

Evaluación de un programa kinésico de fortalecimiento muscular en adultos mayores con alteración del equilibrio

Assessment of a Kinesthetic Program for Muscle Strengthening in Older Adults with Balance Impairment

María Labraña Zúñiga¹ <https://orcid.org/0000-0003-4404-6230>

Paulina López Orellana^{2*} <http://orcid.org/0000-0003-2139-518X>

¹Centro de Salud Familiar de la Comuna Puchuncaví. Región de Valparaíso, Chile.

²Universidad de Valparaíso, Escuela de Medicina, Departamento de Salud Pública. Región de Valparaíso, Chile.

*Autor para la correspondencia: paulina.lopez@uv.cl

RESUMEN

Introducción: El aumento de la población adulta mayor es uno de los grandes cambios demográficos en Chile, por lo que resulta necesario establecer abordajes terapéuticos eficaces para prevenir caídas y, consecuentemente, la dependencia funcional en este grupo etario.

Objetivo: Evaluar la eficacia de un programa kinésico de prevención de caídas mediante fortalecimiento muscular de extremidad inferior en adultos mayores de 65 años con alteración del equilibrio, en comparación con el programa kinésico convencional.

Métodos: Ensayo clínico aleatorizado no farmacológico, incluyó un grupo experimental y un grupo control con 25 participantes en cada grupo. La modalidad del tratamiento experimental es más educativa y participativa que el convencional. La eficacia de cada tratamiento fue evaluada mediante la variación de parámetros de equilibrio estático y dinámico al segundo y tercer mes de tratamiento (resultados principales).

Resultados: Los resultados secundarios fueron: fuerza, potencia y diámetro pierna - muslo. Se evaluó la eficacia de ambos programas por el modelo multinivel, se consideraron las variables tiempo y tratamiento.

Resultados: Hubo mejorías significativas en parámetros de equilibrio estático y dinámico con ambos tratamientos. La eficacia del tratamiento experimental fue superior a la del convencional en parámetros de potencia muscular y aumento de diámetros de ambos muslos y pierna izquierda. El factor tiempo de tratamiento aportó significativamente a la eficacia.

Conclusiones: Ambos tratamientos mejoran los parámetros de equilibrio, pero el tratamiento experimental es más eficaz sobre parámetros de potencia muscular. Con su modalidad educativa y participativa este tratamiento podría optimizar resultados para prevenir caídas del adulto mayor en el nivel primario de atención.

Palabras clave: ejercicios; equilibrio; prevención; caídas; adulto mayor.

ABSTRACT

Introduction: The increase in the older adult population is one of the great demographic changes in Chile, a reason why it is necessary to establish effective therapeutic approaches to prevent falls and, consequently, functional dependence in this age group.

Objective: To assess the efficacy of a kinesthetic program for the prevention of falls through lower limb muscle strengthening in adults over 65 years of age with impaired balance, in comparison with the conventional kinesthetic program.

Methods: Nonpharmacological randomized clinical trial including an experimental group and a control group, with 25 participants each. The modality of experimental treatment is more educational and participatory than the conventional one. The efficacy of each treatment was assessed based on the variation of static and dynamic balance parameters at the second and third months of treatment (main results). Secondary outcomes included strength, power, and leg-thigh diameter. The efficacy of both programs was assessed using the multilevel model; the variables *time* and *treatment* were considered.

Results: There were significant improvements in static and dynamic balance parameters with both treatments. The efficacy of the experimental treatment was higher than the conventional one in parameters of muscular power and

increase in diameters of both thighs and the left leg. The factor *time of treatment* contributed significantly to efficacy.

Conclusions: Both treatments improve balance parameters, but the experimental treatment is more effective regarding muscle power parameters. With its educational and participatory modality, this treatment could optimize results to prevent falls in the older adult at the primary level of care.

Keywords: exercise; balance; prevention; falls; older adult.

Recibido: 14/05/2020

Aceptado: 11/01/2021

Introducción

Uno de los grandes cambios demográficos en Chile es el aumento de la población mayor de 60 años o adulta mayor (AM). Este grupo alcanza 14 % del total de la población (2012) y se estima que para el año 2025 aumentará a 28,2 %.^(1,2,3) Los problemas en el aparato locomotor constituyen el 69 % de los problemas de salud más mencionados por los AM.^(4,5) De acuerdo con estos antecedentes es necesario establecer abordajes terapéuticos eficaces para prevenir caídas y consecuentemente pérdida de la autonomía con aumento de la mortalidad en este grupo etario. Un recurso clave para disminuir estos riesgos son los programas de entrenamiento físico.^(6,7,8)

La mayoría de los estudios asocian la recuperación y la detención del proceso fisiológico de la sarcopenia como prioridad terapéutica para la prevención de caídas por pérdida de equilibrio y finalmente como factor protector importante contra el riesgo de dependencia funcional y/o institucionalización del AM.^(9,10,11,12) Sin embargo, otros estudios han demostrado resultados discordantes principalmente por diferencias en las metodologías utilizadas, así como en las poblaciones estudiadas.^(13,14,15,16,17,18)

El objetivo de este estudio fue evaluar un programa kinésico de fortalecimiento muscular (PKFM) de extremidades inferiores (EII), para adultos mayores,

mediante comparación con un programa kinésico convencional (PKC) aplicado en el primer nivel de atención. La hipótesis principal es que el PKFM es más eficaz para mejorar la capacidad de equilibrio del AM que el PKC a los dos y a los tres meses de tratamiento.

