de iluminación pueden afectar la capacidad de detectar obstáculos y percibir el entorno de manera adecuada, lo cual aumenta el riesgo de caídas.⁷

Uso de medicamentos: Algunos medicamentos, como los sedantes, hipnóticos, antidepresivos y antipsicóticos, han sido asociados con un mayor riesgo de caídas debido a sus efectos sedantes, deterioro cognitivo o alteraciones del equilibrio ^{7;9}.

Es importante destacar que estos factores de riesgo individuales interactúan entre sí y pueden tener un efecto sinérgico en el riesgo de caídas. Por ejemplo, la combinación de debilidad muscular y deterioro del equilibrio puede aumentar significativamente la probabilidad de caídas.⁷

Las pruebas funcionales predictoras desempeñan un papel fundamental en la evaluación del riesgo de caídas en la población, especialmente en los adultos mayores. Estas pruebas permiten evaluar la capacidad funcional y determinar la probabilidad de que una persona tenga dificultades para realizar actividades diarias y mantener su equilibrio. Identificar y utilizar pruebas funcionales apropiadas es esencial para implementar estrategias de prevención de caídas efectivas.¹⁰

El rendimiento de los adultos mayores en las evaluaciones funcionales tales como el Time up and go (TUG); Sit to stand; SPPB; Berg; Tinetti; Prueba de caminata de 6 minutos, son un predictor confiable de limitaciones físicas y discapacidades futuras, así como de una mayor morbilidad.¹⁰

Pero existen estrategias preventivas que incluyen la prescripción de programas de entrenamiento de resistencia de carga pesada (HLRT) para desarrollar masa muscular y fuerza, junto con algunos condicionamientos cardiovasculares. Sin embargo, muchos adultos mayores están contraindicados para HLRT debido al alto estrés mecánico y el riesgo de eventos cardiovasculares. Además, el requisito de tiempo percibido y la falta de conocimiento sobre cómo realizar correctamente HLRT, hace que los adultos mayores a menudo se vean disuadidos de participar o muestran una adherencia reducida.^{9;10}

La investigación de la influencia del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (RFS) también conocido como Blood Flow Restriction (BFR) o entrenamiento oclusivo (KAATSU) en adultos mayores ha adquirido mayor relevancia en la última década ¹⁰

Este método de entrenamiento restringe parcialmente el flujo de entrada arterial y completamente el flujo de salida venoso en la musculatura durante el ejercicio utilizando un sistema de torniquete neumático. La técnica de BFR implica aplicar una presión externa, normalmente usando un manguito de torniquete, a la región más proximal de las extremidades superiores y/o inferiores. Cuando se infla el manguito, hay una compresión mecánica gradual de la vasculatura debajo de éste, dando como resultado una restricción parcial del flujo sanguíneo arterial en las estructuras distales al manguito, pero que afecta principalmente al flujo venoso que hay debajo del manguito, impidiendo el retorno venoso. El nivel de acumulación de sangre puede verse influenciado por la cantidad de presión aplicada. La compresión de la vasculatura proximal al músculo esquelético produce una disminución del aporte de oxígeno (hipoxia local), de nutrientes y del aclaramiento metabólico de la musculatura sometida a tal esfuerzo que incrementa sustancialmente el estrés fisiológico, especialmente a nivel metabólico (al contrario que el entrenamiento convencional que incrementa fundamentalmente la carga o estrés mecánico). El E-BFR generalmente es indicado para pacientes que se someten a rehabilitación clínica, ancianos, prequirúrgicos o atletas involucrados en deportes de alta competencia. Todos estos pacientes pueden tener necesidades distintas pero sus objetivos hacen que esta modalidad sea una intervención óptima. ^{10,11,12}

En base a lo expuesto anteriormente, se plantea la interrogante de: **¿El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo mejora la capacidad física y las pruebas funcionales predictoras de riesgo de caídas en adultos mayores?**

II. OBJETIVOS

III.a. General

- Analizar el impacto del entrenamiento con la aplicación de restricción del flujo sanguíneo (BFR) en publicaciones científicas sobre pruebas funcionales, clínicas y de capacidad física predictoras de riesgo de caídas en adultos mayores.

III.b. Específicos

-Evaluar los cambios en las pruebas funcionales, clínicas y de capacidad física después de la aplicación de la terapia de restricción del flujo sanguíneo en adultos mayores.

-Analizar la aplicación de BFR en cuanto a modalidades utilizadas en los trabajos y su influencia particular sobre las pruebas funcionales, clínicas y de capacidad física en adultos mayores

III. MARCO TEÓRICO

III.a. Adulto Mayor - Envejecimiento

En la actualidad, las personas mayores viven más tiempo, por lo que aumenta la posibilidad de que aparezcan nuevos problemas de salud, que afectan tanto a los pacientes mayores como también a toda la sociedad. Mantener, mejorar y promover una calidad de vida cada vez mejor en esta población es uno de los grandes hitos que tienen en agenda el mundo entero debido al impacto que esta población tendrá sobre aspectos económicos, sociales, salud y muchos otros.¹

La proporción de personas de 60 años o más en la población está en aumento a nivel global. En 2019, la cifra de personas mayores de 60 años alcanzó los mil millones. Se prevé que para 2030, este número aumente a 1400 millones, y para 2050, a 2100 millones. Este aumento se está produciendo a un ritmo sin precedentes y se espera que se acelere en las próximas décadas, especialmente en los países en desarrollo.¹

El envejecimiento se caracteriza por cambios y transformaciones producidos por la interrelación entre factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales), protectores o agresores (factores de riesgo) a lo largo de la vida. Estos cambios se manifiestan en pérdidas del estado de salud condicionantes de su deterioro funcional, lo cual lleva al adulto mayor a situaciones de incapacidad, tales como inmovilidad, inestabilidad y deterioro intelectual, entre otros. Pero estos cambios no son lineales ni consistentes, y sólo están vagamente asociados con la edad en años. Dado que la edad cronológica no es un buen indicador de este, se ha introducido al concepto de edad funcional, como aquel predictor obtenido de diferentes indicadores sobre el funcionamiento biopsicosocial del individuo, lo que lo define.^{2,3}

Catalogar a una persona de anciana es un hecho muy variable, viéndolo desde el punto de vista de quien realiza dicha apreciación. Un niño puede ver a su abuela de 55 años como una señora mayor, en cambio, un adulto de 35 años puede parecerle un adulto mayor una persona que tiene 70. Sin embargo, en nuestra sociedad continúa relacionándose la vejez con la jubilación, oscilando así la edad entre los 60 y los 65 años.⁴

Para interpretar mejor esta afirmación es necesario definir la edad efectiva de una persona, que puede establecerse teniendo en cuenta cuatro tipos de edades:

- Edad cronológica: es el número de años transcurridos desde el nacimiento de la persona.
- Edad biológica: está determinada por el grado de deterioro de los órganos.
- Edad psicológica: representa el funcionamiento del individuo en cuanto a su competencia conductual y adaptación.
- Edad social: establece el papel individual que debe desempeñarse en la sociedad en la que el individuo se desenvuelve. ⁴

El envejecimiento se da de forma universal y unidireccional, pero cada persona envejece de una manera distinta. Mientras algunas personas mayores pueden disfrutar de un buen funcionamiento físico y mental, otras pueden ser frágiles o requerir un apoyo considerable para cubrir sus necesidades básicas. Esto se debe, en parte, a que muchos de los mecanismos del envejecimiento son aleatorios. Sin embargo, también se debe a que estos cambios están fuertemente influidos por el entorno y el comportamiento del individuo ^{2, 3}

A continuación, teniendo en cuenta el enfoque funcional hacia los adultos mayores, abordaremos el impacto de los procesos fisiológicos y biológicos a los que se enfrentan a medida que envejecen. Nos centraremos en los movimientos funcionales y su relación con las principales afecciones que afectan su funcionalidad, teniendo en cuenta las principales condiciones que influyen a la capacidad funcional motriz. ¹

Tras un pico en la edad adulta temprana, la masa muscular tiende a disminuir con la edad, lo que tiene un impacto en la fuerza y la función musculoesquelética. El envejecimiento también se asocia a cambios en huesos y articulaciones. A medida que se envejece, la masa ósea, la densidad, tiende a disminuir, especialmente entre las mujeres posmenopáusicas. Esto puede progresar hasta un punto en el que el riesgo de fractura aumenta significativamente (afección conocida como osteoporosis), que tiene graves

consecuencias en términos de discapacidad, reducción de la calidad de vida y mortalidad. ¹

El cartílago articular experimenta cambios estructurales, moleculares, celulares, lo que lo vuelve más vulnerable a la degeneración. Conforme el cartílago se erosiona y disminuye el líquido que rodea la articulación, ésta se vuelve más rígida y frágil. Sin embargo, esto no siempre se traduce en dolor articular o en la degeneración del cartílago que es responsable de la osteoartritis, aunque la prevalencia de este trastorno está estrechamente relacionada con la edad. Estos y otros deterioros relacionados con la edad afectan en última instancia en la función músculo esquelética y el movimiento en general. Esto se puede manifestar en una disminución de la velocidad de la marcha, es decir, el tiempo que se tarda caminar una distancia determinada, así como en el equilibrio y su movilidad a la hora de trasladarse. ^{1, 3}

En el contexto actual, cuando se plantea una estrategia para abordar esta problemática y evitar divagar ante la variedad de causas que llevan al deterioro en los adultos mayores, se habla de un “envejecimiento saludable” en un sentido más holístico, basado en el curso de la vida y en perspectivas funcionales. La capacidad funcional abarca los atributos relacionados con la salud que permiten a las personas ser y hacer lo que tienen motivos para valorar. En otras palabras, se compone de la capacidad intrínseca del individuo, las características ambientales relevantes y las interacciones entre el individuo y estas características. La capacidad intrínseca se refiere a todas las capacidades físicas y mentales de un individuo. Los entornos comprenden todos los factores externos que conforman el contexto de la vida de una persona. Por lo tanto, otorgamos una importancia destacada a la capacidad funcional de los adultos mayores, ya que es una de las características en las que podemos influir a través de enfoques preventivo y terapéutico. ¹

III.b Riesgo de caídas

III.b.1) Definición

El riesgo de caída se refiere a la probabilidad de que una persona experimente una caída en circunstancias o condiciones específicas. Es un concepto ampliamente investigado en el campo de la geriatría y la salud

pública debido a su importancia en la salud y la calidad de vida, especialmente en los adultos mayores. La definición del riesgo de caída implica tener en cuenta varios factores que pueden contribuir a la aparición de una caída. ⁵

