



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
"Luis Guillermo Ibarra Ibarra"
ESPECIALIDAD EN:

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

"Efectos de un programa de entrenamiento de ejercicios de fortalecimiento muscular y equilibrio sobre la incidencia de caídas en mujeres con osteoporosis."

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
MEDICINA DE REHABILITACIÓN
PRESENTA:

ADRIÁN ALBERTO SÁNCHEZ MACÍAS

PROFESOR TITULAR:
DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS

TUTOR DE TESIS:
DR. RAFAEL ZEPEDA MORA

ASESORES:
DR. SALVADOR ISRAEL MACÍAS HERNÁNDEZ



Ciudad de México

Febrero 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD

DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO

DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS
PROFESOR TITULAR

DR. RAFAEL ZEPEDA MORA
TUTOR DE TESIS

DR. SALVADOR ISRAEL MACÍAS HERNÁNDEZ
ASESOR DE TESIS

ÍNDICE

I.	RESUMEN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
III.	ANTECEDENTES.....	4
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
V.	JUSTIFICACIÓN.....	16
VI.	HIPOTESIS.....	17
	a. Hipótesis nula	
	b. Hipótesis alterna	
VII.	OBJETIVOS.....	18
	a. Objetivo principal	
	b. Objetivos secundarios	
VIII.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
	a. Tipo de estudio	
	b. Descripción del universo de trabajo	
	c. Criterios de inclusión	
	d. Criterios de exclusión	
	e. Criterios de eliminación	
	f. Variables	
	g. Análisis estadístico	
	h. Descripción de los procedimientos	
IX.	RESULTADOS.....	28

X.	DISCUSIÓN.....	30
XI.	CONCLUSIONES.....	33
XII.	REFERENCIAS.....	34
XIII.	ANEXOS.....	37

Efectos de un programa de entrenamiento de ejercicios de fortalecimiento muscular y equilibrio sobre la incidencia de caídas en mujeres con osteoporosis.

I. RESUMEN

Introducción: La osteoporosis es una enfermedad grave, internacionalmente reconocida, cuyo impacto ha sido comparado con otras enfermedades crónicas como la diabetes, hipertensión, el cáncer de mama o próstata. México se enfrenta a una transición epidemiológica con un número creciente de personas de edad avanzada; debido a que la osteoporosis es una enfermedad asociada con el envejecimiento, y a que las caídas son la primera causa de fracturas en esta población, se espera que el número de fracturas osteoporóticas aumenten en consecuencia, por lo que se vuelve relevante encontrar medidas enfocadas a disminuir la incidencia de caídas y por ende las fracturas. Se ha reportado en la literatura el efecto benéfico del ejercicio en la disminución en el riesgo de caídas y fracturas a través de programas enfocados a mejorar el equilibrio y la fuerza muscular; sin embargo, se desconoce el efecto global que un programa multimodal que incluya ejercicios de equilibrio y fortalecimiento muscular de tronco y miembros pélvicos pueda tener sobre el riesgo y la incidencia de caídas y fracturas en adultos mayores con osteoporosis. **Objetivo:** Comparar la incidencia de caídas posterior a un programa de ejercicios de equilibrio y fortalecimiento muscular progresivo de tronco y miembros pélvicos con un programa de ejercicios de equilibrio y corrección postural a un año de seguimiento en mujeres entre 60 y 80 años con diagnóstico de osteoporosis. **Material y Métodos:** Se realizó un ensayo clínico controlado, ciego sencillo con mujeres entre 60 y 80 años con diagnóstico de osteoporosis atendidas en la Clínica de Osteoporosis del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Se aleatorizaron en uno de dos grupos. Grupo control: Terapia física en casa enfocada en equilibrio y corrección postural sin progresión del ejercicio. Grupo experimental: Terapia física institucional con nueve sesiones enfocados en equilibrio, fortalecimiento muscular de miembros pélvicos y tronco más citas de seguimiento para progresar en dificultad el ejercicio. Se aplicaron pruebas estadísticas para determinar la diferencia en la incidencia de caídas mediante un análisis de supervivencia de riesgos proporcionales (regresión de Cox) con el paquete estadístico STATA V13. **Resultados:** Se incluyeron 52 participantes, 28 grupo experimental y 24 grupo control de una edad promedio de 67.8 ± 5.46 años. La incidencia de