Métodos

Ensayo clínico aleatorizado no farmacológico. El campo de aplicación es el primer nivel de atención en la población adulta mayor. El evento de interés o la respuesta principal reside en los parámetros de equilibrio dinámico y estático.

El equilibrio estático corresponde al tiempo en segundos en estación unipodal. Es medido como una variable numérica discreta cuyo valor límite de normalidad es de ≥ 5 segundos (bajo 5 segundos se considera un resultado alterado).

El equilibrio dinámico (TUG) es definido como la capacidad de un individuo para ajustar los desplazamientos del centro de gravedad de su cuerpo cambiando la base de sustentación del organismo. Es medido como variable numérica discreta cuyo valor límite de normalidad es de ≤ 10 segundos (un valor superior a 11 se considera un resultado alterado).

Participantes: Adultos mayores de 65 años evaluados por el Examen de Medicina Preventiva del Adulto (EMPAM),^(19,20) con alteración de test de equilibrio (estático y/o dinámico) en el Centro de Salud Familiar (CESFAM) de la comuna de Puchuncaví, Región de Valparaíso, Chile.

Criterios de exclusión: Los AM que presentaban una o más morbilidades o condiciones que pueden influir en la evaluación del equilibrio: enfermedad neurológica, artrosis severa, enfermedad crónica descompensada, osteoporosis, dolor crónico que impida la realización de actividad física, test de Romberg positivo, sujetos postrados y/o con alivio del dolor, alteraciones que impidan la comprensión de órdenes y accidente vascular reciente (menor a seis meses).⁽²¹⁾

La medición del equilibrio dinámico (TUG) fue el parámetro con distribución más homogénea (coeficiente de variación de 23 %) y sirvió de base para el cálculo del tamaño de muestra mediante la siguiente fórmula:^(22,23)

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * s^2}{d^2}$$

$$n = \frac{2(1,645 + 1,282)^2 * 7,35^2}{5^2} = 18,79$$

n: sujetos necesarios en cada grupo.

Z α : valor Z correspondiente al riesgo de primera especie (con test unilateral).

Z β : valor Z correspondiente al riesgo de segunda especie (con test unilateral).

S²: varianza del TUG

d: diferencia mínima de tiempo de respuesta entre los tratamientos.

Tratamiento del grupo experimental

El TRFM tiene una duración de 12 semanas, cada una se inicia con ejercicios de calentamiento por 5 minutos y finaliza con ejercicios de enfriamiento por 10 minutos. En la primera sesión se entrega material educativo con recomendaciones nutricionales y de actividad física. Además, al inicio de cada sesión semanal se entrega un tríptico con los ejercicios a realizar durante la semana. En la séptima y octava semana se realizan los mismos ejercicios de la sexta semana sumado a ejercicios de equilibrio. Al finalizar las 8 semanas, se realiza una educación grupal para motivar a la realización de los ejercicios en domicilio 3 veces a la semana en días alternos utilizando los trípticos de la sexta y octava semana para ser evaluados finalmente en la semana 12. Los detalles del tratamiento experimental y material educativo se presentan en Anexo 1.

Tratamiento del grupo control

El TRC tiene una duración de 12 semanas, está constituido por ejercicios variados, primero de elongación muscular, luego de fortalecimiento y finalmente de equilibrio por 30 a 45 minutos por sesión 3 veces por semana en días alternos (Anexo 2).

Procedimiento

En ambos grupos, antes de iniciar la sesión, se realizó pesquisa de alteraciones que impiden la realización de esfuerzos mediante medición de la presión arterial, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y percepción de estado de salud. Además, durante el desarrollo de la sesión se evaluó la percepción del esfuerzo con Escala de Borg y del dolor con escala EVA.

Variables del estudio:

- La variable independiente fue el tipo de tratamiento: grupo experimental, grupo control (variable categórica binaria).
- Las variables de respuesta son de naturaleza numérica:
 - Respuesta principal: equilibrio estático y dinámico.
 - Respuestas secundarias: fuerza, potencia y diámetro muscular y la adherencia al tratamiento. También de naturaleza numérica.
- Las covariables fueron seleccionadas en base a la literatura para describir y evaluar la comparabilidad de ambos grupos de AM. A continuación, se presentan según su escala de clasificación:
 - Numéricas: edad, peso, estatura, índice de masa corporal (IMC), número de comorbilidades, presencia de dolor en escala visual análoga (EVA), número de caídas en el año precedente.
 - Categóricas: sexo, enfermedades crónicas (compensadas o no), presencia o ausencia de: artrosis, alteración visual, alteración auditiva. Test minimal (normal o alterado), evaluación de autovalencia (independiente o con riesgo de dependencia), polifarmacia (tres o más medicamentos de consumo diario habitual), actividad física (tres o más veces a la semana). Percepciones: incapacidad de realizar actividades de la vida diaria (AVD), alteración de la marcha y debilidad muscular.

