



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Intervención de fisioterapia en el adulto mayor con pre-fragilidad a través del ejercicio terapéutico

Physiotherapy Intervention in Older Adults with Pre-Frailty Through Therapeutic Exercise

Autor

**Théo Audouin**

Directora

**Sandra Calvo Carrión**

Facultad de Ciencias de la Salud

2024/2025

## ÍNDICE

<b>1. Resumen</b>	<b>3</b>
2. Abstract	4
<b>3. Introducción y objetivos</b>	<b>5</b>
Justificación	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
<b>4. Metodología</b>	<b>7</b>
Diseño	7
Participantes y reclutamiento	7
Variables e instrumentos de medida	8
Variable principal	8
Variables secundarias	8
<b>5. Resultados</b>	<b>12</b>
<b>6. Discusión</b>	<b>15</b>
Limitaciones del estudio	17
<b>7. Conclusiones</b>	<b>18</b>
<b>8. Bibliografía</b>	<b>19</b>
<b>9. Anexos</b>	<b>28</b>

## 1. Resumen

**Introducción:** La fragilidad es un síndrome geriátrico que disminuye la autonomía y aumenta el riesgo de caídas. Intervenir en la etapa de pre-fragilidad mediante ejercicio terapéutico podría prevenir su progresión. El objetivo fue evaluar los efectos de un programa multicomponente de ejercicio terapéutico sobre la capacidad funcional de adultos mayores pre-frágiles.

**Metodología:** Se llevó a cabo un estudio de serie de casos con tres adultos mayores pre-frágiles. La intervención fue un programa de fisioterapia multicomponente de dos meses, con dos sesiones semanales de ejercicios aeróbicos, de fuerza, de equilibrio y de flexibilidad. La capacidad aeróbica, la movilidad, la fuerza muscular, el equilibrio y la flexibilidad se evaluaron antes y después de la intervención.

**Resultados:** Tras dos meses de intervención, se constataron mejoras funcionales en todas las capacidades evaluadas, siendo especialmente destacadas en fuerza de miembros inferiores y capacidad aeróbica. También se observó una evolución favorable en movilidad, flexibilidad y fuerza de miembros superiores. Estos cambios reflejan una respuesta positiva al ejercicio multicomponente, lo que sugiere su utilidad para preservar la funcionalidad en personas pre-frágiles.

**Conclusión:** Un programa de fisioterapia multicomponente de dos meses puede mejorar las capacidades funcionales (resistencia aeróbica, movilidad, fuerza, equilibrio y flexibilidad) en adultos mayores pre-frágiles, contribuyendo a mantener su funcionalidad. No obstante, debido al tamaño muestral reducido, los resultados deben interpretarse con cautela y se necesitan estudios con muestras más amplias para confirmar estos hallazgos.

**Palabras claves:** Pré-fragilidad , ejercicio terapéutico, programa multicomponente

## **2. Abstract**

**Introduction:** Frailty is a geriatric syndrome that leads to loss of independence and an increased risk of falls. Intervening at the pre-frailty stage through therapeutic exercise could prevent its progression. This study aimed to evaluate the effects of a multicomponent therapeutic exercise program on the functional capacity of pre-frail older adults.

**Methodology:** A case series study was conducted with three pre-frail older adults. The intervention consisted of a two months multicomponent physiotherapy program with two sessions per week, including aerobic, strength, balance, and flexibility exercises. Aerobic capacity, mobility, muscle strength, balance, and flexibility were assessed before and after the intervention.

**Results:** After two months of intervention, functional improvements were observed in all the assessed capacities, with the most notable changes in lower limb strength and aerobic capacity. Favorable progress was also seen in mobility, flexibility, and upper limb strength. These changes reflect a positive response to multicomponent exercise, suggesting its usefulness in preserving functionality in pre-frail older adults.

**Conclusion:** A two month multicomponent physiotherapy program can improve functional capacities (aerobic endurance, mobility, strength, balance, and flexibility) in pre-frail older adults, helping to maintain their functional capacity and independence. These findings support the use of therapeutic exercise as a strategy to delay the progression toward frailty. However, due to the small sample size, the results should be interpreted with caution, and further studies with larger samples are needed to confirm these findings.

**Keywords:** Pre-frailty, therapeutic exercise, multicomponent program

### **3. Introducción y objetivos**

A nivel mundial, la población mayor de 60 años se ha triplicado en los últimos 75 años, pasando de 400 millones en la década de 1950 a 700 millones en los años 90, y se estima que para este mismo año habrá alrededor de 1.200 millones de personas mayores. (1) Desde el punto de vista sanitario, acompañar adecuadamente a una población envejecida representa una prioridad creciente. En este contexto, cobra especial importancia la identificación y el manejo de síndromes geriátricos como la fragilidad, que afectan de manera significativa la calidad de vida y la autonomía en la vejez.

La fragilidad es un síndrome clínico y biológico asociado al envejecimiento, caracterizado por una disminución progresiva de la resistencia y de las reservas fisiológicas ante situaciones de estrés. Este deterioro es el resultado del desgaste acumulativo de los sistemas del organismo. (2) La prevalencia de la fragilidad a nivel mundial oscila entre el 14% y el 43%, dependiendo de la definición y el instrumento de medición utilizados. (2) Los signos característicos de la fragilidad incluyen la pérdida de fuerza muscular, la disminución de la capacidad de marcha, el deterioro del equilibrio y la reducción de la actividad física general. (2,8). Esta condición implica una menor capacidad de adaptación al estrés, lo que aumenta el riesgo de consecuencias negativas para la salud, tales como caídas, pérdida de independencia, hospitalizaciones o incluso institucionalización. (3)

Las caídas, en particular, constituyen un problema de salud pública de primer orden en la población mayor, con una incidencia anual del 28% al 35% en los mayores de 65 años, y del 32% al 42% en los mayores de 70. (4) Este fenómeno no solo es frecuente, sino también grave, ya que es responsable del 55,8% de los fallecimientos accidentales y del 40% de las hospitalizaciones por traumatismos en este grupo etario. (5,6,7)

La fragilidad no es una condición irreversible. Uno de los factores con los cuáles está estrechamente relacionada es el sedentarismo (1), que acelera el deterioro funcional y limita la autonomía. Por lo tanto, su progresión puede prevenirse o incluso revertirse mediante un estilo de vida activo desde etapas tempranas del envejecimiento. (8) En este sentido, intervenir precozmente en personas en estado de pre-fragilidad representa una estrategia eficaz para ralentizar el avance hacia la fragilidad y mejorar su calidad de vida. (9) La evidencia científica demuestra la eficacia de programas de ejercicio terapéutico grupal dirigidos a personas pre-frágiles, especialmente aquellos

que integran componentes de fuerza, equilibrio y ejercicio aeróbico, reduciendo el riesgo de caídas y mejorando la capacidad funcional. (10,11,12) Así, las intervenciones grupales basadas en el ejercicio multicomponente se consolidan como una herramienta idónea para frenar la progresión hacia la fragilidad. (13)

## **Justificación**

Dado el considerable impacto que la fragilidad y, concretamente las caídas asociadas, tienen sobre la salud de los adultos mayores, resulta esencial abordar sus causas subyacentes para disminuir este riesgo.