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007), el riesgo de caída se refiere a la probabilidad de que un individuo presente una caída en un periodo de tiempo determinado. Esta definición resalta la importancia de considerar tanto la probabilidad de caída como el intervalo temporal en el que se evalúa dicho riesgo. Además, la OMS señala que el riesgo de caída puede ser influenciado por factores intrínsecos, como la edad, la fuerza muscular, el equilibrio, así como factores extrínsecos, como el entorno físico, los obstáculos, la iluminación. ⁵

Se propone una definición más detallada del riesgo de caída. Según los autores, el riesgo de caída es el resultado de la interacción de factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos que pueden aumentar la probabilidad de caídas en un individuo. Estos factores pueden ser modificables o no modificables y pueden incluir aspectos físicos, cognitivos, ambientales y de comportamiento. La evaluación del riesgo de caída debe considerar la identificación y evaluación de estos factores, así como la implementación de estrategias de prevención y manejo del riesgo. ⁶

Es importante tener en cuenta que el riesgo de caída es dinámico y puede variar según los cambios en la salud, el entorno y otros factores. Por lo tanto, la evaluación del riesgo de caída debe ser continua y personalizada para cada individuo. ⁶

III.b.2) Factores de riesgo

-Los factores de riesgo individuales desempeñan un papel crucial en el riesgo de caídas en la población, especialmente en los adultos mayores. Estos factores se refieren a características intrínsecas de la persona que pueden afectar su equilibrio, fuerza muscular, capacidad cognitiva y otras habilidades relevantes para el mantenimiento de una postura segura. Identificar y evaluar estos factores es fundamental para implementar estrategias efectivas de prevención de caídas. ⁷

Se investigaron los factores de riesgo individuales asociados a las caídas en adultos mayores. Los autores identificaron varias variables de riesgo, entre ellas:

Debilidad muscular: La disminución de la fuerza muscular, especialmente en las extremidades inferiores, se ha asociado con un mayor riesgo de caídas. La debilidad muscular puede dificultar el mantenimiento del equilibrio y la capacidad de reaccionar rápidamente ante cambios en el entorno.^{7,8}

Detrimiento de la fuerza-potencia: se ve afectada esta capacidad de generar fuerza rápidamente en un corto período de tiempo. Esta capacidad es esencial para realizar actividades cotidianas que requieren movimientos rápidos y coordinados, como levantarse de una silla, evitar obstáculos o recuperarse del desequilibrio.⁵⁰

Además, con el envejecimiento hay una disminución en la velocidad de conducción nerviosa y una reducción en la capacidad de los músculos para contraerse rápidamente. Esto significa que los adultos mayores pueden tener reacciones musculares más lentas al enfrentar situaciones de desequilibrio, lo que aumenta el riesgo de caídas.

Deterioro del equilibrio y la marcha: Las alteraciones en el equilibrio y la marcha, como la inestabilidad, la marcha lenta o la falta de coordinación, aumentan el riesgo de caídas. Estos problemas pueden ser causados por diversos factores, como la edad, enfermedades crónicas, medicamentos o condiciones neurológicas.^{7,8}

Problemas visuales: La disminución de la agudeza visual, los problemas de visión periférica o la dificultad para adaptarse a cambios de iluminación pueden afectar la capacidad de detectar obstáculos y percibir el entorno de manera adecuada, lo cual aumenta el riesgo de caídas.⁷

Uso de medicamentos: Algunos medicamentos, como los sedantes, hipnóticos, antidepresivos y antipsicóticos, han sido asociados con un mayor riesgo de caídas debido a sus efectos sedantes, deterioro cognitivo o alteraciones del equilibrio.^{7;9}

Es importante destacar que estos factores de riesgo individuales

interactúan entre sí y pueden tener un efecto sinérgico en el riesgo de caídas. Por ejemplo, la combinación de debilidad muscular y deterioro del equilibrio puede aumentar significativamente la probabilidad de caídas. ⁷

III.b.3) Evaluación :

Las pruebas funcionales predictoras desempeñan un papel fundamental en la evaluación del riesgo de caídas en la población, especialmente en los adultos mayores. Estas pruebas permiten evaluar la capacidad funcional y determinar la probabilidad de que una persona tenga dificultades para realizar actividades diarias y mantener su equilibrio. Identificar y utilizar pruebas funcionales apropiadas es esencial para implementar estrategias de prevención de caídas efectivas. ¹⁰

Las pruebas funcionales predictoras se basan en la premisa de que ciertas habilidades y capacidades físicas están asociadas con un mayor riesgo de caídas. Los autores identificaron varias pruebas que se han utilizado ampliamente en la evaluación del riesgo de caídas, entre ellas: el Timed Up and Go (TUG), la prueba de levantarse de una silla, la prueba de equilibrio unipodal y la prueba de alcance funcional. ¹⁰

- TUG TEST

El Timed Up and Go (TUG) es una de las pruebas más utilizadas en la evaluación del riesgo de caídas. Consiste en medir el tiempo que una persona tarda en levantarse de una silla, caminar una distancia corta, dar la vuelta y volver a sentarse. Un tiempo prolongado en la ejecución de esta prueba se ha asociado con un mayor riesgo de caídas (10). El TUG evalúa la movilidad, el equilibrio, la velocidad y la capacidad de reacción, todos ellos factores importantes para prevenir las caídas. ¹⁰

El Timed Up and Go (TUG) es una prueba funcional ampliamente utilizada como predictor del riesgo de caídas en la población, especialmente en adultos mayores. Esta prueba desarrollada por Podsiadlo y Richardson en 1991, evalúa la movilidad y el equilibrio de una persona a través de una serie de tareas que simulan actividades diarias (11). Se considera una prueba simple y rápida de realizar, lo que la hace accesible en entornos clínicos y de investigación.

El TUG consiste en medir el tiempo que una persona tarda en levantarse de una silla, caminar una distancia de 3 metros, dar la vuelta, regresar a la silla y sentarse nuevamente. El tiempo registrado refleja la capacidad de una persona para realizar una transferencia segura y eficiente, así como su equilibrio durante el desplazamiento. ¹¹

Varios estudios han demostrado la utilidad del TUG como predictor de riesgo de caídas. Se encontró una asociación significativa entre un tiempo prolongado en el TUG y un mayor riesgo de caídas en adultos mayores (12). Luego Steffen detectó que un tiempo del TUG superior a 14 segundos se

correlacionan con un mayor riesgo de caídas en adultos mayores con deterioro cognitivo. ¹³

Además de su capacidad predictiva en términos de riesgo de caídas, el TUG también proporciona información adicional sobre la movilidad y la función física de una persona. Un tiempo prolongado en el TUG puede indicar limitaciones en la fuerza muscular, el equilibrio, la coordinación y la capacidad de respuesta, lo que sugiere la necesidad de intervenciones específicas para mejorar estos aspectos. ¹¹

Se considera con alta probabilidad de fragilidad a aquellas personas con TUG >12 segundos. Anteriormente era con TUG \geq 20 segundos.

La media (intervalos de confianza del 95%) para 3 grupos de edad fue:

- 8,1 (7,1-9,0) segundos para las personas de 60 a 69 años,
- 9,2 (8,2-10,2) segundos para las de 70 a 79 años,
- 11,3 (10,0-12,7) segundos para las personas de 80 a 99 años. ^{(11) (21)}

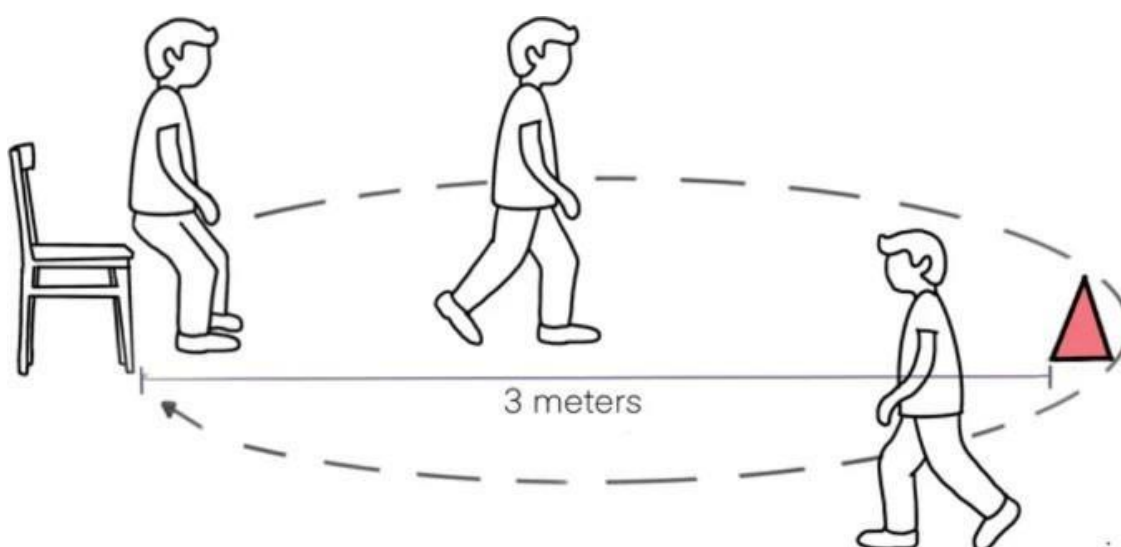


Figura N° 1 . Descripción del Tug test ⁴⁹

- SPBB

El Short Physical Performance Battery (SPPB) es una prueba funcional ampliamente utilizada como predictor del riesgo de caídas en la población, especialmente en adultos mayores. Diseñado por Guralnik, el SPPB evalúa la función

física y el rendimiento en actividades básicas de la vida diaria (14) Se considera una prueba confiable y válida para identificar la capacidad funcional y el riesgo de caídas en esta población. ¹⁴

El SPPB consta de tres componentes principales: equilibrio, velocidad de la marcha y fuerza de las extremidades inferiores. Cada componente se puntúa del 0 al 4, y los puntajes se suman para obtener una puntuación total de 0 a 12. Un puntaje más bajo indica un mayor riesgo de caídas y una menor capacidad funcional. ¹⁴

Varios estudios han demostrado la utilidad del SPPB como predictor del riesgo de caídas. Se encontró que un puntaje del SPPB inferior a 10 se asociaba con un mayor riesgo de caídas en adultos mayores. ¹⁵

El SPPB no solo es un predictor del riesgo de caídas, sino que también proporciona información sobre la función física y la capacidad para realizar actividades diarias. Los componentes individuales del SPPB, como el equilibrio y la velocidad de la marcha, son factores clave en la prevención de caídas. La evaluación del equilibrio en el SPPB incluye pruebas como la postura unipodal y el equilibrio semitándem, que son indicadores importantes de la estabilidad y la coordinación (14) La velocidad de la marcha se ha relacionado con la fuerza y la capacidad cardiovascular, y se considera un marcador de la movilidad y la función física global. ¹⁴

En cuanto a la puntuación total del SPPB, se considera a una persona con alta probabilidad de fragilidad en aquellas personas con un SPPB <10

En contraposición, aquellas personas con un SPPB ≥ 10 se les considerará no frágiles. ^{22;23}

- BERG

La escala de equilibrio de Berg (BERG) es una prueba funcional ampliamente utilizada como predictor del riesgo de caídas en la población, particularmente en adultos mayores. Fue desarrollada por Berg y ha demostrado ser una herramienta confiable y válida para evaluar el equilibrio y la estabilidad. ¹⁶

La escala consta de 14 ítems que evalúan el equilibrio estático y dinámico en diferentes situaciones.