El instrumento utilizado para el ingreso al estudio es el EMPAM (Anexo 2). Se trata de un instrumento disponible en cada ficha clínica de los AM⁽¹⁹⁾ utilizado desde el año 2014 en todos los CESFAM del país. El EMPAM incluye la medición del equilibrio estático y dinámico mediante los test anteriormente mencionados.

Otros instrumentos utilizados en este estudio fueron: ficha clínica, ficha de ingreso, ficha de control, protocolo de ejercicios, trípticos educativos-motivacionales, Manual de Prevención de Caídas del Adulto Mayor.⁽²⁴⁾

Conformados los grupos, los sujetos fueron evaluados al inicio (evaluación basal o primera medición), al segundo mes (segunda medición) y al tercer mes de entrenamiento (tercera medición).

El equilibrio estático fue medido por el test de estación unipodal (segundos de apoyo en un pie) y el equilibrio dinámico por el *test timed up and go* (segundos en recorrer una distancia definida). Ambos test han sido previamente validados a nivel nacional e internacional y son considerados buenos predictores de riesgo de caídas si son utilizados en conjunto.^(24, 25)

Los parámetros secundarios: La fuerza muscular de EEII se midió con la resistencia máxima (RM) de los extensores de rodilla por medio de zapato Delorme. La potencia se midió por el test sentarse y levantarse y el diámetro muscular por medio de perímetro medial (muslo) y diámetro de tríceps sural (pierna). La adherencia al tratamiento (programa kinésico) se midió por el número de sujetos de cada grupo que permanecen en el estudio hasta los tres meses.

Plan de análisis

- Se compararon ambos grupos por las mediciones basales y por las covariables.
- La eficacia fue medida en tres momentos (basal, mes 2 y mes 3) y su evaluación fue realizada por modelo lineal mixto, considerando como primer nivel la variable tiempo (mes) segundo nivel la variable tratamiento (grupo).
- Para las covariables que no fueron equiparadas por la aleatorización, la medida de eficacia fue ajustada por dichas covariables.

Todos los intervalos de confianza fueron de nivel 95 % y la significación fue de 5 %. Los datos fueron procesados en STATA versión 13.0

Control de sesgos

Con base en el diseño, los procedimientos y análisis incluyeron la modalidad triple ciego: a nivel de la atribución aleatoria de tratamientos (mediante la función ALEAT del programa Excel, versión 2013); a nivel de la recolección de resultados (con un profesional capacitado para efectuar las mediciones sin conocimiento del tipo de tratamiento del paciente), y a nivel de los análisis estadísticos.

El protocolo del presente ensayo clínico fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso siguiendo las exigencias para los ensayos clínicos. La inclusión de cada AM en el estudio requirió un consentimiento informado individual evaluado y aprobado por la misma instancia.

Resultados

De los 50 AM que ingresaron al estudio, fueron evaluados hasta el final del tratamiento 19 AM pertenecientes al grupo control, y 21 AM pertenecientes al grupo experimental. La figura 1 muestra el diagrama de flujo: número y las razones de abandono en cada grupo. Las diferencias de tasas de abandono no fueron estadísticamente significativas (> 0.05).