La literatura científica actual muestra un consenso creciente sobre la eficacia del ejercicio terapéutico para prevenir o revertir la fragilidad en este grupo poblacional. (2, 8, 10, 11, 12) Sin embargo, existe escasa información respecto de intervenciones dirigidas específicamente a personas en estado de pre-fragilidad, una etapa clave en la que aún es posible actuar de forma preventiva y eficaz. (2,9)

## **Objetivo general**

- Evaluar los cambios que una intervención fisioterapéutica basada en un programa de ejercicio terapéutico multicomponente, realizado a través de dos sesiones semanales durante dos meses, produce sobre el mantenimiento de la capacidad funcional en personas en situación de pre-fragilidad.

## **Objetivos específicos**

- Determinar cambios en la capacidad funcional aeróbica medida mediante la prueba de marcha de 2 minutos (2MWT).
- Determinar los cambios en la movilidad funcional y el riesgo de caídas medidos mediante el test de Timed up and Go (TUG).
- Determinar los cambios en la fuerza de los miembros inferiores evaluados mediante el test 30 seconds sit to stand (30" STS).
- Determinar los cambios en la fuerza de los miembros superiores utilizando el test 30 seconds arm curl (30" ACT).
- Determinar los cambios en la flexibilidad de la musculatura isquiotibial de ambas extremidades medida a través del Chair Sit-and-Reach Test.

- Determinar los cambios en las contribuciones relativas de los sistemas sensoriales implicados en el mantenimiento del equilibrio mediante el Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (CTSIB-M).

#### **4. Metodología**

##### **Diseño**

Se trata de un estudio de serie de casos descriptivo, longitudinal y prospectivo, con diseño pre-post intervención. El protocolo fue aprobado por el comité CUSTOS (UNIZAR), y la directora de Atención Primaria del Sector Zaragoza II autorizó formalmente su realización. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado antes de iniciar su participación.

##### **Participantes y reclutamiento**

Los participantes en el estudio fueron sujetos pertenecientes al Sector II del área de Salud de Zaragoza, reclutados por el servicio de Fisioterapia del Centro de Salud Seminario-Romareda a través de la hoja de información al participante.

Antes del inicio del estudio, se explicaron claramente los objetivos del programa, su duración, estructura y la frecuencia de las sesiones. Aquellos que aceptaron participar firmaron el consentimiento informado antes de comenzar la intervención.

Los **criterios de inclusión** fueron los siguientes: 1) Tener 70 años o más; 2) Estar en un estado de pre-fragilidad: Evaluado mediante la Escala FRAIL (18)(puntuación de 1 a 2 puntos), índice de Barthel (puntuación  $\geq 90$ ), Short Physical Performance Battery (SPPB) (puntuación  $\geq 10$ )(24); 3) Tener condiciones médicas estables: Enfermedades crónicas controladas (hipertensión, diabetes, etc.) sin complicaciones, inestabilidad; 4) Haber firmado el consentimiento informado; 5) Tener compromiso y motivación, estar dispuesto para implicarse activamente en el programa de ejercicios y asistir de forma regular a las sesiones programadas.

No podrán participar aquellas personas que presenten los **criterios de exclusión** siguientes: 1) Tener fracturas recientes o un alto riesgo de fracturarse con la realización de ejercicio; 2) Presentar enfermedades neurológicas severas como ACV reciente, demencia avanzada o epilepsia no controlada; 3) Tener limitaciones físicas severas que impidan la realización de ejercicio terapéutico; 4) Haber sido sometido a cirugías recientes; 5) Tener contraindicaciones médicas para el ejercicio, como

arritmias no controladas; 6) Tener enfermedades coronarias o pulmonares graves (EPOC, insuficiencia cardíaca, etc.).

## **Variables e instrumentos de medida**

Se definieron una variable principal y varias variables secundarias para evaluar el impacto del programa de ejercicio terapéutico multicomponente en personas en estado de pre-fragilidad. Las valoraciones fueron realizadas en dos momentos clave: una evaluación basal antes del inicio de la intervención (tras la inclusión en el estudio), y una segunda evaluación al finalizar los tres meses del programa.

### **Variable principal**

La variable principal fue la capacidad funcional aeróbica, evaluada mediante el 2 MWT, que consiste en caminar la mayor distancia posible durante dos minutos. Esta prueba evalúa la resistencia aeróbica submáxima y la capacidad funcional de la persona. Distancias más cortas se asocian con menor capacidad funcional y menor resistencia aeróbica. Recorrer menos de 100 metros en dos minutos puede indicar una capacidad funcional limitada, mientras que distancias significativamente inferiores pueden reflejar una dependencia marcada. (25) En adultos mayores frágiles, esta prueba ha demostrado una excelente fiabilidad ( $ICC=0,95-0,99$ ) y validez de ( $r=0,89-0,92$ )(26) Esta medida refleja la resistencia aeróbica submáxima y la capacidad funcional general.

### **Variables secundarias**

- Movilidad funcional y riesgo de caídas: Se midió con el TUG test. El test es utilizado como un cribado clínico sencillo del equilibrio y la seguridad al deambular. Consiste en pedir a la persona que, al oír "¡Ya!", se levante de una silla, camine 3 metros, gire, regrese y se siente otra vez mientras se cronometra el tiempo; si tarda menos de 10 segundos se considera que su movilidad es normal, entre 10 y 12 segundos es aceptable para la mayoría de adultos mayores, y a partir de 12-13,5 segundos se eleva el riesgo de caídas. Más de 20 segundos indica movilidad limitada y más de 30 segundos una dependencia marcada. (27,28) La prueba presenta una buena fiabilidad ( $ICC=0,80$ ) en esta población. (29)
- Fuerza miembros inferiores (MMII): Se midió con la prueba de sentarse y levantarse en 30 segundos (30"STST) la cual forma parte del *Senior Fitness*

*Test* y se utiliza para evaluar la fuerza funcional y la resistencia de las extremidades inferiores en personas mayores. Para realizarla, el paciente debe sentarse y levantarse de una silla tantas veces como sea posible en 30 segundos, con los pies apoyados en el suelo y los brazos cruzados sobre el pecho, sin utilizar los brazos para impulsarse. Cuanto mayor sea el número de repeticiones, mejor será la fuerza y la resistencia del tren inferior. (30) Un menor número de repeticiones indica una menor fuerza funcional. Esta prueba ha demostrado una excelente fiabilidad test-retest ( $ICC=0,89$ ) y una buena validez concurrente en comparación con otras pruebas de fuerza para EEII ( $r=0,77$ ). (31)

- Fuerza miembros superiores (MMSS): La prueba de flexión de brazo en 30 segundos (30" Arm Curl Test o 30" ACT) forma parte del *Senior Fitness Test* y se utiliza para evaluar la fuerza funcional de las extremidades superiores en personas mayores. El test consiste en realizar el mayor número posible de flexiones de codo con el brazo dominante en 30 segundos, mientras el paciente está sentado. Se utiliza un peso de 2,5 kg para las mujeres y 3,6 kg para los hombres. Cuanto mayor sea el número de repeticiones, mejor será la fuerza funcional del miembro superior. (32) Un número reducido de repeticiones puede reflejar una disminución de esta fuerza. La prueba ha demostrado una excelente fiabilidad en adultos mayores ( $ICC=0,88$ ). (33)
- Flexibilidad de la musculatura isquiotibial: Evaluada mediante el Chair Sit-and-Reach Test, en el que el paciente, sentado en una silla, intenta alcanzar con una mano el pie del mismo lado, con la rodilla estirada. Se mide la distancia entre los dedos de la mano y la punta del pie. Distancias negativas (cuando los dedos no alcanzan el pie) se asocian a menor flexibilidad de la cadena posterior. (34) Este test ha mostrado una buena fiabilidad test-retest ( $ICC=0,92$  para hombres;  $0,96$  para mujeres) y una validez moderada a buena con medidas goniométricas de flexibilidad ( $r=0,76-0,81$ ) (35)
- Contribución relativa de los sistemas sensoriales en el equilibrio: Se utilizó el CTSIB-M, que permite identificar el uso preferente o deficitario de los sistemas visual, vestibular y somatosensorial en el control postural. (36) Dificultades o desequilibrios en ciertas condiciones (como con ojos cerrados o en superficies inestables) indican alteraciones en uno o más sistemas sensoriales responsables del equilibrio. Este test tiene una excelente validez ( $r=0,99$ ) y una fiabilidad test-retest ( $r=0,75$ ) en adultos mayores. (37)