La puntuación total en la escala de Berg varía de 0 a 56, donde una puntuación más baja indica un mayor riesgo de caídas. La prueba incluye tareas como mantener el equilibrio en diferentes posturas, cambios de posición, transferencias y giros. Los ítems se puntúan de acuerdo con la capacidad del individuo para realizar cada tarea,

evaluando aspectos como la estabilidad, la reactividad, el alcance y el control postural.¹⁶

Varios estudios han demostrado la utilidad de la escala de Berg como predictor del riesgo de caídas. Se encontró que una puntuación inferior a 45 en la escala de Berg se asociaba con un mayor riesgo de caídas en adultos mayores. En otro estudio se demostró que la escala de Berg tenía una alta sensibilidad y especificidad para identificar a los individuos con riesgo de caídas.^{10;13;18.}

- SIT TO STAND (STST)

La prueba de sentarse y levantarse (Sit to Stand) es una prueba funcional utilizada como predictor del riesgo de caídas en la población, especialmente en adultos mayores. Esta prueba evalúa la fuerza y la capacidad funcional de las extremidades inferiores, así como la estabilidad durante la transferencia de sentado a bipedestación. Aunque no se ha identificado un autor específico o un artículo original que describa la prueba de sentarse y levantarse, esta prueba se utiliza ampliamente en entornos clínicos y de investigación.¹⁸

Esta prueba implica que el individuo se sienta en una silla y luego se levante sin ayuda de los brazos, repitiendo el movimiento varias veces en un período de tiempo determinado. La velocidad, la estabilidad y la eficiencia del movimiento se evalúan durante la realización de la prueba. Un tiempo más prolongado o dificultad para completar la prueba de manera fluida se asocia con un mayor riesgo de caídas y una menor capacidad funcional de las extremidades inferiores.¹⁸

Varios estudios han demostrado la utilidad de la prueba de sentarse y levantarse como predictor del riesgo de caídas en adultos mayores. En 2006 se descubrió que el tiempo necesario para completar la prueba de sentarse y levantarse estaba asociado con el riesgo de caídas en adultos mayores.¹⁸

Los valores de referencia o puntos de corte del STST pueden variar según la población evaluada y los estudios utilizados como referencia. Estos puntos de corte se basan en la relación entre el rendimiento en la prueba y el riesgo de caídas.²⁵

Se estableció un punto de corte para el STST en adultos mayores de 65 años. Se encontró que aquellos que lograron menos de 8 repeticiones en 30 segundos tenían un mayor riesgo de caídas en comparación con aquellos que lograron más de 8 repeticiones.²⁵

- PRUEBA CAMINATA 6 MINUTOS

Es una prueba funcional ampliamente utilizada como predictor del riesgo de caídas en la población, especialmente en adultos mayores. hecha por Butland, esta prueba evalúa la capacidad de una persona para caminar durante un período de 6 minutos y proporciona una medida de su resistencia aeróbica y capacidad funcional. ¹⁹

Durante la prueba, se le pide al individuo que camine la mayor distancia posible en un tiempo de 6 minutos, en un espacio designado y bajo condiciones estandarizadas. Se registra la distancia recorrida al finalizar los 6 minutos, y este valor se utiliza como indicador del rendimiento y la capacidad funcional. ¹⁹

Varios estudios han demostrado la utilidad del test de caminata de 6 minutos como predictor del riesgo de caídas. Se halló que una menor distancia recorrida en el test de 6 minutos se asociaba con un mayor riesgo de caídas en adultos mayores. Una menor distancia recorrida en el test de 6 minutos estaba relacionada con un mayor riesgo de caídas y discapacidad en adultos mayores. ^{15;20.}

Se establecieron puntos de corte para adultos mayores sanos, donde se consideró una distancia recorrida de 400-600 metros como un rendimiento promedio, y distancias menores a 400 metros se consideraron por debajo del promedio. ²⁴

- TINETTI

El Test de Tinetti, desarrollado por Mary Tinetti en 1986, es una prueba funcional ampliamente utilizada para evaluar el equilibrio y la marcha en personas mayores y su capacidad para realizar actividades de la vida diaria. Esta prueba es considerada una herramienta útil en la identificación del riesgo de caídas en esta población. ⁸

Este estudio se compone de dos partes: la sección de equilibrio y la sección de marcha. En la sección de equilibrio, se evalúan diferentes aspectos relacionados con el equilibrio estático y dinámico, incluyendo la capacidad para mantenerse de pie en diferentes posturas, la inclinación del cuerpo, el alcance y la reacción a las perturbaciones. La sección de marcha se enfoca en la evaluación de la marcha, incluyendo la velocidad, la simetría y la estabilidad al caminar. ²⁷

La puntuación total obtenida en el Test de Tinetti oscila entre 0 y 28, donde una puntuación más baja indica un mayor riesgo de caídas. Se ha establecido un punto de corte de 24 como indicador de riesgo de caídas, siendo valores por debajo de este umbral considerados anormales y sugestivos de un mayor riesgo. ⁸

Se encontró que el Test de Tinetti tenía una sensibilidad del 71% y una especificidad del 58% para identificar a las personas mayores que experimentaron caídas en el año siguiente.²⁶

Es importante destacar que el Test de Tinetti no evalúa sólo el riesgo de caídas, sino que también proporciona información sobre los aspectos específicos del equilibrio y la marcha que pueden requerir intervención y rehabilitación. Esto permite a los profesionales de la salud identificar áreas de debilidad y diseñar programas de prevención y tratamiento personalizados.²⁷

- Sit and Reach

El Sit and Reach es una prueba funcional utilizada para evaluar la flexibilidad de los músculos isquiotibiales y la columna lumbar. Se utiliza comúnmente en diferentes poblaciones, incluyendo adultos mayores, como un indicador de riesgo de caídas. Durante la prueba, el individuo se sienta en el suelo con las piernas extendidas y trata de alcanzar lo más lejos posible hacia adelante con las manos, manteniendo las rodillas rectas.^{46, 48}

La flexibilidad juega un papel crucial en la prevención de caídas, ya que permite un mayor rango de movimiento y adaptabilidad en situaciones que requieren un equilibrio y una postura adecuada. Una menor flexibilidad en los músculos isquiotibiales y la columna lumbar puede afectar negativamente la capacidad de una persona para realizar movimientos de manera segura y eficiente, aumentando así el riesgo de caídas.^{46, 48}

Se encontró que una menor flexibilidad medida por el Sit and Reach se asociaba con un mayor riesgo de caídas en mujeres mayores de 70 años.⁴⁶

La puntuación en el Sit and Reach se determina midiendo la distancia alcanzada con las manos en relación con los dedos de los pies o una marca específica en el equipo de medición. Una puntuación por debajo del rango normal indicaría una menor flexibilidad y, potencialmente, un mayor riesgo de caídas.⁴⁷

Los valores obtenidos se comparan con una tabla de referencia que proporciona rangos de flexibilidad normales para diferentes grupos de edad, género y varían según estos factores ya mencionados. Los valores normales se refieren a aquellos que se encuentran dentro de un rango considerado saludable para la flexibilidad de los músculos isquiotibiales y la columna lumbar, mientras que los

valores anormales indican una menor flexibilidad y pueden estar asociados con un mayor riesgo de caídas. ^{47, 48}

Se encontró que en poblaciones adultas jóvenes y sanas, un resultado de alrededor de 15-20 cm o más se considera dentro del rango normal. Sin embargo, en adultos mayores, los valores normales pueden ser ligeramente más bajos debido a los cambios asociados con el envejecimiento y la pérdida de flexibilidad. ⁴⁷

III.c. Blood Flow Restriction

III.c.1) Definición

El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) es una técnica de entrenamiento que ha ganado popularidad en los últimos años debido a sus efectos beneficiosos sobre la hipertrofia muscular y la fuerza, así como en la rehabilitación y prevención de lesiones en pacientes no entrenados. ²⁸

El BFR consiste en aplicar una banda de compresión en la extremidad proximal del músculo que se va a entrenar, lo que reduce el flujo sanguíneo arterial y venoso en la zona. Esto genera un ambiente metabólico de hipoxia relativa, similar al que se produce durante el entrenamiento de alta intensidad, lo que desencadena una respuesta adaptativa en el músculo ²⁸.