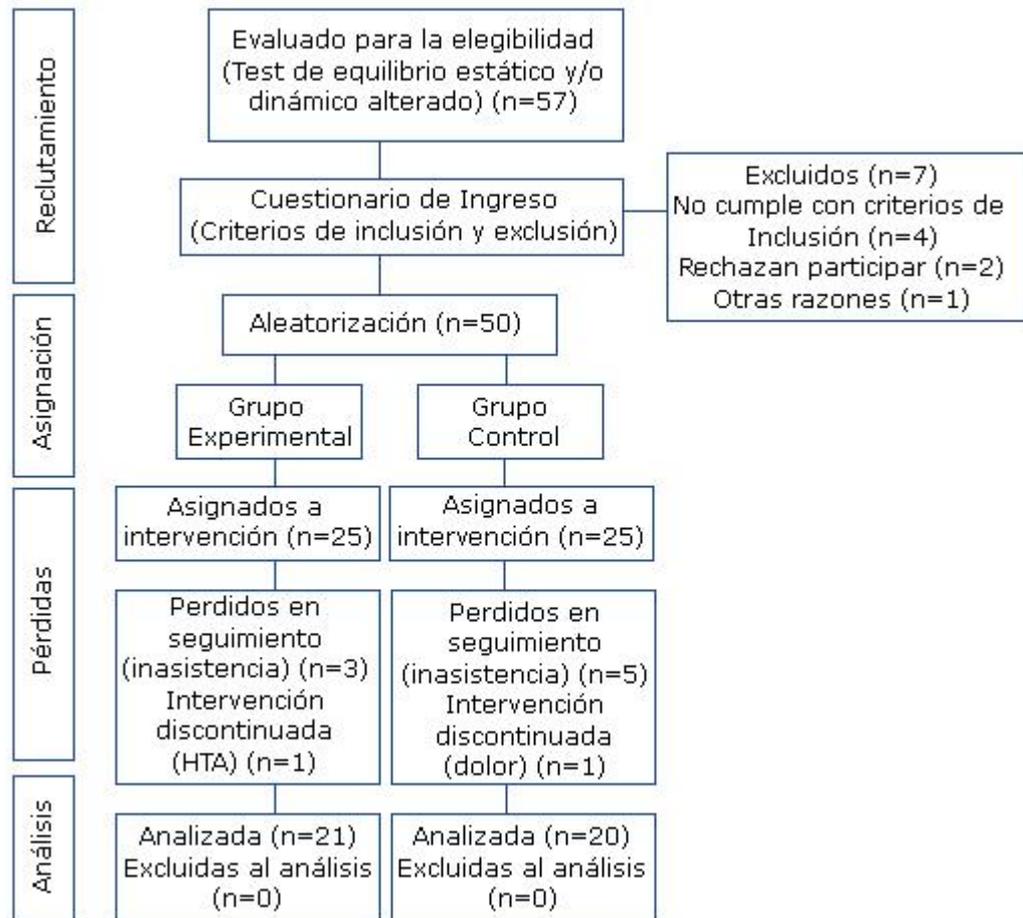


Fig. 1- Diagrama de flujo.

La comparación inicial entre ambos grupos respecto de las mediciones principales las mediciones secundarias y las covariables (Tabla 1) arrojó diferencias significativas respecto a los antecedentes de caídas durante el año que precede al estudio y presencia de alteración visual, ambas condiciones están mayormente presentes en el grupo experimental, por lo que la medida de eficacia fue ajustada por ambas.

Tabla 1- Comparación entre grupo control y grupo experimental según condiciones basales

| Grupo Control (n=25) | | | Grupo Experimental (n = 25) | | | Comparación de grupos (P-value)** |
|------------------------|-----------------------------|----|-----------------------------|-----------------------------|----|-----------------------------------|
| Variables demográficas | Media y Desviación estándar | % | Variables demográficas | Media y Desviación estándar | % | |
| Sexo: | Hombre 28 Mujer | 72 | Sexo: | Hombre 28 Mujer | 72 | P >0,05 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|----------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-----------------|
| Edad | 78,04 | 6,83 | | Edad | 75,9 | 5,58 | | |
| Variables biométricas | | | | Variables biométricas | | | | |
| Peso | 71,48 | 11,67 | | Peso | 70,28 | 13,07 | | |
| Estatura | 1,55 | 0,087 | | Estatura | 1,55 | 0,10 | | |
| IMC | 29,70 | 4,98 | | IMC | 29,37 | 5,42 | | |
| Covariables | | | | Covariables | | | | |
| Número de comorbilidades | 3 | 1 | | Número de comorbilidades | 3 | 1 | | |
| Número de medicamentos diarios | 4,24 | 2 | | Número de medicamentos diarios | 4,04 | 1,77 | | |
| Escala de dolor (0 a 10) | 2,88 | 2,88 | | Escala de dolor (0 a 10) | 3,16 | 3,47 | | |
| Total caídas 12 meses antes | 0,16 | 62 | | Total caídas 12 meses antes | 1,04 | 1,49 | | <i>P</i> <0,001 |
| Test Minimental | | | Normal: 84 Alterado 16 | Test Minimental | | | Normal: 96 Alterado: 4 | <i>P</i> >0,05 |
| Test Autovalencia | | | Con riesgo: 28 Sin riesgo: 72 | Test Autovalencia | | | Con riesgo: 32 Sin riesgo: 68 | |
| Covariables Categóricas | | | Sí... no... | Covariables Categóricas | | | Sí..... no | |
| Presencia de artrosis | | | 36 64 | Presencia de artrosis | | | 28 72 | |
| Actividad física >3 veces por semana | | | 76 24 | Actividad física >3 veces por semana | | | 78 12 | <i>P</i> >0,05 |
| Incapacidad labores diarias | | | 44 56 | Incapacidad labores diarias | | | 48 52 | |
| Debilidad muscular | | | 32 68 | Debilidad muscular | | | 28 72 | |
| Alteración auditiva | | | 76 24 | Alteración auditiva | | | 76 24 | |

| | | | | | | | | |
|-------------------------|--|--|----------|-------------------------|--|--|----------|------------|
| Alteración de la marcha | | | 32 68 | Alteración de la marcha | | | 48 52 | |
| Alteración visual | | | 76 24 | Alteración visual | | | 52 48 | $P < 0,01$ |

* Tests estadísticos para comparar ambos grupos: Fisher's exact; T de Student, ambos con umbral de significación: $P < 0,05$

Los resultados al segundo y tercer mes según tratamiento se muestran en la tabla 2. Desde el segundo mes se observa una mejoría significativa del equilibrio dinámico y del equilibrio estático del lado derecho con ambos tratamientos. El equilibrio estático izquierdo no mejora significativamente con el tratamiento experimental.