**Intervención:** La intervención se extendió durante dos meses, con una frecuencia de dos sesiones semanales de 1 hora. Cada sesión se dividía en 10 minutos de calentamiento poliarticular, 20 minutos de un circuito que combinaba ejercicios de fortalecimiento muscular y de equilibrio, 20 minutos de ejercicio cardiovascular y 10 minutos de vuelta a la calma con ejercicios de respiración y estiramientos. (20)

Calentamiento: El calentamiento consistió en la movilización de las principales articulaciones y la activación de los principales grupos musculares. El objetivo de esta fase fue preparar el sistema neuromuscular para el esfuerzo, reducir el riesgo de lesión y favorecer una ejecución óptima de los ejercicios de la sesión. (38)

Fortalecimiento muscular (Anexo 1): Los ejercicios se realizaban bajo supervisión, en un entorno controlado y con equipamiento adaptado para optimizar la seguridad y la eficacia del programa. Las primeras sesiones se centraron en la comprensión y correcta ejecución de los ejercicios. Se explicó a los pacientes los principios básicos para una realización adecuada del entrenamiento de fuerza. En primer lugar, el control de la respiración: espirar durante la fase concéntrica del movimiento e inspirar durante la fase excéntrica. También se subrayó la importancia de controlar la fase excéntrica para optimizar el reclutamiento muscular y evitar lesiones provocadas por movimientos bruscos. Por ello, se recomendó que la fase excéntrica durará aproximadamente tres veces más que la concéntrica. (39,40)

Los ejercicios se realizaron en series de 3 x 10 repeticiones, con descansos de 30 a 60 segundos entre series. El objetivo fue mejorar la fuerza muscular, la estabilidad postural y la coordinación motora. En los ejercicios con poleas y mancuernas, los pacientes comenzaron con cargas del 50–60% del 1RM, con el objetivo de progresar hasta alcanzar el 70–75%. (41)

En cada sesión se realizaban 4 ejercicios de fuerza, distribuidos generalmente de la siguiente manera: uno para miembros superiores, uno para la espalda y dos para miembros inferiores. Los grupos musculares que no se trabajaban en la primera sesión de la semana, se trabajaban en la segunda.

Ejercicios de equilibrio (Anexo 2): Los ejercicios de equilibrio representaban un pilar fundamental en los programas de rehabilitación y prevención de caídas en personas mayores en estado de pre-fragilidad. (42,43) Fortalecer las capacidades de control postural permite mejorar la estabilidad dinámica y restaurar la confianza en las actividades motoras de la vida diaria. (44) En cada sesión se realizaban dos ejercicios de equilibrio, diseñados para estimular todos los componentes del sistema de control

postural (visual, vestibular y somatosensorial) a través de situaciones variadas que incluían tareas dobles, tanto motoras como cognitivas. (45) La introducción de la doble tarea permitió reproducir las exigencias complejas de la vida diaria, donde mantener el equilibrio suele requerir procesamiento cognitivo simultáneos. (46) Este enfoque mejoró la adaptabilidad del sistema postural y la prevención de caídas en contextos ecológicamente válidos. (35)(47)

Ejercicio aeróbico moderado (Anexo 3): El objetivo era alcanzar una intensidad percibida de 11–13 en la escala de Borg original, o 3-4 en la escala Borg modificada (44), lo que equivale a una intensidad que permite hablar, pero no cantar. Las actividades fueron seleccionadas para implicar simultáneamente los miembros superiores e inferiores, con movimientos globales en ritmo, con el objetivo de mejorar la capacidad cardiovascular, la coordinación motora y la resistencia funcional. (48,49) Los ejercicios incluían tareas dobles motoras o cognitivas, como responder a consignas verbales, realizar cambios de dirección o coordinar movimientos complejos del tronco superior e inferior, favoreciendo la adaptabilidad motora y cognitiva en un contexto dinámico. (49,50)

Vuelta a la calma: Se compuso de ejercicios de respiración diafragmática y estiramientos musculares. Esta fase tenía como objetivo facilitar una transición progresiva hacia un estado de reposo, favoreciendo la recuperación cardiorrespiratoria y neuromuscular tras el esfuerzo.

Al finalizar los tres meses de intervención, se entregó a los pacientes un folleto que explicaba la importancia de continuar realizando ejercicio de forma autónoma. El folleto incluía un banco de ejercicios de fuerza, equilibrio y aeróbicos adaptados para su práctica en el hogar, así como pautas para llevar un estilo de vida saludable.

## 5. Resultados

Se evaluaron 11 pacientes de los cuales 3 cumplieron los criterios de inclusión para el estudio. Las características iniciales se detallan en la Tabla 1. La muestra estuvo compuesta por dos mujeres y un hombre, con edades comprendidas entre los 75 y 86 años. Las estaturas variaron entre 1,50 m y 1,65 m, con una media de 1,58m y los pesos entre 61 y 84 kg, con una media de 76 kg.

**Tabla 1. Características de los participantes**

Participante	Edad (años)	Sexo	Talla (m)	Peso (kg)
1	86	F	1.58	61
2	84	M	1.65	83
3	75	F	1.5	84

Todos los participantes mostraron independencia funcional (Barthel=100), pero el cuestionario FRAIL y los valores de SPPB (10–11 puntos) evidenciaron un riesgo funcional moderado.

**Tabla 2. Diagnóstico de pre-fragilidad**

Participante	SPPB	Índice de Barthel	FRAIL
1	11	100	1
2	11	100	1
3	10	100	2

En cuanto a la capacidad funcional aeróbica, todos los participantes mejoraron la distancia recorrida tras la intervención, con un aumento promedio de 27,3 metros. La media pasó de  $145 \pm 14,11\text{m}$  a  $172 \pm 23,08\text{m}$  (25).

**Tabla 3. Distancia en el 2 MWT**

Participante	Pre (m)	Post (m)	$\Delta$ (m)
1	134.4	166.4	+32
2	140.8	153.6	+12.8
3	161.4	198.4	+37

" $\Delta$ " representa la diferencia entre los valores pre y post intervención.

Respecto a la movilidad funcional y riesgo de caídas, se observó una disminución media de 1,2 segundos, pasando de un tiempo medio de  $7,97 \pm 0,82\text{s}$  a  $6,82 \pm 0,32\text{s}$  tras la intervención.