caídas fue del 46.42% para el grupo experimental y 54.16% grupo control. Se obtuvo una disminución no significativa del 12% en la incidencia de caídas en el grupo experimental (HR 0.88, 95% CI 0.412-1.88, P= 0.746) y del 29% en pacientes con buen apego (HR 0.71, 95% CI 0.26-1.96, P= 0.52). La mejoría en la fuerza de glúteo medio y cuádriceps se asoció con una disminución significativa en la incidencia de caídas una vez ajustado por el grupo de intervención (HR glúteo medio 0.31, 95% CI 0.11-0.83, P= 0.02; HR cuádriceps 0.37, 95% CI 0.15-0.93, P=0.035). El 83.33 % de los participantes del grupo control y el 79.16% del grupo experimental tuvieron un apego mayor del 80%. **Conclusiones:** No se encontró una reducción significativa en la incidencia de caídas con la aplicación de un programa de ejercicio multimodal en mujeres entre 60 y 80 años con diagnóstico de osteoporosis al ser comparado con un programa control de ejercicio en casa.

II. MARCO TEÓRICO

Osteoporosis

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la osteoporosis como: “Una enfermedad esquelética sistémica caracterizada por masa ósea disminuida y deterioro micro arquitectónico del tejido óseo, con aumento de la fragilidad ósea y la susceptibilidad a una fractura”. [Kanis 1994]

Para propósitos de la clasificación de la enfermedad, se utilizan universalmente los valores de densidad mineral ósea (DMO) mediante DXA, clasificándose como un score T < a -2.5 desviaciones estándar (DS) por debajo del pico normal de masa ósea en mujeres caucásicas jóvenes. [Kanis 1994]

Epidemiología de la Osteoporosis

La prevalencia de osteoporosis en México en población general mayor de 50 años es de 17% en mujeres y 9% de hombres en columna lumbar, y de 16% y 6%, respectivamente, en cuello femoral. Se estima que 1 de cada 12 mujeres y 1 de cada 20 hombres mexicanos mayores de 50 años sufrirán alguna fractura de cadera asociada con osteoporosis. El número total de casos de fractura de cadera fue de 21,000 en el año 2005, se espera que alcance 110,055 en el año 2050. Esto generará altos costos en el sistema nacional de salud pues el costo directo total de las fracturas de cadera estimado para 2006 en base a su incidencia anual proyectada en México fue de más de US \$ 97 millones. [Clark 2010]

Epidemiología de Caídas

La OMS define como caídas a los sucesos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en el suelo o en otra superficie firme que lo detenga. Las caídas ocurren en un 30%-60% de la población de adultos mayores, y 10-20% de estas resultan en lesiones, hospitalización y/o muerte [Rubenstein 2006]. En la región de las américas (países latinos/caribe) se estima que del 21.6%-34% de la población mayor presenta al menos una caída anual [Reyes-Ortiz 2005]. El centro de control y prevención de enfermedades de estados unidos reporto un incremento en la tasa de mortalidad del 31% secundario a caídas durante el 2007 a 2016. Si esta tendencia

continúa se espera que incremente la carga de discapacidad, económica y mortalidad, ocasionando estragos importantes en los sistemas de salud a nivel mundial. [Burns 2018].

III. ANTECEDENTES

Varios estudios han descrito el efecto benéfico del ejercicio para disminuir la incidencia de caídas y fracturas en población adulta mayor y/o con osteoporosis. Las modalidades de ejercicio que han sido más descritas en la literatura son los ejercicios de fortalecimiento muscular de miembros pélvicos con resistencia progresiva y los ejercicios de equilibrio, con algunos estudios que consideran a los ejercicios de fortalecimiento del tronco.

Un meta-análisis llevado a cabo por Moreland y colaboradores 2004, pretendía evaluar la evidencia de debilidad muscular como factor de riesgo de caídas en adultos mayores. Encontraron que la debilidad de las extremidades inferiores, presenta un OR combinado de 1.76 (intervalo de confianza (IC) del 95% = 1.31-2.37) para cualquier caída y 3.06 (IC del 95% = 1.86-5.04) para caídas recurrentes. Para la debilidad de extremidades superiores, la OR combinada fue de 1.53 (IC del 95% = 1.01-2.32) para cualquier caída y de 1.41 (IC del 95% = 1.25-1.59) para caídas recurrentes. Por lo que sugieren que la fuerza muscular debe ser uno de los factores que se evalúe y trate en adultos mayores con riesgo de caídas, principalmente la de aquellos músculos que favorecen la bipedestación. [Moreland 2004] Sin embargo, se ha reportado una evidencia insuficiente y/o contradictoria en cuanto a su eficacia para mejorar el equilibrio y/o prevenir caídas, ya que de 29 ensayos clínicos que estudiaron la mejora en el equilibrio solo 14 encontraron mejorías significativas y de los 8 estudios que evaluaron la incidencia de caídas se encontró en todos ellos falta de potencia estadística con una tendencia constante a reducir la incidencia de caídas, por lo que se necesitan más ensayos clínicos. [Benichou 2016, Orr 2008].