Tabla 2- Resultados principales y secundarios según momento de la medición y tratamiento

| Grupo control | | | | | | | Grupo experimental | | | | | | |
|------------------------|-------------------------------------|------|-------------------------------------|------|-------------------------------------|------|------------------------|-------------------------------------|------|-------------------------------------|------|-------------------------------------|------|
| Respuestas principales | Media y desviación n estándar basal | | Media y desviación n estándar mes 2 | | Media y desviación n estándar mes 3 | | Respuestas principales | Media y desviación n estándar basal | | Media y desviación n estándar mes 2 | | Media y desviación n estándar mes 3 | |
| TUG | 10,48 | 0,47 | 8,92 | 0,53 | 7,60 | 0,67 | TUG | 10,52 | 0,37 | 8,96 | 0,44 | 9,24 | 0,44 |
| EUD | 6,36 | 0,99 | 7,36 | 1,19 | 11,04 | 2,09 | EUD | 6,8 | 1,55 | 9,56 | 2,09 | 9,24 | 1,79 |
| EUI | 11,56 | 2,42 | 12,96 | 2,58 | 13,24 | 2,36 | EUI | 7,4 | 1,85 | 9,36 | 2,02 | 9,24 | 1,99 |
| Respuestas secundarias | | | | | | | Respuestas secundarias | | | | | | |
| FMD | 16,73 | 1,36 | 20,52 | 2,39 | 20,88 | 2,48 | FMD | 15,72 | 1,18 | 17,40 | 1,41 | 16,70 | 1,40 |
| FMI | 20,68 | 2,47 | 20,88 | 2,48 | 25,36 | 2,60 | FMI | 14,88 | 1,46 | 16,24 | 1,57 | 17,21 | 1,31 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|----------|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|----------|
| DMPD | 37,6 8 | 1,22 | 37,5 0 | 1,17 | 37,5 9 | 1,1 4 | DMPD | 36,4 8 | 1,17 | 36,5 7 | 1,22 | 36,5 8 | 1,1 8 |
| DMPI | 30,0 4 | 2,57 | 29,9 5 | 2,61 | 29,2 7 | 2,9 5 | DMPI | 36,3 0 | 1,11 | 36,4 8 | 1,16 | 36,2 | 1,1 9 |
| DMMD | 31,8 6 | 3,51 | 31,4 1 | 3,75 | 31,2 7 | 3,7 7 | DMMD | 40,7 4 | 1,22 | 40,7 4 | 1,23 | 40,8 | 1,2 4 |
| DMMI | 31,3 2 | 3,80 | 31,3 6 | 3,82 | 31,6 4 | 3,8 2 | DMMI | 40,9 6 | 1,27 | 41,0 0 | 1,24 | 40,7 | 1,2 5 |
| Potencia | 7,32 | 0,91 | 8,94 | 0,48 | 8,29 | 0,3 4 | Potencia | 9,30 | 0,46 | 8,17 | 0,25 | 8,30 | 0,2 1 |
| Dolor | 2,24 | 0,61 | 1,82 | 0,41 | 1,65 | 0,3 8 | Dolor | 3,13 | 0,72 | 1,82 | 0,38 | 2,61 | 0,49 |

Abreviaturas: TUG: Timed Up and Go; EUD: Estación Unipodal Derecha; EUI: Estación Unipodal Izquierda; FMD: Fuerza Muscular Derecha; FMI: Fuerza Muscular Izquierda; DMPD: Diámetro Muscular Pierna Derecha; DMPI: Diámetro Muscular Pierna Izquierda; DMMD: Diámetro Muscular Muslo Derecho; DMMI: Diámetro Muscular Muslo Izquierdo.

Respecto de los resultados secundarios, con el tratamiento convencional los diámetros de pierna y muslo derecho e izquierdo quedan sin variaciones al segundo y tercer mes. Si bien la potencia muscular mejora significativamente al segundo mes, el logro es mayor con el tratamiento experimental. El dolor disminuye al segundo mes, pero al tercer mes el dolor no presenta cambios significativos.

Con el tratamiento experimental, al segundo y tercer mes todos los parámetros mejoran, exceptuando la fuerza muscular del lado izquierdo (FMI) que no varía significativamente. Tiene influencia en este resultado la variable de confusión “alteración visual” (p -value 0,027) y caídas (p -value 0,015).

Finalmente, al comparar ambos tratamientos, solo difieren entre sí a los dos meses a nivel de la fuerza muscular derecha y la potencia muscular donde el tratamiento experimental entregó mejores resultados. Posteriormente, a los tres meses los tratamientos no difieren entre sí.