El entrenamiento con BFR se ha utilizado durante décadas en la rehabilitación de pacientes que no pueden realizar ejercicios de alta intensidad debido a lesiones o enfermedades, como en el caso de los pacientes con artritis reumatoide u osteoartritis. Sin embargo, ha sido en los últimos años cuando se ha utilizado de manera más amplia en el ámbito del entrenamiento deportivo y la mejora de la salud, incluyendo la mejora del rendimiento deportivo, la hipertrofia muscular, la rehabilitación y la prevención de lesiones. ²⁹

La técnica de BFR fue originalmente desarrollada en Japón en la década de 1960 por el Dr. Yoshiaki Sato. Sato desarrolló la técnica para ayudar a los pacientes que sufrían de dolor articular debido a la artritis reumatoide a mejorar su fuerza muscular sin causar más daño en sus articulaciones. La técnica se denominó "kaatsu", que significa "compresión adicional" en japonés ^{29;30}

Desde entonces, la técnica de BFR ha evolucionado y se ha utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo la mejora del rendimiento deportivo, la hipertrofia muscular, la rehabilitación y la prevención de lesiones. La popularidad de la

técnica ha crecido enormemente en los últimos años, especialmente entre los atletas y culturistas que buscan una forma más eficiente de entrenar ²⁸

El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFRT), también conocido como entrenamiento oclusivo o “kaatsu”, consiste en aplicar una presión externa en el sector proximal de la extremidad a ser entrenada utilizando dispositivos neumáticos de control electrónico o manual. Esta presión debe ser lo suficientemente alta como para restringir el flujo sanguíneo en el sector distal al manguito, de manera que se detenga el retorno venoso, pero el suministro de sangre arterial se vea solamente reducido. El BFRT se combina con entrenamientos de baja intensidad para maximizar las ganancias de masa y fuerza muscular, aunque también se puede utilizar de forma independiente para prevenir la atrofia por desuso. ²⁸

III.c.2) Mecanismo de acción

El mecanismo de acción de la BFR se basa en la generación de una hipoxia relativa en el músculo, lo que desencadena una serie de respuestas fisiológicas adaptativas que promueven la hipertrofia muscular y la mejora del rendimiento. La hipoxia relativa generada por la BFR aumenta la producción de radicales libres de oxígeno, los cuales estimulan la producción de hormonas y factores de crecimiento, como el factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1) y el factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF). Estas moléculas están implicadas en la hipertrofia muscular y la angiogénesis, respectivamente, lo que favorece el crecimiento de los músculos y la capacidad de recuperación. ³¹

La BFR también aumenta la activación de las fibras musculares tipo II, que son responsables de la hipertrofia muscular y la fuerza muscular. Este aumento de la activación se produce a través de la estimulación de las fibras nerviosas tipo A delta, que se activan durante el ejercicio de alta intensidad. A pesar de que se esté realizando un ejercicio de baja intensidad con la BFR, la hipoxia relativa generada permite la activación de estas fibras. ³¹

Además, otro mecanismo de acción del BFR es la acumulación de metabolitos, como el lactato, el hidrógeno y la adenosina, en el músculo. Estos metabolitos actúan como señales para la activación de las fibras musculares tipo II y la liberación de hormonas y factores de crecimiento, lo que promueve la hipertrofia muscular y la mejora de la fuerza. ³¹

III.c.3) Dosificación

La dosificación adecuada del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) es esencial para lograr resultados óptimos sin causar daño al paciente. En general, se han utilizado diferentes protocolos de BFR en la literatura, lo que dificulta la comparación de los resultados entre estudios. Por lo tanto, es importante establecer pautas claras para la dosificación del entrenamiento con BFR. ²⁸

El entrenamiento con BFR se puede realizar utilizando bandas elásticas o manguitos inflables colocados en la extremidad del paciente. La presión de la banda o manguito debe ser suficiente para restringir el flujo sanguíneo arterial pero permitir el flujo venoso. La presión utilizada varía en la literatura, pero se han utilizado valores de 60-80% de la presión arterial sistólica (PAS) en la extremidad que se está entrenando. El valor de la presión también puede depender de la edad, la condición física y la salud general del paciente, por lo que se recomienda realizar una evaluación previa antes de comenzar el entrenamiento. ^{28;32}

El tiempo total de entrenamiento con BFR también es importante para lograr resultados óptimos. En general, se recomienda que el tiempo total de entrenamiento con BFR sea de 15-20 minutos por sesión. Sin embargo, algunos estudios han utilizado tiempos de entrenamiento más cortos o más largos. Se ha demostrado que el tiempo total de entrenamiento con BFR está relacionado con el aumento en la síntesis de proteínas musculares y, por lo tanto, con el aumento en la masa muscular. ³²

El número de series y repeticiones durante el entrenamiento con BFR también es importante. La mayoría de los estudios han utilizado tres o cuatro series de ejercicio con BFR, con un número variable de repeticiones por serie. La literatura sugiere que el número de repeticiones por serie debería ser mayor que el número utilizado en el entrenamiento tradicional de fuerza. Esto se debe a que el entrenamiento con BFR tiene un mayor efecto en la fatiga muscular y en la acumulación de metabolitos en los músculos. ^{28;32}

Es importante tener en cuenta que el entrenamiento con BFR puede causar dolor y molestias en el paciente. Por lo tanto, se recomienda que se realice una evaluación previa antes de comenzar el entrenamiento para asegurarse de que el paciente no tenga ninguna contraindicación para realizar este tipo de entrenamiento. Además, se recomienda que se realice un seguimiento estrecho durante el entrenamiento para evitar cualquier lesión o efecto secundario no deseado. ^{28;32}

III.c.4) Seguridad

La evidencia disponible sugiere que esta modalidad de entrenamiento es segura cuando se siguen las recomendaciones adecuadas de presión de restricción y duración del ejercicio.^{28;33}

Es importante destacar que el entrenamiento con BFR debe ser realizado bajo la supervisión de un profesional capacitado y siguiendo las pautas de seguridad recomendadas. Algunas de estas recomendaciones incluyen no usar BFR en personas con hipertensión no controlada, enfermedad vascular periférica, trombosis venosa profunda o problemas cardíacos, así como también evitar el uso de BFR en la cabeza, el cuello y el tronco.³³

Además, la dosis de presión de restricción y la duración del ejercicio también deben ser cuidadosamente monitoreadas. En un estudio de revisión sistemática y meta-análisis publicado en 2017, Loenneke et al. evaluaron la dosificación óptima del entrenamiento con BFR y encontraron que una presión de restricción del 40-80% de la presión arterial sistólica y una duración del ejercicio de 4 series de 30 repeticiones parece ser segura y efectiva para mejorar la fuerza muscular y la hipertrofia.^{28;33}

III.c.5) Efectos

La evidencia sugiere que el BFR puede ser un método efectivo para mejorar el rendimiento muscular y la hipertrofia con cargas de entrenamiento más bajas, lo que podría ser beneficioso para ciertos grupos de personas como los adultos mayores o los pacientes en rehabilitación.²⁸

En cuanto al rendimiento muscular, varios estudios han demostrado que el BFR aumenta la fuerza muscular y la capacidad de resistencia en los músculos sometidos a la técnica (30). Además, el BFR parece tener efectos positivos sobre la hipertrofia muscular en respuesta al entrenamiento de resistencia, incluso con cargas más bajas. Esto ha sido demostrado en estudios con individuos jóvenes y en aquellos que se están recuperando de lesiones.²⁸

En términos de la capacidad aeróbica, algunos estudios han demostrado que el BFR puede mejorar el rendimiento en pruebas de resistencia aeróbica y en la capacidad de caminar, especialmente en pacientes con enfermedades crónicas. Además, el BFR también puede tener efectos beneficiosos en la rehabilitación después de una lesión, al mejorar la recuperación muscular y la capacidad funcional.³⁴

Se ha demostrado que la inclusión de BFRT logra adaptaciones significativas en la fuerza, masa muscular, capacidad aeróbica y anaeróbica de atletas bien

entrenados, los cuales normalmente no se benefician del entrenamiento con baja intensidad. Por lo tanto, es de esperarse que los resultados del BFRT se magnifiquen en poblaciones clínicas. Existe evidencia del BFRT como herramienta en el ámbito de la rehabilitación, la modalidad BFRT-P resulta útil al momento de combatir la atrofia muscular del cuádriceps por inmovilización, en pacientes que transitan la fase aguda postquirúrgica de reconstrucción del ligamento cruzado anterior.^{35;36}

IV. JUSTIFICACIÓN

La caída, en cuanto al rendimiento en el adulto mayor parece estar asociada al sedentarismo y al envejecimiento, de hecho, la pérdida de masa muscular, la disminución de la fuerza y de la capacidad de VO₂ máximo en la vejez provocan la pérdida de la funcionalidad, lo que conlleva a sufrir de riesgos potenciales para la salud en la población de adultos mayores. Al tener una menor capacidad física, son más propensos a aumentar los índices en el riesgo de caída. Por este motivo nos resulta interesante investigar una alternativa de entrenamiento como es el entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo con el fin de determinar su influencia sobre el rendimiento en las pruebas funcionales, clínicas y de capacidad física predictoras en riesgo de caída en el adulto mayor. Esta alternativa se presenta como una recomendación sustancial y como una nueva herramienta fundamental a la hora de trabajar con el adulto mayor la cual implica una mejoría en su calidad de vida y, en el caso de que sea favorable sobre los índices de riesgo de caídas, una disminución tanto de las comorbilidades como de los índices de mortalidad que presentan las mismas

V. MÉTODOS

Con el fin de llevar a cabo los objetivos propuestos, se realizará una revisión bibliográfica en la cual se recabará información para dar respuesta a la problemática planteada. Se incluirán artículos que reúnan información sobre adultos mayores a 60 años que hayan sido entrenados con la aplicación de restricción del flujo sanguíneo (BFR) y analizar el impacto que este tiene sobre algunas pruebas funcionales, clínicas y de capacidad física predictoras en riesgo de caída. La búsqueda se realizará en la base de datos PubMed, BVS (Biblioteca Virtual en Salud) búsqueda en base de datos.

Los criterios de inclusión fueron para la recolección de los estudios fueron:

-Adultos mayores que utilizaron BFR como método de entrenamiento (sin importar la modalidad) mayores o igual a 60 años

-Estudios en los que se evaluaban algunas de las evaluaciones clínicas, capacidad física y pruebas funcionales predictoras de riesgo mencionadas con anterioridad.

Se excluyeron artículos que no cumplieron con los criterios de inclusión. Además, se desestimaron aquellos que se encontraron repetidos, aquellos que no estuviesen disponibles en texto completo o no hubiesen finalizado.