Una revisión sistemática llevada a cabo por Zhao y colaboradores 2015, encontró que los programas de fortalecimiento muscular por medio de ejercicios con resistencia progresiva cuando se combinaban con otras modalidades (ejercicios de impacto, equilibrio, etc.) presentaban un incremento significativo en la densidad mineral ósea de cadera y columna en pacientes con osteoporosis, sin embargo no evaluaron la correlación con la disminución en el riesgo de caídas o fracturas, desenlaces con mayor impacto en la clínica. [Zhao 2015]

El efecto de los ejercicios de equilibrio en la reducción de caídas en adultos mayores en la comunidad fue evaluado por Sherrington y colaboradores 2016, a través de un meta-análisis que incluyó 88 ensayos con 19 478 participantes; se encontró que este tipo de ejercicio reduce la tasa de caídas en un 21% (proporción de la tasa agrupada de 0.79, IC del 95%: 0.73 a 0,85, $p < 0.001$, I² 47%, 69 comparaciones) con mayores efectos observados en los programas de ejercicios con mayor desafío del equilibrio que involucran 3 o más horas por semana de ejercicio (una reducción del 39% en las caídas, tasa de incidencia 0.61, IC del 95%: 0.53 a 0.72, $p < 0.001$). [Sherrington 2016]

La literatura ha mencionado, además, la importancia de la fuerza muscular del tronco (FMT) para el éxito en las actividades deportivas y cotidianas. Como consecuencia, ha habido un incremento en el interés por comprender el concepto general del core. Funcionalmente, el core es un enlace cinético que facilita la transferencia de momentos de torque y angulares entre las extremidades superiores e inferiores durante la ejecución de movimientos corporales como parte de las habilidades deportivas, las habilidades ocupacionales, las actividades de fitness y las actividades de la vida diaria. Anatómicamente, el core se puede describir como una caja muscular conformada por los abdominales en la parte delantera, paraespinales y glúteos en la espalda, el diafragma como el techo y el suelo pélvico y la musculatura de la cintura pélvica como la base. [Gringmuth 2000] Una revisión sistemática tuvo como parte de sus objetivos analizar el efecto de los ejercicios de fortalecimiento del core en la mejora del equilibrio y disminución en la incidencia de caídas en adultos mayores, concluyen que existe un apoyo indirecto de que estos ejercicios tienen el potencial para reducir el número de caídas en adultos mayores y que en comparación con el entrenamiento de fuerza tradicional, tienen un efecto más pronunciado en relación al equilibrio y la movilidad en los adultos mayores, por lo que sugieren usarlos como un complemento o incluso una alternativa a los programas de equilibrio tradicional y / o de entrenamiento de resistencia para adultos mayores. [Granacher 2013]

Se ha reportado, además, que las intervenciones con ejercicio probablemente influyan en factores psicológicos como el miedo a caer [Kendrick 2014], que ha demostrado ser un buen predictor de caídas en población geriátrica [Landers 2016], sin embargo, la mayoría carecen de

buena calidad metodológica y evidencia, por lo que se sugiere realizar más estudios al respecto. [Kendrick 2014]

Un meta-análisis en 2019 evaluó el efecto del ejercicio a largo plazo sobre el riesgo de caídas y fracturas en adultos mayores. Cuarenta y seis estudios (22 709 participantes) se incluyeron en la revisión y 40 (21 868 participantes) en los meta-análisis (edad media 73,1; 66,3% mujeres). Se reportó que el ejercicio más utilizado fue un entrenamiento multicomponente (p. Ej. Aeróbico más fuerza más equilibrio); la frecuencia media fue de 3 veces por semana, aproximadamente 50 minutos por sesión, a una intensidad moderada. El ejercicio disminuyó significativamente el riesgo de caídas (n = 20 ensayos; 4420 participantes; RR, 0,88; IC del 95%, 0,79-0,98) y tuvo una tendencia a reducir el riesgo de fracturas (19 ensayos; 8410 participantes; RR: 0,84; IC del 95%: 0,71 a 1,00; P = .05). Realizaron metarregresiones sobre caídas donde sugieren que 2 a 3 veces por semana sería la frecuencia óptima del ejercicio. Se concluye que el ejercicio a largo plazo se asocia con una reducción de caídas y probablemente fracturas en adultos mayores. [De Souto Barreto 2019]. A continuación, se describe una tabla con los principales ensayos clínicos que han utilizado el ejercicio multicomponente (Con 2 o más modalidades de ejercicio) para valorar el riesgo de caídas, obtenido a partir de las revisiones hechas por Sherrington en 2016 y de souto Barreto en 2019.