Evaluación de la medida de eficacia cruda y ajustada

Las tablas 3 y 4 muestran los resultados obtenidos en los parámetros principales y secundarios por el modelo lineal mixto crudo y ajustado. Se analiza el valor del coeficiente del modelo multinivel con primer nivel, la variable tratamiento y

segundo nivel, la variable tiempo. Un p -value $< 0,05$ indica una diferencia estadísticamente significativa de la eficacia entre tratamientos según parámetro. A nivel de los resultados principales o parámetros de equilibrio, los tratamientos no difieren en eficacia incluyendo los resultados de la medición del EUI al ajustar el modelo por antecedentes de caídas y alteraciones visuales. El factor tiempo (momento de la medición) contribuye significativamente con la eficacia en los resultados principales.

A nivel de los resultados secundarios, el tratamiento experimental es más eficaz que el tratamiento convencional para producir mejoría en los siguientes parámetros: DMPI, DMMD, DMMI, potencia muscular y alteración de la marcha. El tiempo de tratamiento no tuvo efecto en los cuatro diámetros estudiados (piernas y muslos), pero contribuye a una mayor eficacia en el aumento de la fuerza y potencia muscular, mejora la capacidad del adulto mayor para efectuar labores domésticas, disminuye las alteraciones de la marcha y la debilidad muscular.

Respecto de la adherencia al tratamiento, esta se puede estimar alta con 76 % de pacientes del grupo control y 84 % del grupo experimental que llegaron al final del tratamiento. Estas diferencias no son estadísticamente significativas.

Tabla 3- Evaluación de la eficacia cruda y ajustada en resultados principales

| Eficacia cruda | | | Eficacia ajustada | | |
|------------------------|------------------------|---------|------------------------|-----------------------|---------|
| Respuestas principales | Valor del coeficiente* | P-value | Respuestas principales | Valor del coeficiente | P-value |
| TUG | | | TUG | | |
| Efecto tratamiento | 0,573 | 0,267 | Efecto tratamiento | 0,472 | 0,638 |
| Efecto tiempo | -1,04 | 0,000 | Efecto tiempo | -1,04 | 0,000 |
| EUD | | | EUD | | |
| Efecto tratamiento | 0,28 | 0,899 | Efecto tratamiento | -0,911 | 0,819 |
| Efecto tiempo | 1,78 | 0,000 | Efecto tiempo | 1,76 | 0,000 |
| EUI | | | EUI | | |
| Efecto tratamiento | -3,92 | 0,198 | Efecto tratamiento | -4,42 | 0,422 |
| Efecto tiempo | 0,88 | 0,000 | Efecto tiempo | 0,625 | 0,146 |

Abreviaturas: TUG: Timed Up and Go; EUD: Estación Unipodal Derecha; EUI: Estación Unipodal Izquierda *Cuantía y sentido de la diferencia medida por el coeficiente del modelo multinivel (primer nivel la variable tratamiento y segundo nivel la variable tiempo). Un p -value < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa entre resultados.

Tabla 4- Evaluación de la eficacia cruda y ajustada en resultados secundarios

| Eficacia cruda | Coeficiente* | P-value | Eficacia ajustada | Coeficiente | P-value |
|--------------------|--------------|---------|--------------------|-------------|---------|
| FMD | | | FMD | | |
| Efecto tratamiento | -2,773 | 0,226 | Efecto tratamiento | -2,529 | 0,284 |
| Efecto tiempo | 1,28 | 0,002 | Efecto tiempo | 1,28 | 0,002 |
| FMI | | | FMI | | |
| Efecto tratamiento | -5,652 | 0,051 | Efecto tratamiento | -5,796 | 0,053 |
| Efecto tiempo | 0,750 | 0,000 | Efecto tiempo | 0,749 | 0,000 |
| DMPD | | | DMPD | | |
| Efecto tratamiento | -1,054 | 0,518 | Efecto tratamiento | -1,351 | 0,438 |
| Efecto tiempo | 3,75 | 1,000 | Efecto tiempo | -3,93 | 1,000 |
| DMPI | | | DMPI | | |
| Efecto tratamiento | 6,576 | 0,020 | Efecto tratamiento | 7,733 | 0,010 |
| Efecto tiempo | -0,211 | 0,076 | Efecto tiempo | -0,211 | -0,076 |
| DMMD | | | DMMD | | |
| Efecto tratamiento | 9,253 | 0,013 | Efecto tratamiento | 10,169 | 0,010 |
| Efecto tiempo | -0,122 | 0,077 | Efecto tiempo | -0,122 | 0,077 |
| DMMI | | | DMMI | | |
| Efecto tratamiento | 9,459 | 0,014 | Efecto tratamiento | 10,473 | 0,011 |
| Efecto tiempo | 0,022 | 0,637 | Efecto tiempo | 0,022 | 0,637 |
| Potencia | | | Potencia | | |
| Efecto tratamiento | 1,619 | 0,055 | Efecto tratamiento | 1,886 | 0,036 |
| Efecto tiempo | -0,455 | 0,000 | Efecto tiempo | -0,455 | 0,000 |
| Dolor | | | Dolor | | |
| Efecto tratamiento | 0,620 | 0,349 | Efecto tratamiento | -0,113 | 0,867 |
| Efecto tiempo | -0,275 | 0,070 | Efecto tiempo | -0,275 | 0,070 |
| Incapacidad A.D. | | | Incapacidad A.D. | | |
| Efecto tratamiento | 0,283 | 0,611 | Efecto tratamiento | 0,656 | 0,289 |
| Efecto tiempo | -0,480 | 0,003 | Efecto tiempo | -0,499 | 0,003 |
| Alteración marcha | | | Alteración marcha | | |
| Efecto tratamiento | -1,579 | 0,005 | Efecto tratamiento | -1,344 | 0,026 |
| Efecto tiempo | -1,315 | 0,000 | Efecto tiempo | -1,324 | 0,000 |
| Debilidad muscular | | | Debilidad muscular | | |