**Tabla 4. Resultados del TUG**

Participante	Pre (s)	Post (s)	$\Delta$ (s)
1	7.67	6.55	-1.12
2	7.35	6.74	-0.61
3	8.91	7.18	-1.73

" $\Delta$ " representa la diferencia entre los valores pre y post intervención.

La fuerza de los miembros inferiores mostró una mejora consistente en todos los participantes tras la intervención. Todos los participantes mejoraron en el número de repeticiones, con una ganancia promedio de +5,3 repeticiones. La media pasó de  $12,0 \pm 2,0$  repeticiones a  $17,3 \pm 3,21$  repeticiones.

**Tabla 5. Resultados del 30" STS**

Participante	Pre (rep)	Post (rep)	$\Delta$ (rep)
1	10	15	+5
2	14	21	+7
3	12	16	+4

" $\Delta$ " representa la diferencia entre los valores pre y post intervención.

En cuanto a la fuerza de los miembros superiores una evolución positiva tras el programa. Se observó una mejora promedio de 2 repeticiones, con un aumento de  $19,3 \pm 0,58$  a  $21,3 \pm 0,58$  repeticiones.

**Tabla 6. Resultados del 30" ACT**

Participante	Pre (rep)	Post (rep)	$\Delta$ (rep)
1	19	21	+2
2	19	22	+3
3	20	21	+1

" $\Delta$ " representa la diferencia entre los valores pre y post intervención.

En cuanto a la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, se observaron mejoras relevantes en dos participantes. Dos de los tres participantes mejoraron su flexibilidad en 10cm, mientras que el tercero mantuvo su nivel inicial. La media general pasó de  $-11 \text{ cm} \pm 7,55 \text{ cm}$  a  $-4,33 \text{ cm} \pm 4,51 \text{ cm}$ , con una ganancia promedio de +6,7cm.

**Tabla 7. Resultados del Chair Sit-and-Reach**

Participante	Pre (cm)	Post (cm)	$\Delta$ (cm)
1	-10	0	+10
2	-19	-9	+10
3	-4	-4	0

" $\Delta$ " representa la diferencia entre los valores pre y post intervención.

También se evidenció una mejora en la integración de los sistemas sensoriales responsables del equilibrio. La media pasó de  $115,6 \pm 3,79 \text{ s}$  a  $120 \pm 0 \text{ s}$ .

**Tabla 8. Resultados del CTSIB-M**

Participante	Pre (s)	Post (s)	$\Delta$ (s)
1	120	120	0
2	114	120	+6
3	113	120	+7

" $\Delta$ " representa la diferencia entre los valores pre y post intervención.

## 6. Discusión

Esta serie de casos ha buscado valorar el impacto de un programa de ejercicio terapéutico multicomponente de dos meses en la mejora funcional de personas mayores en estado de pre-fragilidad. Se observó un aumento de la capacidad aeróbica (2MWT), de la movilidad funcional (TUG), de la fuerza muscular (30" STS y 30" ACT), de la flexibilidad (chair sit-and-reach) y una estabilización o ligero progreso en el equilibrio (CTSIB-M). Estos resultados coinciden con la evidencia actual, que respalda que el ejercicio puede mejorar la capacidad funcional y retrasar la progresión de la fragilidad en personas mayores. (9,6) El ensayo clínico Pre-Frail 80, un programa interdisciplinar de 6 meses logró prevenir la transición hacia la fragilidad y mejoró la capacidad funcional. (9) De forma similar, una revisión sistemática (6) reciente reportó mejoras en el 71% de las intervenciones analizadas, reforzando la validez de los resultados y la reversibilidad potencial de la pre-fragilidad mediante programas de ejercicio. (5)

Todos los participantes aumentaron la distancia recorrida en el 2MWT tras la intervención con una mejora promedio de 27,6 m. Este promedio es considerado un cambio clínicamente relevante, ya que aumentos iguales o superiores a 20 metros reflejan una ganancia funcional significativa. (26) Tras la intervención, los tres participantes superaron el umbral de 150–160 metros, asociado a una capacidad funcional limitada, y se situaron dentro de rangos considerados normales para su edad. Si bien el 2MWT no está tan difundido como el test de marcha de 6 minutos, este incremento refleja una mayor resistencia a la marcha y capacidad aeróbica. (50)

En la bibliografía se han documentado mejoras comparables en la capacidad de marcha de adultos mayores pre-frágiles mediante programas multicomponente. Por ejemplo, Chen et al. (51) lograron aumentos en la velocidad de la marcha y en el rendimiento físico global, junto con una reversión parcial del estado de pre-fragilidad, tras un programa de ejercicios con bandas elásticas en personas pre-frágiles.

En esta serie de casos, no se midió directamente la velocidad de marcha en metros/segundo, pero la mejora en el TUG (–1,2 s de promedio) apunta en la misma dirección, una marcha más ágil y funcional. Una revisión de intervenciones comunitarias mostró que los programas de ejercicio pueden reducir significativamente el tiempo de TUG en cerca de 1,5–2 segundos en comparación con los cuidados habituales. (51,52) Aunque los resultados obtenidos se quedan ligeramente por debajo de esta franja, podrían explicarse por la menor duración del programa (2

meses frente a intervenciones de 3 a 6 meses en las revisiones), y los niveles funcionales relativamente conservados al inicio. Estos factores podrían haber limitado la magnitud del cambio observable.

La ganancia promedio de 5 repeticiones en el 30" STS evidencia una mejora relevante de la fuerza de miembros inferiores, fundamental para la capacidad funcional en el adulto mayor. La evidencia indica que realizar 12 o menos repeticiones indica debilidad muscular, (30) límites entre los cuáles encontramos a los participantes de esta serie de casos (un participante por debajo de este umbral; y otro en el límite, 12 repeticiones). Tras la intervención, este límite fue superado por todos los participantes, lo que refleja un fortalecimiento relevante del tren inferior. La debilidad muscular es uno de los principales componentes de la fragilidad. (5) Los resultados del estudio coinciden con los de Chittrakul et al. (54), quienes reportaron mejoras similares tras un programa multicomponente. Además, una revisión (55) reciente señala que incluso protocolos breves pueden aumentar la fuerza y el rendimiento funcional en personas frágiles o pre-frágiles. (30)

También se observó una mejora en la fuerza de brazos (+2 repeticiones en el 30" ACT), relevante para la autonomía diaria. (55) Este incremento alcanza el cambio mínimo detectable (33), lo que lo convierte en un resultado relevante. La literatura recomienda programas grupales de resistencia y equilibrio para maximizar las mejoras y reducir el riesgo de caídas (56), estrategia que respalda el enfoque grupal supervisado realizado en nuestra intervención.

Con respecto a la flexibilidad isquiotibial, dos de los tres participantes mejoraron su flexibilidad en el Chair Sit-and-Reach Test, mientras que uno mantuvo su nivel inicial. (34) Esta respuesta heterogénea era esperable, dado que los estiramientos ocuparon una parte menor de las sesiones. (13) Aun así, es positivo que ningún participante empeorara su rango de movimiento, sugiriendo que el ejercicio regular ayudó a mantener la flexibilidad. (34,48) Para mejoras más notables, podría ser necesario aumentar la frecuencia o duración de los estiramientos. (13,35)

Respecto al equilibrio postural, el CTSIB-M mostró estabilidad o leves mejoras en las distintas condiciones sensoriales. (57) En la valoración inicial, dos participantes no lograban mantener el equilibrio en condiciones inestables con ojos cerrados. Tras la intervención, todos completaron todas las condiciones del test. Evitar el deterioro ya representa un logro en personas pre-frágiles, donde la tendencia natural sería la pérdida progresiva. Estudios centrados en prevención de caídas respaldan que

programas físicos multimodales, incluyendo entrenamiento de equilibrio, marcha y fuerza, mejoran el equilibrio y reducen la incidencia de caídas en población mayor. (53) En este sentido, la leve mejora observada en el CTSIB-M y la disminución del tiempo en el TUG podrían traducirse en una mayor estabilidad y confianza en las actividades diarias, reduciendo posiblemente el riesgo de caídas.