Tabla 1. Ensayos clínicos que han utilizado un programa de ejercicio multicomponente para reducir el riesgo de caídas en adultos mayores de la comunidad.					
Estudio (País)	Participantes, tamaño de muestra, pérdidas	Ejercicio de intervención	Frecuencia, tiempo, duración, intensidad y apego al ejercicio	Grupo control	Tamaño del efecto
Barnett et al, 2003 (Australia)	N= 163; Media de edad 75 años; 67% mujeres. Grupo de intervención = 83; Grupo control= 80. Pérdidas: 8.4% intervención y 7.5% control.	Estiramiento de miembros pélvicos + Ejercicios funcionales + Equilibrio y coordinación (Ejercicios modificados de Tai Chi) + Fortalecimiento con uso del peso	Ejercicio supervisado grupal 6 a 18 integrantes. Frecuencia: 1 x semana x 1 año (total 37 clases). Duración: 1 hora de entrenamiento con 5-10 minutos de calentamiento y enfriamiento. Intensidad: Complejidad, velocidad del ejercicio y	Educación sobre prevención de caídas.	RR 0.71 (0.49-1.04) IRR: 0.60, IC 95% 0.36-0.99) Caídas x persona x año: Grupo de intervención: 0.605 vs

		<p>corporal y bandas de resistencia para extremidades superiores e inferiores + Actividad aeróbica.</p> <p>Programa en casa basado en el contenido de la clase.</p> <p>Educación sobre prevención de caídas.</p>	<p>resistencia de las bandas se incrementaron constantemente.</p> <p>Apego: Mediana de asistencia 23 clases, 91% ejercicio al menos 1 vez por semana y 13% diariamente.</p>		0.946 grupo control
<p>Buchner et al, 1997 (EUA)</p>	<p>N=105; Rango de edad 68 a 85 años; 51% mujeres.</p> <p>Grupo de resistencia = 25; fuerza =25; fuerza y resistencia =25; grupo control =30.</p> <p>Pérdidas: 19% de grupos de intervención y 3% del control.</p>	<p>Grupo de fuerza: Fortalecimiento con aparatos a extremidades inferiores, superiores y tronco.</p> <p>Grupo de resistencia: Bicicleta fija.</p> <p>Grupo de fuerza y resistencia: Fortalecimiento + bicicleta fija.</p>	<p>Ejercicio supervisado, seguido de ejercicio en casa.</p> <p>Frecuencia: 3 veces x semana x 24 a 26 semanas.</p> <p>Duración: 1 hora</p> <p>Intensidad:</p> <p>Fuerza: 2 series de 10 repeticiones la primera al 50-60% de la RM y la segunda al 75% de la RM.</p> <p>Resistencia: 30-35 minutos al 75% de la FCM con 10 a 15' de calentamiento y 5-10' de enfriamiento.</p> <p>Fuerza y resistencia: 30-35 minutos al 75% de la FCM con 10 a 15' de calentamiento y 5-10' de enfriamiento.</p> <p>Apego: No se reporta.</p>	<p>Mantuvo su actividad física habitual.</p>	<p>RR= 0.61 (IC 95% 0.39-0.93).</p> <p>HR=0.53 (IC 95% 0.30-0.91).</p> <p>Nota: No se separa el efecto de cada grupo de intervención en relación al grupo control.</p>
<p>Bunout et al, 2005 (Chile)</p>	<p>N=298; Rango de edad 75 +/- 5 años; 71% mujeres.</p> <p>Grupo intervención = 111; Grupo control = 130.</p> <p>Pérdidas: 18% del total.</p>	<p>Ejercicios de fortalecimiento con Thera Bands + ejercicios funcionales + caminata + estiramientos de brazos con Thera-Bands.</p>	<p>Ejercicio supervisado.</p> <p>Frecuencia: 2 veces x semana x 1 año.</p> <p>Duración: 1 hora. Caminata 15 minutos antes y después del entrenamiento de resistencia; Ejercicios de resistencia y funcionales 5-10 series de 10 repeticiones; Estiramiento: 6 series 15 repeticiones.</p>	<p>No se reporta intervención para el grupo control.</p>	<p>RR= 1.22 (IC 95% 0.74-2.01)</p>