Para realizar la búsqueda se han utilizado los siguientes términos DeCS, MeSH y, además, términos libres:

Términos	BFR	Adulto Mayor	Riesgo de Caídas	Debilidad Muscular
DeCS	Terapia de restricción del flujo sanguíneo	Adulto Mayor	-	Debilidad muscular
MeSH	Blood Flow Restriction therapy	Aged	-	Muscle Weakness
Terminos Libres	Vascular Occlusion training	Elderly	Riesgo de Caídas	Astenia
	Muscle Declusion training	-	Falling Risk	

	Kaatsu	-	Time up and go	
	-	-	Tug Test	
	-	-	Tinetti	
	-	-	Berg	
	-	-	Sit to Stand Test	
	-	-	Sit and Reach	
			Short Physical Performance Battery	
			Prueba de caminata de 6 min	

Figura N°3. Palabras claves usadas para la búsqueda

Considerando los términos expuestos, se aplicaron las siguientes combinaciones:

- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Aged OR elderly OR adulto mayor)
- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (falling risk OR riesgo de caídas)
- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Debilidad muscular OR muscle weakness)
- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Aged or elderly or adulto mayor) AND (falling risk OR riesgo de caídas)
- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Aged or elderly or adulto mayor) AND (Debilidad muscular OR muscle weakness)
- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Aged or elderly or adulto mayor) AND (Timed up and go OR TUG)
- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Aged or elderly or adulto mayor) AND (BERG)

- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Aged or elderly or adulto mayor) AND (tinetti)
- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Aged or elderly or adulto mayor) AND (sit to stand)
- (Blood flow restriction therapy OR kaatsu OR occlusion training OR restricción del flujo sanguíneo) AND (Aged or elderly or adulto mayor) AND (sit and reach)

VI. RESULTADOS

Mediante la búsqueda realizada en las bases de datos electrónicas BIREME, PubMed , se identificaron un total de 2529 artículos. Se aplicaron filtros por título de interés y luego por contenido del resumen. Por otra parte, se excluyeron aquellos artículos que no se encontraban disponibles en texto completo, aquellos que se encontraban repetidos y aquellos que no describen las variables planteadas anteriormente, como así también artículos que no se encontraban finalizados, recolectando un total de 5 artículos.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo realizado para la selección de artículos

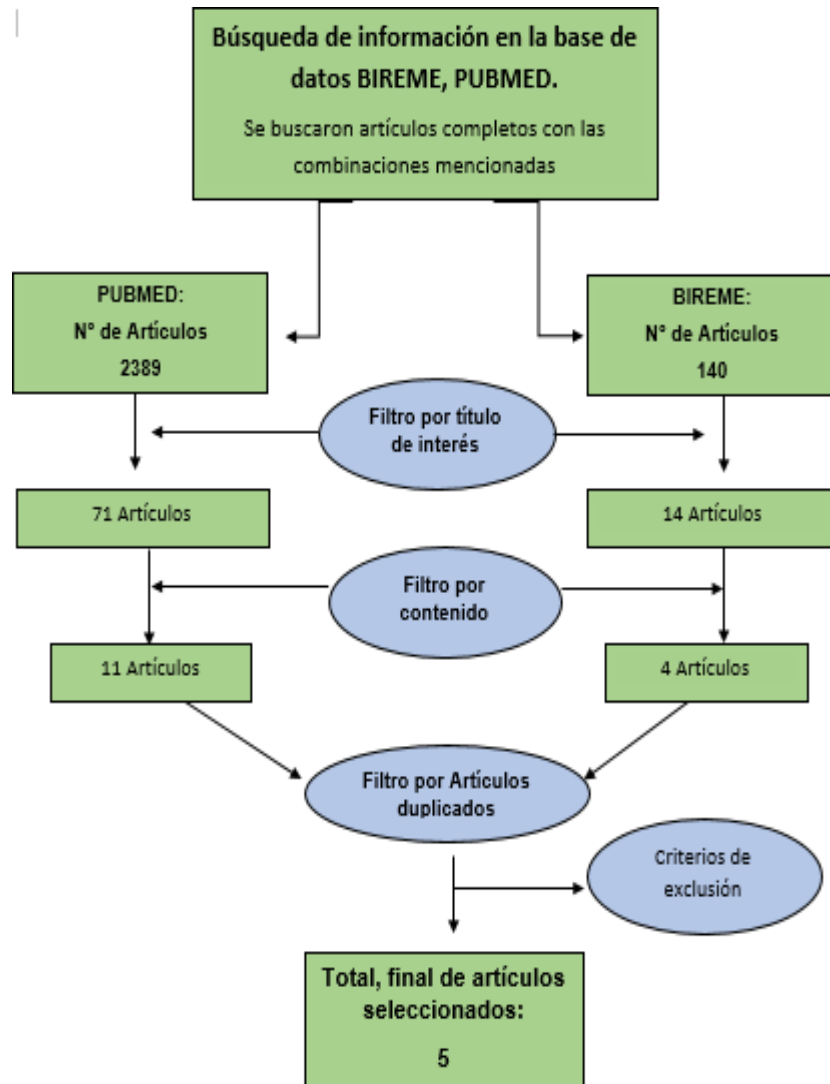


Figura N°4. Diagrama de flujo para la selección de artículos

Autor y Año	Muestra	Variables	Intervención	Resultados
Litieri, R. (2019)	<p>23 mujeres.</p> <p>Se asignaron a 2 grupos:</p> <p>-Ejercicio de baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo (LI+BFR.) - (N°11)</p> <p>- Control.- (N°12)</p>	<p>Se evaluó:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. TUG 2. SIT AND REACH (SR) 3. Sit to stand (STS30) 4. 6-WALKING TEST (6MWT) 	<p>-16 semanas</p> <p>-3 veces por semana</p> <p>-Sesiones de 40-50 minutos</p> <p>El grupo LI + BFR: tuvo un volumen de 75 repeticiones al 20-30 % de 1RM y 3-4 series por ejercicio</p> <p>Los ejercicios seleccionados fueron:</p> <p>Leg Squat,</p> <p>Leg Press,</p> <p>- Extensión/flexión de piernas y flexión plantar de pie</p> <p>El grupo LI+BFR entrenó bajo supervisión y el GC no fue sometido a ningún tipo de ejercicio y solo participó de las evaluaciones.</p>	<p>- STST Grupo LI + BFR tuvo una mejora estadísticamente significativa entre el pre y el post entrenamiento, $p < 0,01$. El grupo control sin cambios estadísticamente significativos</p> <p>- SR: El grupo LI + BFR tuvo una mejora estadísticamente significativa, $p < 0,05$, entre el pre y el post. Y el grupo control se mantuvo sin mejoras significativas</p> <p>-TUG: El grupo LI + BFR tuvo una mejora estadísticamente significativa de $p < 0,01$. Mientras que el grupo control no tuvo mejoras estadísticamente significativas.</p> <p>- 6MW: El grupo LI + BFR tuvo una mejora estadísticamente significativa de $p < 0,01$. Mientras que el grupo control no tuvo mejoras estadísticamente significativas.</p>

Autores y año	Muestra	Variables	Intervención	Resultados
Bigdeli,S (2020)	<p>30 hombres</p> <p>Fueron asignados en igual cantidad a uno de estos tres grupos:</p> <p>-Grupo de entrenamiento funcional (FT)</p> <p>-Grupo de entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (FTBFR):</p> <p>-Grupo control (C)</p>	<p>Se evaluaron:</p> <p>(TUG)</p> <p>(SR)</p> <p>Romberg test (R)</p>	<p>-6 semanas</p> <p>-3 sesiones semanales</p> <p><u>Parte principal</u></p> <p>11 ejercicios funcionales diferentes en circuito</p> <p>Grupo C: mantuvieron su estilo de vida, mientras que participantes FT y FTBFR completaron su entrenamiento bajo la supervisión de un preparador físico cualificado independiente</p> <p>-Se evaluó antes y después de la intervención</p>	<p>En los variables: TUG-SR- R</p> <p>Los grupos FT y FTBFR</p> <p>Hubo diferencias estadísticamente significativas con el estado de pre intervención y con el grupo control, $p \leq 0,01$.</p> <p>-</p>

Autor y Año	Muestra	Variables	Intervención	Resultados
Cook,S.(2017)	<p>36 participantes..</p> <p>15 hombres y 21 mujeres</p> <p>Y fueron asignados a 3 grupos:</p> <p>-Grupo 1: Entrenamiento de alta carga (HL)</p> <p>-Grupo 2: Entrenamiento con BFR de baja carga (LI+BFR)</p> <p>-Grupo 3: Grupo Control (C)</p>	<p><u>Se evaluaron:</u></p> <p>-Caminata de 400mts,</p> <p>-La batería de rendimiento físico breve (SPPB)</p> <p>Se evaluaron antes, a la mitad y después del entrenamiento.</p>	<p>-12 semanas de entrenamiento de resistencia</p> <p>-2 veces por semana</p> <p>Se utilizaron 3 ejercicios:</p> <p>extensión de piernas sentado (LE)</p> <p>- Curl de piernas (LC)</p> <p>- Prensa de piernas horizontal (LP)</p> <p>Los grupos entrenaron:</p> <p>- Grupo 1: (70 % de una repetición máxima [1-RM])</p> <p>- Grupo 2: [30 % de 1-RM menos el ejercicio (LP) 50% de 1RM]</p> <p>-Grupo 3: Entrenamiento ligero de resistencia y flexibilidad en la parte superior del cuerpo</p> <p>Se evaluaron pre-intervención, a las 6 y 12 semanas</p>	<p>Tanto SPPB como la Caminata de 400 mts</p> <p>Grupo 1 - Sin cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-6° semana; y entre 6°- 12° semana. $p < 0,05$</p> <p>Grupo 2 - Sin cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-6° semana; sin cambios entre 6°- 12° semanas,</p> <p>Grupo 3: Sin cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-6° semana; y entre 6°- 12° semana. $p < 0,05$</p> <p>No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre Grupo 1, 2, 3 $p < 0,05$</p>

Autor y Año	Muestra	Variables	Intervención	Resultados
<p>Petersson, N. (2022)</p>	<p>1 grupo formado por: 14 personas con diagnóstico de artrosis de rodilla iniciaron el estudio, pero solo 9 completaron el estudio</p>	<p>-30STS -TUG -40MWT: prueba de marcha rápida de 40 m -11 -paso SCT: la prueba de subir escaleras de 11 pasos</p>	<p>-Participaron de 8-10 semanas de caminata al aire libre a una velocidad determinada -20 min/sesión, - 4 veces/semana (1 sesión supervisada y 3 no supervisadas) Realizaron una caminata con BFR Se evaluó 1 semana antes pre-intervención. Y 1 semana post intervención</p>	<p>En comparación de los resultados pre vs post intervención. 30STS - TUG - 40MWT- Hubo una mejora estadísticamente significativa $p < 0.05$ -11 -paso SCT No se observaron cambios estadísticamente significativos</p>