Una fortaleza importante del estudio es el formato grupal del programa. Realizar las sesiones en un grupo reducido pudo favorecer la motivación, la constancia y el apoyo social. Estudios destacan que el ejercicio grupal es más efectivo que el individual para mejorar la fragilidad. (56) Apóstolo et al. (53) señalan que los programas físicos logran mayor impacto cuando se desarrollan en grupos.

### **Limitaciones del estudio**

Este estudio presenta limitaciones importantes que deben considerarse al interpretar los resultados: 1) El tamaño muestral fue muy reducido ( $n = 3$ ) lo que impide atribuir con certeza las mejoras exclusivamente a la intervención; 2) La ausencia de un grupo comparativo impide atribuir las mejoras exclusivamente al programa de ejercicio, ya que factores externos o el efecto aprendizaje de las pruebas podrían haber influido; 3) Los participantes, todos autónomos (Índice de Barthel=100), podrían no representar a la población pre-frágil general, más heterogénea y con mayor comorbilidad. También existió cierta variabilidad inicial en el grado de pre-fragilidad, lo que podría haber afectado la magnitud de los progresos observados; 4) La duración de la intervención (2 meses) fue relativamente breve y no se realizó un seguimiento a medio o largo plazo. Sin refuerzo, parte de las mejoras podrían atenuarse con el tiempo, como sugieren algunos estudios. Futuras investigaciones deberían incorporar evaluaciones posteriores y un mayor número de participantes para confirmar estos resultados preliminares.

Estas limitaciones invitan a la prudencia, aunque no disminuyen la tendencia positiva observada, subrayando áreas de mejora para futuras investigaciones en este campo. Aun así, dada la concordancia de los resultados con otros estudios, es razonable pensar que la intervención tuvo un papel relevante.

## **7. Conclusiones**

La intervención de ejercicio terapéutico multicomponente de dos meses de duración (dos sesiones semanales) resultó en mejoras en todos los parámetros funcionales evaluados en los participantes pre-frágiles. Se observó un aumento de la capacidad

aeróbica, medido por la mayor distancia recorrida en la prueba de marcha de 2 minutos, así como una mejora de la movilidad funcional reflejada en la reducción del tiempo en el TUG; ambos cambios son indicativos de una mayor resistencia física y de un menor riesgo de caídas. Asimismo, la fuerza muscular mostró incrementos significativos tanto en miembros inferiores como en superiores, evidenciado por un mayor número de repeticiones en los tests de 30" STS y 30" ACT, respectivamente. Por su parte, la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y el equilibrio postural mostraron una ligera mejoría o se mantuvieron estables tras la intervención.

En conjunto, los hallazgos del estudio sugieren un impacto favorable del programa en la preservación de la capacidad funcional de los adultos mayores en estado de pre-fragilidad. La consecución de los objetivos específicos (mejoras en movilidad, fuerza muscular, flexibilidad y equilibrio) indica que la intervención contribuyó a mantener e incluso potenciar la independencia funcional de los participantes en su vida diaria. Los resultados del estudio se alinean con la evidencia previa que respalda la efectividad del ejercicio multicomponente para retrasar el deterioro funcional asociado a la edad (1,2,9), reforzando la importancia de intervenir en etapas tempranas antes de la instauración de la fragilidad. (2,3) Aunque el tamaño muestral fue muy reducido, los hallazgos obtenidos muestran cambios que merecen ser exploradas en futuras investigaciones con muestras más amplias, que permitan confirmar y generalizar los efectos observados

A pesar del tamaño muestral reducido, los cambios observados sugieren que un programa multicomponente similar podría ser útil para prevenir o retrasar la progresión hacia la fragilidad. (2,3) Este tipo de intervención, implementado en entornos clínicos o comunitarios, podría contribuir a mantener la independencia funcional y reducir el riesgo de caídas en poblaciones pre-frágiles. (2) No obstante, estos hallazgos no pueden extrapolarse y simplemente indican las posibilidades de cambio que una intervención como la realizada podrían conseguir. Se necesitan estudios con muestras más amplias y seguimiento a largo plazo para confirmar estos beneficios en la población pre-frágil. (9)

## 8. Bibliografía

- (1)** Naranjo Hernández Y, Morell León L, Concepción Pacheco JA. Caracterización de los adultos mayores frágiles desde la perspectiva de la enfermería [Internet]. Rev Cubana Enfermer. 2020 Mar [citado 2025 Abr 14];36(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192020000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192020000100005)
- (2)** Apóstolo J, Cooke R, Bobrowicz-Campos E, Santana S, Marcucci M, Cano A, et al. Effectiveness of interventions to prevent pre-frailty and frailty progression in older adults: a systematic review. JBI Database System Rev Implement Rep. 2018 Jan;16(1):140–232. doi: 10.11124/JBISRIR-2017-003382.
- (3)** Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2004 Mar;59(3):M255–M263. doi: 10.1093/gerona/59.3.M255.
- (4)** Sharif SI, Al-Harbi AB, Al-Shihabi AM, Al-Daour DS, Sharif RS. Falls in the elderly: assessment of prevalence and risk factors. Pharm Pract (Granada). 2018 Jul–Sep;16(3):1206. doi: 10.18549/PharmPract.2018.03.1206. PMID: 30416623; PMCID: PMC6207352.
- (5)** Chittrakul J, Siviroj P, Sungkarat S, Sapbamrer R. Multi-system physical exercise intervention for fall prevention and quality of life in pre-frail older adults: a randomized controlled trial. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(9):3102. doi: 10.3390/ijerph17093102.

**(6)** Osoba MY, Rao AK, Agrawal SK, Lalwani AK. Balance and gait in the elderly: a contemporary review. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2019 Feb 4;4(1):143–153. doi: 10.1002/lio2.252. PMID: 30828632; PMCID: PMC6383322.

**(7)** Verghese J, LeValley A, Hall CB, Katz MJ, Ambrose AF, Lipton RB. Epidemiology of gait disorders in community-residing older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2006 Feb;54(2):255–261. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.00519.x.

**(8)** Travers J, Romero-Ortuno R, Bailey J, Cooney MT. Delaying and reversing frailty: a systematic review of primary care interventions. *Br J Gen Pract*. 2019 Jan;69(678):e61–e69. doi: 10.3399/bjgp18X700241. PMID: 30510094; PMCID: PMC6301364.

**(9)** Gené Huguet L, Navarro González M, Kostov B, Ortega Carmona M, Colungo Francia C, Carpallo Nieto M, et al. Pre Frail 80: multifactorial intervention to prevent progression of pre-frailty to frailty in the elderly. *J Nutr Health Aging*. 2018;22(10):1266–1274. doi: 10.1007/s12603-018-1089-2. PMID: 30498836.