			<p>Intensidad: Progresión basada en cambios en la escala de Borg (≥ 8 indicó un mayor nivel de dificultad).</p> <p>Apego: $52 \pm 24\%$.</p>		
<p>Campbell et al, 1997</p> <p>(Nueva Zelanda)</p>	<p>N= 233; Mujeres mayores de 80 años, media de 84.1 años.</p> <p>Grupo de intervención = 116; Grupo control = 117.</p> <p>Pérdidas: No se reportan.</p>	<p>Ejercicios de fortalecimiento con pesas en tobillo (0.5 y 1 kg) para miembros pélvicos + ejercicios funcionales + ejercicios de movilidad activa + caminata</p>	<p>Ejercicio supervisado por terapeuta 4 veces en los primeros 2 meses.</p> <p>Frecuencia: Fortalecimiento al menos 3 veces x semana + caminata fuera de casa al menos 3 veces x semana por 11.6 meses para el control y 11.3 para el de intervención.</p> <p>Intensidad: moderada</p> <p>Duración: 30 minutos</p> <p>Apego: 42% completaron el ejercicio al menos 3 veces x semana.</p>	<p>No se reporta intervención para el grupo control.</p>	<p>RR=0.86 (IC 95% 0.66-1.12).</p> <p>HR = 0.68 (IC 95% 0.52-0.90)</p>
<p>Clemson et al, 2010</p> <p>(Australia)</p>	<p>N= 34; Edad ≥ 70 años (media 82) con antecedente de 2 caídas previas o 1 caída con lesión; 47% mujeres.</p> <p>Grupo intervención = 18; Grupo control = 16.</p> <p>Pérdidas: 5.5% grupo intervención y 25% control.</p>	<p>Programa LiFE (Ejercicio Funcional Integrado de Estilo de Vida): Ejercicios de planificación de acciones + reforma de hábitos + entrenamiento físico (equilibrio y fortalecimiento muscular de miembros pélvicos).</p>	<p>Ejercicio supervisado y en casa con 5 visitas domiciliarias + 2 de refuerzo durante los primeros 3 meses.</p> <p>Frecuencia: Más de 3 días x semana x 6 meses</p> <p>Duración: No se reporta.</p> <p>Intensidad: No se reporta.</p> <p>Apego: No se reporta</p>	<p>No se reporta intervención para el grupo control.</p>	<p>RR=0.21 (IC 95% 0.06-0.70)</p>
<p>Clemson et al, 2012, LiFE</p> <p>(Australia y Nueva Zelanda)</p>	<p>N= 317; Edad ≥ 70 años (media 83.4) con antecedente de 2 caídas previas o 1 caída con lesión; 55% mujeres.</p> <p>Grupo de Ejercicios LiFE =</p>	<p>Enfoque de ejercicio funcional integrado de estilo de vida LiFE</p> <p>Programa estructurado: 7 ejercicios de</p>	<p>Ejercicio supervisado y en casa, grupo LiFE y ejercicio estructurado recibieron 5 sesiones con 2 visitas de refuerzo y 2 llamadas telefónicas.</p> <p>Frecuencia: 3 veces por semana x 12 meses.</p>	<p>Ejercicio simulado: Ejercicios suaves y de flexibilidad.</p> <p>Recibieron tres visitas domiciliarias y seis</p>	<p>IRR grupo LiFE vs control = 0.69 (IC 95% 0.48 - 0.99).</p> <p>IRR programa estructurado vs control =</p>