Autor y año	Muestra	Variables	Intervención	Resultados
Clarkson, M. (2017)	<p>19 Personas fueron asignadas a 2 grupos de forma aleatoria.</p> <p>Grupo 1: Caminata con BFR (6 hombres - 4 Mujeres)</p> <p>Grupo 2: Caminata sin BFR "Control" (5 hombres - 4 mujeres)</p>	<p>Se analizaron</p> <p>-STS30:</p> <p>-TUG</p> <p>-6MWT</p>	<p>- 6 semanas</p> <p>-4 sesiones por semana.</p> <p>- 24 sesiones de caminata</p> <p>Ambos grupos realizaron 10 minutos caminando (4 km.h-1) alrededor de un circuito (667 m)</p> <p>Se realizaron evaluaciones antes de la intervención. A las 3 semanas y a las 6 semanas</p>	<p>- STS30</p> <p>Grupo 1 - cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-3° semana; y entre 3°- 6° semana. $p < 0,05$</p> <p>Grupo 2 - cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-3° semana; sin cambios entre 3°- 6° semanas,</p> <p>Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre Grupo 1 y 2, ($p < 0,05$)</p> <p>TUG.</p> <p>Grupo 1 - cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-3° semana; y entre 3°- 6° semana. $p < 0,05$</p> <p>Grupo 2 - sin cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-3° semana; Y con cambios estadísticamente significativos entre 3°- 6° semanas,</p> <p>Sin diferencias estadísticamente significativas entre Grupo 1 y 2, ($p < 0,05$)</p> <p>6MWT</p> <p>Grupo 1-- cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-3° semana; y entre 3°- 6° semana. $p < 0,05$</p> <p>Grupo 2 - cambios estadísticamente significativos entre evaluación de 0-3° semana; sin cambios entre 3°- 6° semanas,</p> <p>Sin diferencias estadísticamente significativas entre Grupo 1 y 2, ($p < 0,05$)</p>

Tabla N°1. Resumen de artículos recuperados

VI.a. Descripción de los resultados

De la totalidad de estudios analizados, el estudio con mayor número de participantes fue expuesto por Cook, S. (2017)³⁹ presentando un total de 36 participantes y el estudio con menor cantidad de participantes fue publicado por Petersson, N. (2022)⁴⁰ con un total de 14 pacientes. A continuación, se presenta un gráfico con las cantidades de pacientes evaluados por cada estudio y la clasificación de género de los participantes evaluados en los mismos.

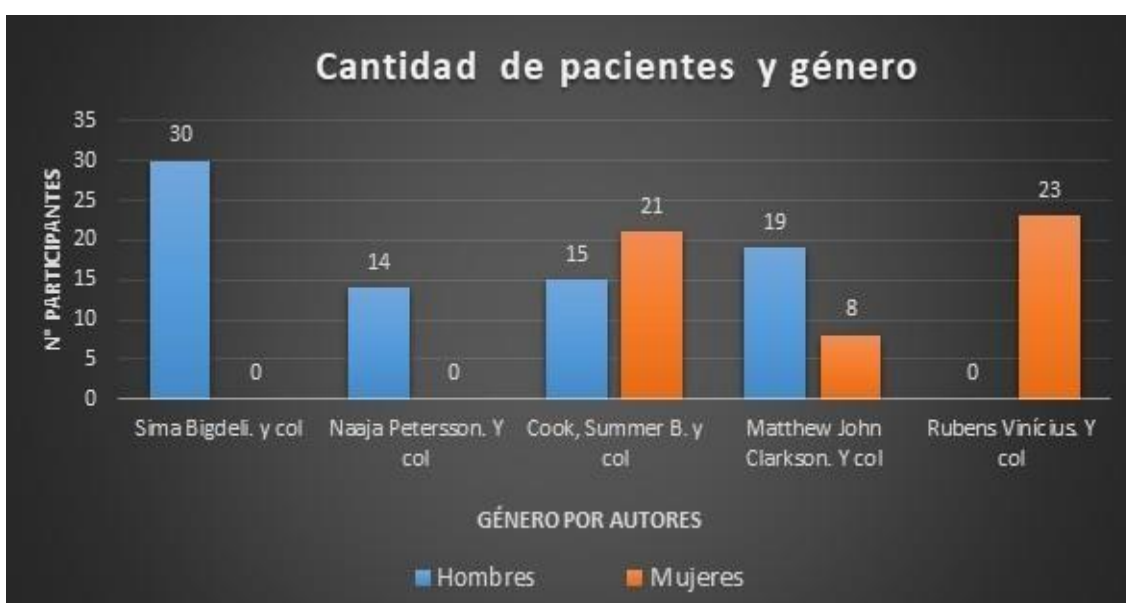


Gráfico 1. Cantidad de sujetos y género por artículo

Por otra parte, se pudo observar que todos fueron exclusivamente realizados en personas igual o mayores a 60 años. Pero, no obstante, no todos los participantes tenían el mismo grado de condición física de base. Ni todos los estudios realizaron el mismo tipo de intervención, por lo que a continuación, se expondrán las principales diferencias más importantes de cada estudio.

Con respecto a la situación física de los participantes al inicio de los estudios:

- 1 artículo los participantes tenían un diagnóstico clínico de artrosis de rodilla y verificación mediante RX de OA. Y presentaron un índice de alta probabilidad de fragilidad en TUG TEST. Petersson, N. (2022)⁴⁰
- 1 artículo utilizaba como criterio de inclusión personas físicamente inactivas, basados en menos de 150 min de actividad física a la semana. Sin

embargo, los participantes se encontraban por fuera de los puntos de corte que relacionaban los test evaluados con riesgo de caídas. Clarkson, M. (2017)³⁷

· 1 artículo utilizó como criterio de inclusión riesgos moderado de limitación severa de la movilidad, teniendo en cuenta valores fuerza/peso y sus puntos de cohorte para la determinación de la clasificación. Además, los participantes no debían haber participado de un entrenamiento de resistencia en los últimos 6 meses. El SPPB se encontró dentro de los puntos de corte promedio al inicio de la evaluación. Cook, S. (2017)³⁹

· 1 artículo. Los participantes se consideraban con alta probabilidad de fragilidad dando con puntos de corte por debajo de la media en TUG test, 6MWT y STS. Litieri, R. (2019)³⁸

· 1 artículo los participantes no habían realizado entrenamiento organizado un año previo al estudio. Y los participantes se consideraban con alta probabilidad de fragilidad de acuerdo a los puntos de cohorte en el TUG test y SR. Bigdeli, S. (2020)⁴¹

Consideramos de importancia exponer la cantidad de veces que se evaluó cada prueba funcional para tomar dimensión y tomar en cuenta el impacto de las mismas.



Gráfico 2. Tipo de evaluación y cantidad de veces evaluadas

Ahora, con respecto al tipo de intervención que usaron podemos observar principales diferencias con respecto a la modalidad de entrenamiento.

-2 artículos utilizaron una modalidad de resistencia mediante una caminata con BFR .Pettersson, N. (2022),⁴⁰ Clarkson, M. (2017)³⁷

-1 artículo utiliza entrenamiento en circuito de fuerza-resistencia mediante 11 ejercicios que involucra tanto MMSS, como MMII .Bigdeli,S (2020)⁴¹

-1 artículo utilizó un entrenamiento de fuerza de alta carga para 1 grupo (70% de 1 RM y un entrenamiento con BFR de carga baja al 30% para otro grupo experimental . Mientras que el grupo de control realizó un entrenamiento ligero de resistencia y flexibilidad en la parte superior del cuerpo Cook,S. (2017)³⁹

-1 artículo realizó un entrenamiento de resistencia que constaba de 3 ejercicios. El grupo LI + BFR: entrenó al 20-30 % de 1RM y utilizó 3 ejercicios que involucran solo MMII. Mientras que el grupo control no participó de la intervención. Lettieri, R. (2019)³⁸

Por otra parte, en las pruebas funcionales, clínicas y de capacidad física podemos observar los siguientes resultados.

-En el TUG test hubo mejoras entre el estado pre y post intervención. Lettieri, R. (2019)³⁸,Pettersson, N. (2022)⁴⁰, Clarkson, M. (2017) ³⁷,Bigdeli,S (2020)⁴¹

-En el TUG test hubo mejoras entre los grupos Intervención y grupo control. Bigdeli,S (2020)⁴¹

-En SR test hubo mejoras entre el estado pre y post intervención. Bigdeli,S (2020) Lettieri, R. (2019)³⁸

-En SR test hubo mejoras entre el grupo intervención y el grupo control. Bigdeli,S (2020)⁴¹

-En STST test hubo mejoras entre el estado pre y post intervención. Lettieri, R. (2019)³⁸ Clarkson, M. (2017)³⁷

-En STST hubo mejoras entre el grupo intervención y el grupo control. Clarkson, M.(2017)³⁷

-En 6MWT hubo mejoras entre el estado pre y post intervención. Lettieri, R. (2019)³⁸ Clarkson, M. (2017)³⁷

También en estos estudios se realizaron evaluaciones que no hemos mencionado en el marco teórico del presente trabajo, como la caminata de 400mts, 40 min walking test, 11 pasos de subir escaleras y el test de Romberg. Estas pruebas físicas son de suma relevancia y no es posible no mencionarlas. Las mismas dan como resultado lo siguiente:

- En la evaluación de Romberg hubo mejoras con respecto a la evaluación de comparación entre el pre y post intervención. Así como también en su comparación con el grupo control. Bigdeli, S (2020)⁴¹. Además, es importante mencionar que se encontraron mejoras en el 40 min walking test con respecto a las evaluaciones pre y post intervención. Petersson, N. (2022)⁴⁰

Es de suma importancia aclarar que los estudios mencionan como excluidos aquellos participantes que presenten alguna deficiencia de la movilidad y/o alguna enfermedad muscular, neuromuscular, cardíaca que no les permitan realizar las pruebas o las evaluaciones iniciales.

VII. DISCUSIÓN

A medida que la población envejece, se hace necesario comprender mejor las estrategias de entrenamiento que pueden mantener o mejorar la salud y la calidad de vida en esta población.