| | | | | | |
|--------------------|--------|-------|--------------------|--------|-------|
| Efecto tratamiento | -0,024 | 0,961 | Efecto tratamiento | 0,027 | 0,960 |
| Efecto tiempo | -1,450 | 0,000 | Efecto tiempo | -1,452 | 0,000 |

FMD: Fuerza Muscular Derecha; FMI: Fuerza Muscular Izquierda; DPD: Diámetro Pierna Derecha; DPI: Diámetro Pierna Izquierda; DMD: Diámetro Muslo Derecho; DMI: Diámetro Muslo Izquierdo; POT.MUSC: Potencia Muscular; INCAPACIDAD A.D.: dificultad para efectuar labores cotidianas.

*Cuantía y sentido de la diferencia medida por el coeficiente del modelo multinivel (primer nivel la variable tratamiento y segundo nivel la variable tiempo). Un P -value $< 0,05$ indica una diferencia estadísticamente significativa entre resultados.

Discusión

Los resultados obtenidos con el PKFM sugieren la estrecha relación entre los ejercicios de potencia y de equilibrio dinámico en los sujetos en estudio, y son estas las capacidades esenciales en el acto fluido de la marcha y en la prevención de caídas.

Los resultados muestran la importancia del factor tiempo en este tipo de tratamientos y los parámetros podrían continuar mejorando al prolongar el tiempo de tratamiento más allá de los tres meses. Se pueden esperar modificaciones significativas de los diámetros de pierna y muslo no observadas en este estudio. La literatura señala que se requiere mayor tiempo de intervención para lograr cambios en dichos parámetros.^(6,15,18,26)

Al considerar la presencia de AM con antecedentes de alteración visual y caídas o aquellos que presentan desventajas que pueden traducirse en menores probabilidades de mejoría, la metodología del PKFM con mayor duración también sería recomendable.

Desde una perspectiva integral, el programa experimental evaluado se compone de exigencias progresivas y adaptadas para adultos mayores con algunos beneficios observables a partir de un tiempo relativamente corto de ejercitación. El enfoque educativo, de fácil comprensión, tutorial y a la vez participativo del PKFM, podría fomentar potencialidades tales como la autonomía y el compromiso de este grupo etario, más allá de su estatus de usuario o de consultante del centro de salud.

Los participantes en este estudio presentaron características demográficas, socioeconómicas y de morbilidad similares a la población adulta mayor que se atiende en centros de salud del nivel primario de atención en Chile.⁽²⁷⁾ Esta

población usuaria representa a más del 80 % de la población adulta mayor del país.

En conclusión, ambos tratamientos son eficaces para mejorar los parámetros de equilibrio, pero el tratamiento experimental (PKFM) es más eficaz para mejorar parámetros de potencia muscular produciendo aumento significativo de diámetros en extremidades inferiores. El programa evaluado se puede proponer para prevención de caídas en adultos mayores con alteración del equilibrio.

Agradecimientos

Al Prof. Gabriel Cavada Chacón de la Universidad de Chile, por su valioso apoyo bioestadístico en modelos multinivel.

Referencias Bibliográficas

1. Ministerio de salud. Departamento de epidemiología. Encuesta nacional de salud. ENS. Chile 2016-2017. Gobierno de Chile. Noviembre 2017 [acceso: 30/03/2021]. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf
2. Ministerio de desarrollo social y familia. Gobierno de Chile. Informe de Desarrollo Social. Diciembre 2014. 2015 [acceso: 30/03/2021]. Disponible en: https://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/storage/docs/Informe_de_Desarrollo_Social_2014.pdf
3. Acuña E, Perez JC, Villalón J, Villalón G. Chile: Proyecciones y estimaciones de población 1990-2020. Instituto nacional de estadísticas; 2016 [acceso: 30/03/2021]. Disponible en: <https://research.csiro.au/gestionrapel/wp-content/uploads/sites/79/2016/11/CHILE-Proyecciones-y-Estimaciones-de-Poblaci%C3%B3n-por-Sexo-y-Edad.-1990-2020.pdf>
4. Fernandez B, Herrera MS, Valenzuela E, Edwards G, Gonzalez JA, Irarrazabal I, *et al.* Chile y sus mayores, 10 años de la Encuesta de calidad de vida en la vejez. UC. Caja Los Andes. 2017 [acceso: 30/03/2021]. Disponible en: <http://www.adultomayor.uc.cl>.