	107; programa estructurado = 105; grupo control = 105. Pérdidas 18% ejercicios LiFE, 21% programa estructurado y 18% grupo control.	equilibrio y 6 de fuerza de extremidades inferiores con pesas en tobillos.	Duración: No se reporta Intensidad: No se reporta Apego: Mala adherencia en 7% del programa LiFE, 19% del programa estructurado y 11% del control.	llamadas telefónicas para supervisión del ejercicio.	0.81 (IC 95% 0.56-1.17) Caídas x persona x año: grupo LiFE 1.66 vs programa estructurado 1.90 vs grupo control 2.28
El Khoury et al, 2015 (Francia)	N=706; Mujeres de 75 a 85 años (media de 79.7) con capacidades de equilibrio y marcha disminuidas. Grupo de intervención = 352; Grupo control = 354. Pérdidas: 16.5% grupo de intervención y 13.6% grupo control	Ejercicios de estabilidad postural + estiramiento + equilibrio + ejercicios para mejorar tiempo de reacción + coordinación + fortalecimiento muscular crítico para la postura y el equilibrio + propiocepción. Los ejercicios en el hogar se seleccionaron de los practicados con el grupo y el instructor los adaptó a las habilidades físicas de cada participante.	Ejercicio supervisado grupal Frecuencia 1 vez x semana supervisado + al menos 1 vez x semana en casa por 2 años Duración: 1 hora Seguimiento: 2 años. Intensidad: Se progresó de forma individualizada (no se explica la metodología de progresión). Apego: La mediana de sesiones grupales realizadas fue de 53.	Folletos sobre prevención de caídas en las que se discutía la importancia de la actividad física, dieta equilibrada, y suplementos de vitamina D y sugerencias para evaluar peligros en el hogar.	RR= 0.86 (IC 95% 0.75-0.97) HR=0.88 (IC 95% 0.77- 1)
Gianoudis et al, 2014 (Australia)	N=162; Edad \geq 60 años (media 67); 73.5% mujeres. Grupo intervención = 81; Grupo control = 81. Pérdidas: 6.2% grupo de intervención y 8.6% grupo control.	Entrenamiento multimodal de 4 componentes: 1) Ejercicios de prevención de caídas con resistencia progresiva (ERP) de alta velocidad (AV) con aparatos, poleas y/o pesas + ejercicios de equilibrio + ejercicios de impacto	Ejercicios supervisados Frecuencia: 3 veces x semana x 12 meses. Duración: No se reporta. Intensidad: ERP-AV 2 series de 12-15 repeticiones al 40-60% de la RM o Borg 3-4, por 4 semanas, posteriormente 8-12 repeticiones con Borg 5 a 8. Ejercicios de equilibrio: 2 desafiantes por sesión por 30 segundos. Ejercicios de impacto moderado con 60-180 impactos por sesión. La progresión se realizó en 5 fases	Atención habitual + información general sobre osteoporosis.	RR = 1.16 (IC 95% = (0.75-1.80) HR= 1.31 (IC 95% = 0.76-2.27).

		<p>2) Estrategias de cambio de comportamiento</p> <p>3) Seminarios comunitarios de educación/concienciación</p> <p>4) Taller de capacitar a los capacitadores</p>	<p>la primera de 4 semanas y el resto de 12.</p> <p>Apego: Cumplimiento medio fue de 59 ±32%, mediana del 74%.</p>		
<p>Karinkanta et al, 2007 (Finlandia)</p>	<p>N=149; Mujeres sanas de 70 a 79 años (media 72).</p> <p>Grupo de entrenamiento de resistencia =37; Grupo de entrenamiento de salto de equilibrio = 35; Grupo de combinación de entrenamiento de resistencia y salto de equilibrio = 36; grupo control = 36.</p> <p>Pérdidas: 3.6% grupos de intervención y 2.7% grupo control.</p>	<p>Grupo 1: entrenamiento de resistencia. Ejercicios con grupos musculares grandes, con 5 combinaciones diferentes de ejercicios en períodos de 10 semanas.</p> <p>Grupo 2: entrenamiento de salto de equilibrio.</p> <p>Grupo 3: combinación de entrenamiento de resistencia y salto de equilibrio. Se alternó el programa cada semana.</p>	<p>Ejercicio Supervisado</p> <p>Frecuencia: 3 veces x semana x 12 meses.</p> <p>Duración: Calentamiento de 7-10 minutos + 25-30 minutos de entrenamiento efectivo + 8-10 minutos de enfriamiento.</p> <p>Intensidad: Resistencia 2 series de 10-15 repeticiones al 50-60% RM, con progresión hasta el 75-80% de 1 RM con 3 series de 8-10 repeticiones.</p> <p>Apego: Cumplimiento medio del 67%; Grupo 1: 74%; Grupo 2: 59%; Grupo 3: 67%.</p>	<p>Mantener su nivel de actividad física previo.</p>	<p>RR= 0.88 (IC 95% 0.35-2.17)</p>
<p>Korpelainen et al, 2006 (Finlandia)</p>	<p>N=160; Mujeres con Osteoporosis de 70-73 años.</p> <p>Grupo de intervención: 84; Grupo control: 76.</p> <p>Pérdidas: 17.8% Grupo de intervención y</p>	<p>Ejercicios de impacto + equilibrio + fortalecimiento de miembros pélvicos.</p> <p>Programa de ejercicios en el hogar: Versión corta del régimen de</p>	<p>Ejercicio supervisado</p> <p>Frecuencia: 1 hora x semana + programa en casa diario; alternando 6 meses de supervisión con 6 meses solo en casa.</p> <p>Duración: Programa supervisado 15 min Calentamiento + 45 min de</p>	<p>Continuar con actividades diarias de rutina.</p>	<p>Caídas por persona grupo de intervención 1.29 caídas vs 1.55 grupo control (p=0.1)</p> <p>Fracturas grupo intervención 6 vs 16 grupo</p>