El análisis crítico de la información recopilada es esencial para obtener conclusiones sólidas que puedan orientar la toma de decisiones en el diseño de programas de entrenamiento específicos para adultos mayores. Además, la identificación de nuevos puntos de investigación puede contribuir al avance del conocimiento en este campo y llevar a la mejora de las prácticas de entrenamiento.

Es importante tener en cuenta que la investigación en el campo del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo está en constante evolución, por lo que mantenerse al tanto de las últimas investigaciones y hallazgos es fundamental para proporcionar recomendaciones actualizadas y efectivas. También es importante considerar aspectos éticos y de seguridad al diseñar y aplicar protocolos de entrenamiento en adultos mayores.

En resumen, este trabajo tiene un valor significativo en términos de contribuir al entendimiento y la aplicación efectiva de técnicas de entrenamiento en adultos mayores, y puede tener un impacto positivo en la promoción de la salud y el bienestar en esta población en envejecimiento.

En el análisis de los estudios podemos observar cómo se describen cambios positivos, ya sean estadísticamente significativos o no, en comparación con el estado previo a la intervención y otros grupos de control. Sin embargo, es importante destacar que en ningún momento se hace referencia a la magnitud que un cambio es considerado clínicamente significativo para cada una de las variables de resultado (como cantidad de tiempo, número de repeticiones, cantidad de centímetros y metros recorridos, entre otros). Necesarios para que sea considerado estadísticamente significativo o no. La ausencia de esta información crítica no permite analizar el impacto clínico que estas modificaciones podrían generar.

Se identificó otro factor limitante que emerge de manera recurrente en los estudios llevados a cabo con adultos mayores. Este factor consiste en la heterogeneidad de las muestras utilizadas en los diversos estudios. Como se evidenció en los resultados, todos los artículos científicos analizados involucraron a

pacientes con condiciones físicas iniciales diversas, haciendo difícil generar parámetros acerca de las características que deberíamos tener en cuenta en el paciente para considerar el método de entrenamiento como un método idóneo para el mismo. La inclusión de sujetos con diferentes estados de salud, desde individuos sanos hasta aquellos con inactividad previa o diagnósticos médicos diversos, puede dar lugar a interpretaciones erróneas en los resultados debido a las marcadas disparidades presentes en las poblaciones estudiadas.

No obstante, es relevante mencionar que para un análisis más profundo de los grupos de personas que participaron en los estudios, utilizamos el promedio de edad de los participantes en conjunto con el punto de corte previamente mencionado en el marco teórico para cada una de las pruebas ^{11, 21, 15, 25, 24, 47}. Permitiendo esto, clasificar de manera precisa los grupos de estudio entre aquellos grupos de personas con riesgo de caídas y aquellos sin riesgo. Esta estrategia facilitó la realización de un análisis detallado del impacto de la intervención en todos los grupos que implementaron BFR, abarcando desde el inicio hasta el final del estudio. Con el fin de poder observar si los cambios que se generaban tenían una influencia sobre el punto de corte para el riesgo de caídas.

Este análisis nos permitió observar, en la prueba "Timed Up and Go" (TUG), los grupos de Bigdeli ⁴¹, Petterson ⁴⁰ y Lettieri ³⁸ llevaron a cabo su intervención en muestras con riesgo de caídas. Sin embargo, solo el grupo de Bigdeli ⁴¹ logró superar el punto de corte establecido tras la intervención. En cuanto a la prueba de levantarse y sentarse en 30 segundos (STS 30), ninguno de los grupos evaluados pertenecía a la categoría riesgo de caídas. En lo que respecta a la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT), el grupo del estudio de Lettieri ³⁸, que inicialmente presentaba riesgo de caídas, consiguió superar el punto de corte luego de la intervención. Por otro lado, en el Test de Sit and reach (SR) el estudio de Bigdeli ⁴¹ intervino sobre un grupo con riesgo de caídas y logró que este grupo superara su punto de corte. Cabe señalar que no se incluyeron grupos de estudio con riesgo de caídas en el SSPP.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar el riesgo de caídas al interpretar los resultados de las pruebas realizadas con BFR. Los datos muestran que los efectos de las diferentes intervenciones pueden variar según la población de riesgos y sus múltiples variables, lo cual subraya la necesidad de una evaluación y enfoque diferenciado en función de las características iniciales de los participantes.

Por otra parte, Petterson ⁴⁰ se diferencia de los otros estudios analizados por

considerar otros aspectos de aplicabilidad e impacto clínico. Entre ellas podemos mencionar que utilizó un diseño de estudio de factibilidad, esto quiere decir que su objeto principal de investigación se centra en la viabilidad del ejercicio de caminata BFR en personas mayores con artrosis de rodilla. No centrando su objetivo principal de investigación como en los demás estudios en determinar la eficacia de su intervención.

Además, cabe resaltar que la ausencia de un grupo de control sin una aplicación de entrenamiento mediante ejercicio dificulta la determinación de si la intervención BFR fue la causa directa de las mejoras simultáneas en el rendimiento funcional. Además, el pequeño tamaño de la muestra da lugar a una debilidad en la comparación estadísticas en las comparaciones pre-post. Y, solo se supervisó 1 de las 4 sesiones de entrenamiento semanales y, durante el período de restricciones de COVID-19, no fue posible la supervisión in situ en el mencionado estudio. Siendo estos puntos mencionados, limitantes a la poder dilucidar el efecto causa-consecuencia entre el método de intervención y su efecto de mejora en este grupo de personas

En esta línea de reflexiones es importante agregar que junto con Bigdeli ⁴¹ utilizaron una muestra en la que se incluían solo hombres, por lo que no es adecuado extrapolar estos datos a poblaciones de mujeres.

Por otra parte, tanto Petterson ⁴⁰ como Clarkson ³⁷ emplearon una modalidad de entrenamiento basada en caminatas. Estas caminatas se llevaron a cabo a una velocidad predefinida en espacios abiertos, sin incluir una progresión en la intensidad del ejercicio. Además, las sesiones de entrenamiento no excedieron los 20 minutos de duración. Cabe mencionar que esta elección metodológica no se alinea con las sugerencias y recomendaciones presentes en otras fuentes de literatura.

Conforme a investigaciones anteriores, se destaca que mejorar la velocidad al caminar y perfeccionar la técnica de la marcha puede tener un impacto significativo en la capacidad funcional y en la prevención de caídas en poblaciones de adultos mayores. Las estrategias de entrenamiento relacionadas con la marcha abarcan diversas prácticas, como la realización de caminatas en terrenos variados y a distintas velocidades, así como la ejecución de movimientos de cambio de dirección y giros. La literatura citada sugiere que una duración óptima para cada sesión de este tipo de ejercicios ronda entre 30 y 60 minutos. Sherrington, C. ⁴²; Gillespie, L. ⁴³; Cadore, E. ⁴⁴ Por ende, la elección de la modalidad utilizada podría influir en el impacto de los resultados obtenidos y debería ser un punto a considerar en la interpretación de los

efectos observados en estas investigaciones

Otro factor limitante en relación a estos estudios radica en la ausencia de criterios estandarizados para la utilización de una Presión de Oclusión Arterial (POA) más precisa. Es importante señalar que los estudios analizados siguieron las recomendaciones presentadas en el estudio actual. Destaca, en particular, el trabajo de Bigdeli ⁴¹, siendo el único en proponer una progresión tanto en la carga de entrenamiento como en el porcentaje de POA aplicado durante la intervención.

En cuanto al estudio de Cook.S ³⁹ se hace mención de pacientes que experimentan limitaciones en la movilidad dentro de la muestra utilizada. Sin embargo, la clasificación de estos pacientes se basó en un informe proporcionado por el paciente sobre su masa muscular, una evaluación de fuerza en relación al peso corporal y los resultados obtenidos en seis ejercicios de fuerza. Sin embargo, es fundamental resaltar que consideramos que estos ejercicios no son idóneos para reflejar de manera precisa las limitaciones en la movilidad.

VIII. CONCLUSIÓN

La conclusión de esta revisión bibliográfica en respuesta a su objetivo general resalta que el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo tiene un impacto positivo, conduciendo a mejoras en las evaluaciones clínicas, la capacidad física y las pruebas funcionales que predicen el riesgo de caídas en adultos mayores. Este efecto positivo fue más pronunciado en comparación con los grupos de control, aunque no se evidenciaron diferencias significativas con respecto a otras modalidades de entrenamiento, como el entrenamiento de alta carga (HL)

Adicionalmente, el análisis de estos estudios refuerza la sugerencia de dar prioridad a ejercicios que guarden una mayor relación con funciones específicas, en contraposición a enfocarse en el entrenamiento aislado de músculos. Esto se debe a que las mejoras obtenidas tienen un impacto más significativo en la función en comparación con el mero aumento de la fuerza individual.

Asimismo, se constató que una parte de los grupos conformados por pacientes con riesgo de caídas experimentaron mejoras a raíz de la intervención. Lo que llevó a una mejora en su clasificación de riesgo. Estos pacientes lograron superar los puntos de corte previamente establecidos, lo que indicaría una reducción en su fragilidad y un menor riesgo de caídas en el futuro. Sin embargo, es importante resaltar que estos cambios en la clasificación de riesgo de caídas, no fueron consistentes debido a la heterogeneidad de la muestra y a la falta de una evaluación detallada de estas clasificaciones. Son datos alentadores que podrían indicar que la intervención tiene el potencial de ayudar a los pacientes a superar los puntos de corte en las pruebas utilizadas.

Un aspecto que consideramos de importancia en este estudio es que todos los pacientes, independientemente de si presentaban riesgo de caídas o no, debían tener una fuerza mínima para cumplir con los criterios necesarios para completar las pruebas de evaluación, así como para afrontar las exigencias inherentes al propio ejercicio. Ante esta limitación, es evidente que resulta fundamental presentar enfoques innovadores para abordar este grupo de la población, que se encuentra confrontando limitaciones que podrían ser igualmente, o incluso más, significativas

En consecuencia, desde nuestra perspectiva, la selección de ejercicios y la metodología de intervención empleada deben ser personalizadas en función del

panorama global del paciente, su historial médico, sus características personales y sus objetivos individuales. Un factor crítico en este sentido es que el enfoque de intervención se alinee de manera directa con la cualidad física que se pretende mejorar. De ahí que una evaluación previa más exhaustiva y precisa no solo incrementaría la calidad de los datos recopilados, sino también permitiría una toma de decisiones más informada a la hora de seleccionar una intervención específica.