**(10)** Wang E, Keller H, Mourtzakis M, Rodrigues IB, Steinke A, Ashe MC, Giangregorio L. Encouraging older adults with pre-frailty and frailty to "MoveStrong": A pilot stepped-wedge randomized controlled trial. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2022 Dec;47(12):1172–1186. doi: 10.1139/apnm-2022-0195.

**(11)**

Hopewell S, Adedire O, Copsey BJ, Boniface GJ, Sherrington C, Clemson L, et al. Multifactorial and multiple component interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Jul 23;7(7):CD012221. doi: 10.1002/14651858.CD012221.pub2. PMID: 30035305; PMCID: PMC6513234.

**(12)**

Li N, Liu C, Wang N, Lin S, Yuan Y, Huang F, et al. Feasibility, usability and acceptability of a lifestyle-integrated multicomponent exercise delivered via a mobile health platform in community-dwelling pre-frail older adults: a short-term, mixed-methods, prospective pilot study. *BMC Geriatr*. 2024 Nov 9;24(1):926. doi: 10.1186/s12877-024-05523-y.

**(13)**

Delaire L, Courtay A, Humblot J, Aubertin-Leheudre M, Mourey F, Racine AN, et al. Implementation and core components of a multicomponent program including exercise and nutrition in prevention and treatment of frailty in community-dwelling older adults: a narrative review. *Nutrients*. 2023 Sep 22;15(19):4100. doi: 10.3390/nu15194100.

**(14)** Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001 Mar;56(3):M146–56. doi: 10.1093/gerona/56.3.m146. PMID: 11253156.

**(15)** Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. *Lancet*. 2013 Mar 2;381(9868):752–62. doi: 10.1016/S0140-6736(12)62167-9. Erratum in: *Lancet*. 2013 Oct 19;382(9901):1328. PMID: 23395245; PMCID: PMC4098658.

**(16)** Nunes DP, Duarte YA, Santos JL, Lebrão ML. Screening for frailty in older adults using a self-reported instrument. *Rev Saude Publica*. 2015;49:2. doi: 10.1590/s0034-8910.2015049005516. PMID: 25741658; PMCID: PMC4386551.

**(17)** Hoogendijk EO, Afilalo J, Ensrud KE, Kowal P, Onder G, Fried LP. Frailty: implications for clinical practice and public health. *Lancet*. 2019 Oct 12;394(10206):1365–1375. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31786-6. PMID: 31609228.

- (18)** Morley JE, Vellas B, van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, et al. Frailty consensus: a call to action. *J Am Med Dir Assoc*. 2013 Jun;14(6):392–7. doi: 10.1016/j.jamda.2013.03.022. PMID: 23764209; PMCID: PMC4084863.
- (19)** Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006 Sep;35 Suppl 2:ii37–ii41. doi: 10.1093/ageing/afl084. PMID: 16926202.
- (20)** American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009 Jul;41(7):1510–30. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c. PMID: 19516148.
- (21)** Abizanda P, López-Torres Hidalgo J, Romero Rizo L, Sánchez Jurado PM, García Nogueras I, et al. Association between Functional Assessment Instruments and Frailty in Older Adults: the FRADEA Study. *J Am Med Dir Assoc*. 2016 May;17(5):426.e1–426.e8. doi: 10.1016/j.jamda.2016.01.017. PMID: 27093316.
- (22)** Ramírez-Vélez R, López Sáez de Asteasu M, Morley JE, Cano-Gutierrez CA, Izquierdo M. Performance of the Short Physical Performance Battery in identifying the frailty phenotype and predicting geriatric syndromes in community-dwelling elderly. *J Nutr Health Aging*. 2021;25(2):209–217. doi: 10.1007/s12603-020-1484-3. PMID: 33491036.
- (23)** Pritchard JM, Kennedy CC, Karampatos S, Ioannidis G, Misiaszek B, Marr S, et al. Measuring frailty in clinical practice: a comparison of physical frailty assessment methods in a geriatric out-patient clinic. *BMC Geriatr*. 2017 Nov 13;17(1):264. doi: 10.1186/s12877-017-0623-0. PMID: 29132301; PMCID: PMC5683585.
- (24)** Dent E, Martin FC, Bergman H, Woo J, Romero-Ortuno R, Walston JD. Management of frailty: opportunities, challenges, and future directions. *Lancet*. 2019 Oct 12;394(10206):1376–1386. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31785-4. PMID: 31609229.
- (25)** Bohannon RW, Wang YC, Gershon RC. Two-minute walk test performance by adults 18 to 85 years: normative values, reliability, and responsiveness. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015 Mar;96(3):472–7. doi: 10.1016/j.apmr.2014.10.006. Epub 2014 Oct 25. PMID: 25450135.

- (26)** Chan WLS, Pin TW. Reliability, validity and minimal detectable change of 2-min walk test and 10-m walk test in frail older adults receiving day care and residential care. *Aging Clin Exp Res.* 2020 Apr;32(4):597–604. doi: 10.1007/s40520-019-01255-x. Epub 2019 Jun 26. PMID: 31243742.
- (27)** Barry E, Galvin R, Keogh C, Horgan F, Fahey T. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr.* 2014 Feb 1;14:14. doi: 10.1186/1471-2318-14-14. PMID: 24484314; PMCID: PMC3924230.
- (28)** Beauchet O, Fantino B, Allali G, Muir SW, Montero-Odasso M, Annweiler C. Timed Up and Go test and risk of falls in older adults: a systematic review. *J Nutr Health Aging.* 2011 Dec;15(10):933–8. doi: 10.1007/s12603-011-0062-0. PMID: 22159785.
- (29)** 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.
- (30)** Sugimoto S, Kobayashi E, Fujii M, Ohta Y, Arai K, Matano M, et al. An organoid-based organ-repurposing approach to treat short bowel syndrome. *Nature.* 2021 Apr;592(7852):99–104. doi: 10.1038/s41586-021-03247-2. Epub 2021 Feb 24. PMID: 33627870.
- (31)** Lein DH Jr, Alotaibi M, Almutairi M, Singh H. Normative reference values and validity for the 30-second chair-stand test in healthy young adults. *Int J Sports Phys Ther.* 2022 Aug 1;17(5):907–914. doi: 10.26603/001c.36432. PMID: 35949374; PMCID: PMC9340829.
- (32)** Sungkarat S, Boripuntakul S, Chattipakorn N, Watcharasaksilp K, Lord SR. Effects of Tai Chi on cognition and fall risk in older adults with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2017 Apr;65(4):721–727. doi: 10.1111/jgs.14594. Epub 2016 Nov 22. PMID: 27874176.
- (33)** Boneth Collantes M, Ariza García CL, Angarita Fonseca A, Parra Patiño J, Monsalve A, Gómez E. Reproducibilidad de las pruebas Arm Curl y Chair Stand para evaluar resistencia muscular en población adulta mayor. *Rev Cienc Salud [Internet].* 2012 Aug [cited 2025 May 03];10(2):179–193. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-72732012000200002&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-72732012000200002&lng=en).