	11.8% grupo control.	ejercicios supervisados.	Sesión. Programa en casa 20 minutos por 30 meses. Intensidad: Progresión de dificultad cada 2 meses. No se reporta forma de progresión. Apego: Tratamiento supervisado: 77.4% primer semestre, 74.6% segundo y 74% tercero. Frecuencia promedio de ejercicio en casa: 3 veces por semana.		control (p=0.019)
Lord et al, 1995 (Australia)	N= 197 pacientes; Edad de 60-85 años (media 71.6). Grupo intervención: 100, Grupo control: 97. Pérdidas: 25% grupo intervención y 3.1% grupo control.	Ejercicios aeróbicos + fortalecimiento de miembros pélvicos + equilibrio + estiramiento + resistencia + coordinación.	Ejercicio supervisado Frecuencia: 2 veces x semana x 10-12 semanas. Duración: 1 hora por sesión. 5 minutos de calentamiento, 35 de acondicionamiento, 15 de estiramiento y 5 a 10 de enfriamiento. Intensidad: No se reporta. Apego: Media de 73.2%.	Sin programa.	RR 0.99 (IC 95% 0.65-1.50) RR (2 o más caídas): 0.84 (IC 95% 0.36-1.94).
Madureira et al, 2007 (Brasil)	N= 66; Mujeres > 65 años (edad media 74) con osteoporosis. Grupo de intervención: 34. Grupo control: 32. Pérdidas: 11.8% grupo intervención y 6.3% grupo control.	Ejercicios de equilibrio + movilidad.	Ejercicio supervisado y en casa por 1 año de seguimiento. Frecuencia: 1 vez x semana x 40 clases + programa en casa (30 min) al menos 3 veces x semana con manual de instrucciones e ilustraciones. Duración: Programa supervisado 1 hora incluyendo 15 minutos de calentamiento y estiramiento; Programa en casa 30 minutos. Intensidad leve a moderada Apego al tratamiento: 60% cumplió con todas las sesiones. 76.67% realizó ejercicio al menos 1 vez x semana.	Tratamiento para osteoporosis y orientación para prevenir caídas.	RR = 0.48 (IC 95% 0.25-0.93)
Means et al, 2005	N= 338; Edad > 65 años; 57% mujeres.	Ejercicios de estiramiento activo de tronco y miembros	Ejercicio supervisado	Seminarios sobre temas no relacionados	RR= 0.40 (IC 95% 0.25-0.63)