5. Ministerio de Planificación, Gobierno de Chile. Diagnóstico de la situación económica y social de los adultos mayores. 2017 [acceso: 30/03/2021]. Disponible en: <http://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/pdf/upload/IDS2017.pdf>
6. Adolfo S, Franco A, Alonso F, Villada P. Envejecimiento, masa muscular y entrenamiento de la fuerza, una revisión. *Lúdica pedagógica*. 2014;19(19):47-5.
7. Kumar A, Delbaere K, Carpenter H. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2016;45(3):345-52.
8. Parra L, Stella N, Contreras K, Castro A. Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2012;38(4):562-80.
9. Frontera W R, Miljkovic N, Young Lim J. Aging of skeletal muscle Fibers: *Ann Rehabil Med*. 2015;39(2):155-62.
10. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer J, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, *et al*. Sarcopenia: Consenso Europeo sobre su Definición y Diagnóstico Informe del Grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada. *Age and Ageing*. 2010;39:412-23.
11. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, *et al*. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. 2018;48(1):16-31.
12. Miljkovic N, Lim J, Miljkovic I, Frontera WR. Aging of skeletal muscle fibers. *Ann Rehabil Med*. 2015;39(2):155-62.
13. Tello T, Varela L. Fragilidad en el adulto mayor: detección, intervención en la comunidad y toma de decisiones en el manejo de enfermedades crónicas. *Rev. perú. med. exp. salud pública*. 2016;2(33):328-34.
14. Papa E, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clin Interv Aging*. 2017;12:955-61.
15. Steib S, Schoene DPK. Dose response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sport Exerc*. 2010;42:902-14.
16. Giallauria F, Cittadini A, Smart NA, Vigorito C. Resistance training and sarcopenia. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2016;84(1-2):738.
17. Straight C, Lindheimer J, Brady A, Dishman R, Evans E. Effects of resistance training on lower-extremity muscle power in middle-aged and older adults: A

systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med.* 2016;46(3):353-64.

18. Peterson M, Rhea M, Sen A. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2010;9:226-58.

19. Subsecretaria de Salud Pública. División de control de enfermedades. Programa de salud del adulto mayor. Manual de aplicación del examen de medicina preventiva del adulto mayor. 2da ed. 2013 [acceso: 30/03/2021]. Disponible en:

<https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/PDF%20Examen%20de%20Medicina%20Preventiva%20del%20Adulto%20Mayor.pdf>

20. Muñoz C, Rojas P, Manzuca-Nassr G. Criterios de valoración geriátrica integral en adultos mayores con dependencia moderada y severa en centros de atención primaria en Chile. *Rev. Med Chile.* 2015;143(5):612-8.

21. André Z, Gómez A. Factores de riesgo de caídas en ancianos: Revisión sistemática. *Rev Saúde Pública.* 2008;42(5):946-56.

22. Manterola C, Otzen T. Estudios experimentales. Primera parte. El ensayo clínico. *Int. J, Morphol.* 2015;33(1):342-9.

23. Cortés J, González J, Rufino H, Riba L, Cobo E. Estadística para no estadísticos. Tamaño muestral. Universidad Politécnica de Cataluña. 2014 [acceso: 30/03/2021]. Disponible en:

http://www.ub.edu/ceea/sites/all/themes/ub/documents/Tamano_muestral.pdf

24. Programa de salud del adulto mayor. Manual de Prevención de Caídas del Adulto Mayor. Lopez R, Mancilla E, Villalobos A, Herrera P. Primera edición. Diciembre 2010 [acceso: 30/03/2021]. Disponible en:

<https://www.minsal.cl/portal/url/item/ab1f8c5957eb9d59e04001011e016ad7.pdf>

25. Eladio Mancilla S, José Valenzuela H, Máximo Escobar C. Rendimiento en las pruebas timed up and go y estación unipodal en adultos mayores chilenos entre 60 y 89 años. *Rev Med Chile.* 2015;143:39-46.

26. Buch A, Kis O, Carmeli E, Keinan-Boker L, Berner Y, Barer Y, *et al.* Circuit resistance training is an effective means to enhance muscle strength

in older and middle aged adults: A systematic review and meta-analysis. Ageing Res Rev. 2017;37:16-27.

27. Tapia C, Iturra V, Valdivia Y, Varela H, Jorquera M, Carmona A. Estado de Salud y Autoeficacia en Adultos Mayores Usuarios de Atención Primaria en Salud. Cienc. enferm. 2017;23(3):35-45. [acceso: 30/03/2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532017000300035&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener conflictos de interés para efectos del presente estudio.

Contribuciones de los autores

María Alejandra Labraña: Formulación del estudio, redacción del manuscrito, organización y supervisión de los programas kinésicos, control de calidad de los datos, revisión de la bibliografía.

Paulina López Orellana: Definiciones metodológicas y de control de sesgos, análisis estadísticos e interpretación de resultados, co-redactora del manuscrito.