- (34)** Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1998 Dec;69(4):338–43. doi: 10.1080/02701367.1998.10607708. PMID: 9864752.
- (35)** Lemmink KA, Kemper HC, de Greef MH, Rispens P, Stevens M. The validity of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in middle-aged to older men and women. *Res Q Exerc Sport*. 2003 Sep;74(3):331–6. doi: 10.1080/02701367.2003.10609099. PMID: 14510299.
- (36)** Boonsinsukh R, Khumnonchai B, Saengsirisuwan V, Chaikeeree N. The effect of the type of foam pad used in the modified Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (mCTSIB) on the accuracy in identifying older adults with fall history. *Hong Kong Physiother J*. 2020 Dec;40(2):133–43. doi: 10.1142/S1013702520500134.
- (37)** Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther*. 1993 Jun;73(6):346–51; discussion 351–4. doi: 10.1093/ptj/73.6.346. PMID: 8497509.
- (38)** Bishop D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*. 2003;33(6):439–54. doi: 10.2165/00007256-200333060-00005. PMID: 12744717.
- (39)** Čretnik K, Pleša J, Kozinc Ž, Löfler S, Šarabon N. The effect of eccentric vs. traditional resistance exercise on muscle strength, body composition, and functional performance in older adults: a systematic review with meta-analysis. *Front Sports Act Living*. 2022;4:873718. doi: 10.3389/fspor.2022.873718.
- (40)** Dias CP, Toscan R, de Camargo M, Pereira EP, Griebler N, Baroni BM, et al. Effects of eccentric-focused versus conventional training on lower limb muscular strength in older people: a systematic review with meta-analysis. *Age (Dordr)*. 2015;37(5):99. doi: 10.1007/s11357-015-9838-1.
- (41)** Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al. Resistance training for older adults: position statement from the National Strength and

Conditioning Association. *J Strength Cond Res.* 2019 Aug;33(8):2019–2052. doi: 10.1519/JSC.0000000000003230. PMID: 31343601.

**(42)** Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: a systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2019 Jul;98(27):e16218. doi: 10.1097/MD.00000000000016218. PMID: 31277132; PMCID: PMC6635278.

**(43)** van het Reve E, de Bruin ED. Strength-balance supplemented with computerized cognitive training to improve dual task gait and divided attention in older adults: a multicenter randomized-controlled trial. *BMC Geriatr.* 2014;14:134. doi: 10.1186/1471-2318-14-134.

**(44)** van het Reve E, de Bruin ED. A systematic review exploring the theories underlying the improvement of balance and reduction in falls following dual-task training among older adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(24):16890. doi: 10.3390/ijerph192416890.

**(45)** Mirelman A, Herman T, Brozgol M, Dorfman M, Sprecher E, Schweiger A, et al. Executive function and falls in older adults: new findings from a five-year prospective study link fall risk to cognition. *PLoS One.* 2012;7(6):e40297. doi: 10.1371/journal.pone.0040297.

**(46)** Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Med.* 2013;43(7):627–41. doi: 10.1007/s40279-013-0041-1.

**(47)** Montero-Odasso M, Almeida QJ, Burhan AM, Camicioli R, Doyon J, Fraser S, et al. Aerobic exercise and dual-task training combination is the best combination for improving cognitive status, mobility and physical performance in older adults with mild cognitive impairment. *Aging Clin Exp Res.* 2022;35(2):271–81. doi: 10.1007/s40520-021-01901-0.

**(48)** Fraser SA, Li KZ-H, Berryman N, Desjardins-Crépeau L, Lussier M, Vadaga K, et al. Does combined physical and cognitive training improve dual-task balance and gait outcomes in sedentary older adults? *Front Hum Neurosci.* 2017;10:688. doi: 10.3389/fnhum.2016.00688.

- (49)** Eggenberger P, Schumacher V, Angst M, Theill N, de Bruin ED. Does multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training boost cognitive performance in older adults? A 6-month randomized controlled trial with a 1-year follow-up. *Clin Interv Aging*. 2015;10:1335–49. doi: 10.2147/CIA.S85973.
- (50)** Van Hooren B, Peake JM. Do we need a cool-down after exercise? A narrative review of the psychophysiological effects and the effects on performance, injuries and the long-term adaptive response. *Sports Med*. 2018 Apr;48(7):1575–1595. doi: 10.1007/s40279-018-0916-2.
- (51)** Chen HT, Lin CH, Chiu YZ, Cheng CW, Chen PJ, Huang PH, et al. Effects of elastic band resistance exercises on muscle strength and physical performance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(22):4513. doi: 10.1016/j.edurev.2018.11.001.
- (52)** Jung HW, Jang IY, Lee YS, Lee CK, Cho EI, Kim DH. Intervention programs for frailty in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*. 2020;86:103971. doi: 10.1186/s12876-021-01684-x.
- (53)** Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JC, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N S W Public Health Bull*. 2011 Jun;22(3–4):78–83. doi: 10.1071/NB10056. PMID: 21632004.
- (54)** Chittrakul J, Siviroj P, Sungkarat S, Sapbamrer R. Multi-system physical exercise intervention for fall prevention and quality of life in pre-frail older adults: a randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Apr 29;17(9):3102. doi: 10.3390/ijerph17093102. PMID: 32365613; PMCID: PMC7246743.
- (55)** Papa EV, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clin Interv Aging*. 2017 Jun 13;12:955–961. doi: 10.2147/CIA.S104674. PMID: 28670114; PMCID: PMC5479297.
- (56)** Nascimento CM, Teixeira CV, Gobbi LT, Gobbi S, Stella F. A controlled clinical trial on the effects of exercise on neuropsychiatric disorders and instrumental activities in women with Alzheimer's disease. *Rev Bras Fisioter*. 2012 Jun;16(3):197–204. doi: 10.1590/s1413-35552012005000017. Epub 2012 Apr 12. PMID: 22499405.

**(57)** Cameron ID, Dyer SM, Panagoda CE, Murray GR, Hill KD, Cumming RG, et al. Interventions for preventing falls in older people in care facilities and hospitals. Cochrane Database Syst Rev. 2018 Sep 7;9(9):CD005465. doi: 10.1002/14651858.CD005465.pub4. PMID: 30191554; PMCID: PMC6148705.

## **9. Anexos**

### **Anexo 1: Ejercicios de fortalecimiento muscular**

- **Miembros superiores**

#### **Curl de bíceps con banda elástica, mancuernas o polea**

Banda elástica: Fijación de la banda a un punto estable a la altura de los tobillos. El paciente sujeta la banda y realiza una flexión del codo, manteniéndolo inmóvil en el plano transversal y sagital, cerca del tronco. De la misma manera, se puede realizar en polea

Mancuernas: Sentado en una silla, el paciente sostiene una mancuerna en cada mano, con los brazos extendidos hacia abajo. Flexiona los codos para llevar las mancuernas hacia los hombros y luego desciende lentamente. En polea: de la misma

#### **Extensión de tríceps**

Banda elástica: Fijación de la banda a un punto alto (por encima de la cabeza). El paciente sujeta la banda con los brazos flexionados sobre la cabeza y extiende los codos para bajar las empuñaduras detrás de la cabeza, volviendo luego a la posición inicial. De la misma manera, se puede realizar en polea

Mancuernas: Sentado o de pie, el paciente sostiene una mancuerna con ambas manos, brazos extendidos sobre la cabeza. Flexiona los codos para bajar la mancuerna detrás de la cabeza y luego extiende los brazos para volver a la posición inicial.

#### **Elevaciones laterales (deltoides)**

Mancuernas: De pie, con los brazos a los lados del cuerpo, el paciente eleva los brazos lateralmente hasta la altura de los hombros y luego desciende lentamente.

Banda elástica: Con un pie en el centro de la banda y los extremos en cada mano, el paciente eleva los brazos lateralmente contra la resistencia de la banda, y luego vuelve a la posición inicial.