Otro aspecto crucial a considerar en el análisis del uso de la metodología BFR es el costo del producto y la eficiencia en su aplicación en un grupo amplio de personas. Es fundamental evaluar la viabilidad económica y la practicidad de implementar esta técnica en términos de recursos financieros y el tiempo requerido para aplicarla en un contexto más amplio.

No obstante, resulta fundamental llevar a cabo estudios en el futuro próximo que se centren directamente en estos grupos de población con riesgo de caídas, utilizando muestras más homogéneas y representativas. Esto sería necesario para obtener resultados más robustos y para lograr una extrapolación efectiva de los hallazgos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) World Health Organization. World report on ageing and health. World Health Organization; 2015. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/186463>
- (2) Laguado Jaimes E, Camargo Hernández K del C, Campo Torregroza E, Martín Carbonell MC. Funcionalidad y grado de dependencia en los adultos mayores institucionalizados en centros de bienestar. Gerokomos [Internet]. 2017 [citado 2023 Mayo 25]; 28(3): 135-141. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2017000300135&lng=es.
- (3) Hernández Ramírez V, Iniestra Alcántara KJ, Martínez Romero P. Sufrimiento en el adulto mayor: causas y soluciones. Un análisis por sexo [tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de México; 2015. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/66619>.
- (4) Alvarado García AM, Salazar Maya ÁM. Análisis del concepto de envejecimiento. Gerokomos [Internet]. 2014 Jun [citado 2023 Mayo 25]; 25(2): 57-62. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2014000200002&lng=es. doi: <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-928X2014000200002>.
- (5) Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre la prevención de las caídas en la vejez. Ginebra: OMS; 2007. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
- (6) Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, Lamb SE. Interventions for preventing falls in older people living in the community. Cochrane Database Syst Rev. 2012 Sep 12;(9):CD007146. doi: 10.1002/14651858.CD007146.pub3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22972103/>
- (7) Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM. Interventions for preventing falls in older people living in the community. JAMA. 2013 Apr 3;309(16):1696-1704. doi: 10.1001/jama.2013.4914. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23523272/>
- (8) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk Factors for Falls among Elderly Persons Living in the Community. N Engl J Med. 1988 Dec 29;319(26):1701-7.

doi: 10.1056/NEJM198812293192604.Disponible en:
<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM198812293192604>

(9) Ganz DA, Huang C, Saliba D, et al. Inpatient fall prevention programs as a patient safety strategy: a systematic review. *Ann Intern Med.* 2013 Mar 19;158(5 Pt 2):390-6. doi: 10.7326/0003-4819-158-5-201303051-00005. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23460095/>

(10) Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health.* 1992 Sep-Oct;83 Suppl 2:S7-11. PMID: 1468055. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1468055/>

(11) Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991 Feb;39(2):142-8. PMID: 1991946. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1991946/>

(12) Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther.* 2000 Sep;80(9):896-903. PMID: 10960937. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10960937/>

(13) Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther.* 2002 Mar;82(2):128-37. PMID: 11856064. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11856064/>

(14) Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol.* 1994 Mar;49(2):M85-94. PMID: 8126356. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8126356/>

(15) Studenski S, Perera S, Wallace D, et al. Physical performance measures in the clinical setting. *J Am Geriatr Soc.* 2003 Feb;51(3):314-22. PMID: 12588574. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12588574/>

(16) Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can.* 1989;41(6):304-311. doi: 10.3138/ptc.41.6.304. Disponible en: <https://utpjournals.press/doi/abs/10.3138/ptc.41.6.304>

(17) Freiburger E, de Vreede P, Schoene D, et al. Performance-based physical function in older community-dwelling persons: a systematic review of instruments. *Age Ageing.* 2012 Nov;41(6):712-21. PMID: 22885845. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22885845/>

(18) Bohannon RW. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Percept Mot Skills*. 2006 Oct;103(1):215-22. PMID: 17037663. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17037663/>

(19) Butland RJ, Pang J, Gross ER, et al. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1982 Dec 18-25;285(6356):1607-8. PMID: 6805625. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6805625/>

(20) Perera S, Patel KV, Rosano C, et al. La velocidad de la marcha predice la discapacidad por incidente: un análisis conjunto. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2016 Jan;71(1):63-71. PMID: 26297942. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26297942/>

(21) Bohannon RW. Reference values for the timed up and go test. *J Geriatr Phys Ther*. 2006;29(2):64-68. doi: 10.1519/00139143-200608000-00004. Disponible en: https://journals.lww.com/jgpt/Fulltext/2006/08000/Reference_Values_for_the_Timed_Up_and_Go_Test.A.4.aspx

(22) La Fisioterapia.net. La SPPB, paso a paso [Internet]. Disponible en: <https://lafisioterapia.net/la-sppb-paso-a-paso/> [Accedido 31 de mayo del 2023].

(23) Geriatric Toolkit, Universidad de Missouri. Protocolo y hoja de puntuaciones de la prueba SPPB [Internet]. Disponible en: <https://geriatrictoolkit.missouri.edu/SPPB-Score-Tool.pdf> [Accedido 31 de mayo del 2023].

(24) Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*. 1998;6(2):127-159. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283837801_The_Reliability_and_Validity_of_a_6-Minute_Walk_Test_as_a_Measure_of_Physical_Endurance_in_Older_Adults. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283837801_The_Reliability_and_Validity_of_a_6-Minute_Walk_Test_as_a_Measure_of_Physical_Endurance_in_Older_Adults

(25) Jones CJ. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1999;70(2):113-119. doi: 10.1080/02701367.1999.10608028. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10380242/>

- (26) Tinetti ME. A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med.* 1994;331(13):821-827. doi: 10.1056/NEJM199409293311301. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8078528/>
- (27) Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34(2):119-126. doi: 10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39444>
- (28) Loenneke JP, Wilson JM, Marin PJ, Zourdos MC, B. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Sports Med.* 2019;49(5):725-747. doi: 10.1007/s40279-019-01062-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31156448/>
- (29) Sato Y. The history and future of KAATSU Training. *Int J KAATSU Train Res [Internet].* 2005 [citado el 20 de junio de 2020];1(1):1-5. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijktr/1/1/1_1_1/pdf-char/en.
- (30) Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med.* 2017;49(9):701-712. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28259850/>.
- (31) Pearson SJ, Hussain SR, Young MA. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med.* 2015;45(2):187-200. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-014-0264-9>.
- (32) Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Med [Internet].* 2015 [citado el 26 de mayo de 2020];45(3):313-25. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-014-0288-1>.
- (33) Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Bottaro M, Chacon-Mikahil MPT, Cavagliari CR, Min LL, et al. Efectos del Entrenamiento con Restricción del Flujo Sanguíneo en la Fuerza Muscular: Una Revisión Sistemática y Meta-Análisis. *Arch Med Deporte.* 2021;38(1):45-57. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9762165/>
- (34) Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Bottaro M, Chacon-Mikahil MPT, Cavagliari CR, Min LL, et al. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *Eur J Appl Physiol.* 2015;115(12):2471-2480. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26323350/>

- (35) Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(5), 360-367. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244015000961>
- (36) eina-Ramos, C., & Domínguez, R. (2014). Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo e hipertrofia muscular [Blood flow restriction training and muscle hypertrophy]. *RICYDE Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(38), 366-382. Disponible en: <http://www.cafyd.com/REVISTA/03806.pdf>
- (37) Clarkson, M. J. (2017). Blood flow restriction walking and physical function in older adults: A randomized control trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), e53. doi: 10.1016/j.jsams.2017.09.093.
- (38) -Litieri, C. M. (2019). Effect of 16-week blood flow restriction exercise on functional fitness in sarcopenic women: a randomized controlled trial. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 21(1), e59052. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022019000100059.
- (39) -Cook, S. B., Clark, B. C., & Ploutz-Snyder, L. L. (2017). Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Experimental Gerontology*, 99, 138-145. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0531556517305193?via%3Dihub>
- (40) Petersson, J., Wennberg, P., Turvall, E., Fredriksson, M., & Ång, B. O. (2022). Blood flow restricted walking in elderly individuals with knee osteoarthritis: A feasibility study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 30(1), 66-73. doi: 10.1123/japa.2020-0511. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35266006/>
- (41) Bigdeli, M. R., Sefati, S., Rahmani-Nia, F., Amani-Shalamzari, S., Gharibi, F., & Haratian, Z. (2020). Functional training with blood occlusion influences muscle quality indices in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 28(4), 612-617. doi: 10.1123/japa.2019-0182. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32473556/>
- (42) Sherrington, C., Tiedemann, A., Fairhall, N., Close, J. C., & Lord, S. R. (2011). Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *New South Wales Public Health Bulletin*, 22(3-4), 78-83. doi: 10.1071/NB10056. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21632004/>
- (43) - Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M., & Lamb, S. E. (2012). Interventions for preventing falls in

older people living in the community. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 9(9), CD007146. doi: 10.1002/14651858.CD007146.pub3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22972103/>

(44) Cadore, E. L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., & Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Research*, 16(2), 105-114. doi: 10.1089/rej.2012.1397. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23231702/>

(45) Howe, T. E., Rochester, L., Neil, F., Skelton, D. A., & Ballinger, C. (2011). Exercise for improving balance in older people. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 11(11), CD004963. doi: 10.1002/14651858.CD004963.pub3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22071835/>

(46) - Lacroix, A., Hortobágyi, T., Beurskens, R., Granacher, U., & de Vreede, P. L. (2015). Effects of a supervised versus an unsupervised combined balance and strength training program on balance and muscle power in healthy older adults: A randomized controlled trial. *Gerontology*, 61(3), 274-281. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26645282/>

(47) Mayorga-Vega, D., Merino-Marban, R., & Viciano, J. (2014). Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: A Meta-Analysis. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(1), 1-14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3927679/>.

(48) - Lord, S. R., Murray, S. M., Chapman, K., Munro, B., Tiedemann, A., & Sitoh, Y. Y. (2002). Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *The Journals of Gerontology: Series A*, 57(8), M539-M543. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12145369/>

(49) Martín-Díaz P, Carratalá-Tejada M, Molina-Rueda F, y otros autores. Reliability and agreement of the timed up and go test in children and teenagers with autism spectrum disorder. *Eur J Pediatr*. 2023. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00431-023-05027-8#Abs1>

(50) Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, et al. Age-related decreases in leg muscle power and force among healthy women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(11):M673. doi:10.1093/gerona/55.11.M673. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7814211/>