- **Espalda**

### **Remo**

Banda elástica: Fijación de la banda a la altura del pecho. El paciente sujeta las empuñaduras con los brazos extendidos al frente, y tira de ellas hacia el tronco juntando las escápulas, luego vuelve a la posición inicial. El ejercicio también se puede realizar en polea

### **Jalón al pecho**

Banda elástica: Fijación de la banda a un punto elevado. El paciente sujeta las empuñaduras con los brazos extendidos sobre la cabeza y tira de ellas hacia abajo, flexionando los codos, para luego volver a la posición inicial.

En polea: Sentado en el asiento de la máquina, con los pies apoyados, el paciente sujeta la barra y la baja hacia el pecho, luego regresa lentamente a la posición inicial.

- **Miembros inferiores**

### Sentadillas (progresión)

Con este ejercicio, se siguió una progresión. El primer paso ha sido aprender a realizar el movimiento correctamente: bajar con la espalda recta, sin que las rodillas se vayan hacia fuera o hacia dentro.

### Sentadillas asistidas con fitball contra la pared

El paciente coloca un balón entre su espalda y la pared. Al flexionar las rodillas, baja manteniendo la espalda recta y las rodillas alineadas con los dedos de los pies, luego vuelve a la posición de pie.

Sentadillas en silla: El paciente realiza la sentadilla con una silla detrás de él. Baja como para sentarse, con espalda recta, pero antes de llegar a tocar la silla, vuelve a subir

Peso muerto rumano: De pie, con los pies a la anchura de las caderas y mancuernas en cada mano frente a él, el paciente flexiona las caderas y rodillas para bajar la barra a lo largo de las piernas, manteniendo la espalda recta, y luego vuelve a la posición de pie.

#### Abducción de cadera con banda elástica

De pie, perpendicular a una espaldera, el paciente se sujeta para mantener la estabilidad. Coloca la banda elástica alrededor del tobillo más alejado de la espaldera y realiza una abducción de cadera con la pierna extendida contra la resistencia de la banda, luego regresa a la posición inicial.

#### Extensión de rodilla (leg curl)

El paciente se sienta en la máquina de leg curl y realiza una extensión de rodilla contra la resistencia de los pesos de la máquina.

#### Flexiones de cadera

De pie y sujetándose a un TRX para mantener el equilibrio, el paciente flexiona la cadera hasta que el muslo quede paralelo al suelo y luego regresa a la posición inicial.

#### Extensión de cadera y rodilla con banda elástica

La banda se fija en forma de bucle a la espaldera, a la altura de las caderas. El paciente coloca un pie dentro y realiza un movimiento de pisada firme hacia el suelo. Es muy importante controlar el regreso, ya que la tracción de la banda es considerable.

### **Anexo 2: Ejercicios de equilibrio**

Mantenimiento del equilibrio sobre superficie inestable (BOSU) con alcances direccionales: Este ejercicio tiene como objetivo mejorar la capacidad de ajuste postural ante perturbaciones anticipadas, activando el sistema propioceptivo y vestibular. La incorporación de estímulos direccionales fuera del centro de gravedad permite trabajar el control postural en situaciones de desequilibrio controlado.

#### Ejercicios de equilibrio con doble tarea cognitiva superficie inestable (BOSU):

El paciente está en un BOSU y le pedimos una doble tarea cognitiva, es una

adaptación del ejercicio anterior. Al pedir al paciente que identifique colores, forma, textura específicos (pelota amarilla, de plástico, con picos, de tenis...) entre varios balones, o que responda a una consigna verbal mientras mantiene el equilibrio, se estimulan simultáneamente las funciones ejecutivas y atencionales junto al sistema postural.

Circuito de obstáculos con doble tarea motora: Ejercicios como caminar elevando alternativamente la rodilla y la mano contraria, o mantener un globo en el aire, ayudan a mejorar la coordinación motora, la disociación de las cinturas y la capacidad de adaptación a un entorno cambiante.

Marcha en línea recta con bastón sostenido por encima de la cabeza: Este ejercicio activa el control postural axial, la conciencia corporal y el esquema motor. El desplazamiento del centro de gravedad, combinado con una restricción en la posición de los miembros superiores, aumenta la complejidad de la tarea.

Ejercicio del reloj: El ejercicio del reloj es una actividad de doble tarea cognitiva realizada en apoyo unipodal. El paciente debe imaginar que su pie de apoyo se encuentra en el centro de la esfera de un reloj. Con el otro pie, debe señalar las horas indicadas verbalmente.

### **Anexo 3: Ejercicio aeróbico moderado**

#### Calentamiento:

- el remo alternado (un brazo avanza mientras el otro retrocede)
- remo sincronizado (ambos brazos realizan el mismo movimiento)
- elevaciones laterales

Estos ejercicios se realizaban en parejas, de pie, caminando en el sitio para movilizar todo el cuerpo. Los pacientes se colocaban frente a frente, con un bastón en cada mano (un paciente sujetaba una extremidad y el otro paciente la otra). Estas actividades fueron diseñadas para aumentar progresivamente la intensidad y preparar el sistema cardiovascular para esfuerzos más intensos. Además, obligaban a los pacientes a coordinar sus movimientos entre ellos.

Ejercicios con doble tarea cognitiva: El "semáforo", donde cada color correspondía a un movimiento específico, por ejemplo: verde para marchar en el sitio, amarillo para

zancada con palmada y rojo para sentadilla. Los colores y movimientos se cambiaban regularmente para desestabilizar a los pacientes y evitar el aprendizaje automático.

#### Circuito de ejercicios de doble tarea motora con bastón de madera

1. Bastón horizontal sostenido con ambas manos, con los brazos extendidos por encima de la cabeza. Baje el bastón al mismo tiempo que eleva una rodilla (flexión de cadera y rodilla). La rodilla y el bastón se encuentran a la altura de la cadera. Luego, regrese a la posición inicial. Se alternan las piernas. (15 repeticiones)
2. Bastón vertical sostenido con una mano, con el brazo extendido hacia el lateral, manteniendo el hombro a 90 grados. Lleve el bastón hacia la línea media del cuerpo mientras eleva la rodilla contralateral, de forma que ambos se encuentren en el centro. Vuelva a la posición inicial. (10 repeticiones por lado)
3. Bastón horizontal sostenido con ambas manos, con los brazos extendidos al frente, ligeramente elevados (unos 20 grados por encima de la horizontal). Al acercar el bastón al pecho, lleve una pierna hacia atrás. Luego, estire nuevamente los brazos hacia el frente y la pierna vuelve a la posición inicial. Se alternan las piernas. (15 repeticiones)
4. Bastón horizontal sostenido con ambas manos, con los brazos extendidos por encima de la cabeza. Realice una sentadilla, bajando el bastón simultáneamente hasta la altura de las rodillas. (15 repeticiones)

**Progresión:** Pausa entre cada ejercicio → Circuito completo sin pausas entre ejercicios, solo pausa al final.

Sentadillas y lanzamiento de balón: Los pacientes se colocaban en un triángulo, frente a frente, con una silla detrás. Al recibir el balón, debían sentarse, levantarse y lanzarlo al siguiente. Inicialmente, el pase seguía un orden en el sentido de las agujas del reloj, pero luego se introdujo un orden aleatorio para aumentar la dificultad y mantener la atención de los pacientes.