(USA)	<p>Grupo de intervención: N=181. Grupo control: N= 157.</p> <p>Pérdidas: 20.4% grupo de intervención y 40.1% control.</p>	<p>pélvicos + control postural + caminata + ejercicios de coordinación muscular + Fortalecimiento para abdomen y 4 extremidades.</p>	<p>Frecuencia: 3 veces x semana x 6 semanas</p> <p>Seguimiento: 6 meses.</p> <p>Duración: 90 minutos.</p> <p>Intensidad: Inició con bajo nivel de intensidad y se progresó a intensidad moderada. 1 serie de 8-10 repeticiones con ligas de resistencia.</p> <p>Apego: No se reporta.</p>	<p>con salud de interés general para personas mayores.</p>	
Park et al, 2008 (Corea del Sur)	<p>N= 50; Mujeres de 65 a 70 años (media 68.35).</p> <p>Grupo de intervención: 25. Grupo control: 25.</p> <p>Pérdidas: 12% grupo de intervención y 8% del control.</p>	<p>Estiramiento + fortalecimiento ejercicios con peso + equilibrio + corrección postural.</p>	<p>Ejercicio supervisado</p> <p>Frecuencia: 3 veces x semana x 48 semanas</p> <p>Duración: Estiramiento durante 9 min; Fortalecimiento 10 min; Ejercicios con peso 23 min; Equilibrio y corrección postural 18 min.</p> <p>Intensidad: Ejercicios de fortalecimiento al 65-75% FCM.</p> <p>Apego: No se reporta.</p>	<p>Conservaron su estilo de vida sedentario.</p>	<p>RR = 0.80 (IC 95% 0.24-2.64)</p>
Patil et al 2015 (Finlandia)	<p>N= 409; Mujeres entre 70 y 80 años (media 74.2) con antecedente de caídas en el último año.</p> <p>Grupo de intervención: 205; Grupo control: 204.</p> <p>Pérdidas: 8.7% grupo intervención y 10.3% grupo control.</p>	<p>Ejercicios de resistencia + fortalecimiento de tronco y 4 extremidades + equilibrio + agilidad + movilidad.</p>	<p>Ejercicio supervisado y en casa</p> <p>Frecuencia: El supervisado 2 veces x semana x 12 meses y una vez x semana los siguientes 12 meses. En casa días que no participan en la capacitación grupal x 1año, en el segundo año, sesiones en el hogar al menos 3 veces x semana.</p> <p>Duración: Supervisada de 60 minutos con 10 minutos de calentamiento y estiramiento. En casa de 5 a 15 minutos.</p> <p>Intensidad: Ejercicios de fortalecimiento muscular (30 - 60% de 1RM a progresar al 60-75%. Equilibrio y agilidad: Incrementó mediante el uso de diferentes superficies, patrones de movimiento multidireccionales, situaciones</p>	<p>No ejercicio + placebo y No ejercicio con vitamina D 800.</p>	<p>RR= 0.99 (0.87-1.13)</p> <p>Caídas x persona x año: grupo de intervención 2.33 vs 2.5 grupo control, p=0.98.</p> <p>HR (Caídas con lesión que requirió atención médica) =0.45 (IC 95% 0.26-0.77)</p>

			de doble tarea, pesos de tobillo o chaleco y estribos de diferentes alturas durante los ejercicios. Apego: Asistencia media de sesiones supervisadas 73%.		
Robertson et al, 2001 (Nueva Zelanda)	N= 240; Edad de 75-95 años (media 80.9); 67.5% mujeres. Grupo de intervención: 121. Grupo control: 119. Pérdidas: 6.6% grupo de intervención y 17.6% grupo control.	Ejercicios de fortalecimiento muscular de miembros pélvicos + equilibrio + caminata.	Ejercicio supervisado y en casa: Se supervisó el ejercicio por una enfermera en las semanas 1, 2, 4 y 8, con una visita de refuerzo después de seis meses. Seguimiento: 12 meses. Frecuencia: Ejercicios 3 veces x semana + Caminata 2 veces x semana en casa. Duración: 30 minutos Intensidad moderada: Se realizó el fortalecimiento con pesas con progresión del ejercicio. Apego: 43% realizaron el programa al menos 3 veces por semana y 72% al menos 2 x semana.	Atención habitual (no se describe la atención habitual)	IRR= 0.54 (IC 95% 0.32-0.90) Caídas x persona x año: Grupo de intervención 0.685 vs 1.006 grupo control, P=0.019. Observaciones: El programa fue efectivo en los mayores de 80 años, pero no en los de 75 a 79.
Sherrington et al, 2014 (Australia)	N= 340; Pacientes recién egresados del hospital; Edad \geq 60 años (media 81); 74% mujeres. Grupo de intervención: 171; Grupo control: 169. Pérdidas: 7% grupo de intervención y 7.7% grupo control.	Fortalecimiento muscular de miembros pélvicos mediante cinturones de pesas o chalecos con pesas + equilibrio.	Ejercicio en casa con visitas para supervisarlos: 10 visitas durante el período de estudio de 12 meses. Frecuencia: hasta 6 veces x semana Duración: 20 a 30 minutos. Intensidad: Se incrementó el nivel de intensidad durante el seguimiento. Apego: 60% hicieron el ejercicio como se había acordado. A los 12 meses se estimó un promedio de 47% del ejercicio completado.	Atención habitual (folleto educativo de 32 páginas sobre prevención de caídas)	RR 1.38 (IC 95% 1.11-1.73, p = 0.004) Caídas x persona x año: grupo de intervención 1 vs 0.73 grupo control (p=0.017).
Skelton et al, 2005 (Reino Unido)	N= 81; Mujeres \geq 65 años (media 72.9) con antecedente de 3	Equilibrio + fortalecimiento + flexibilidad.	Ejercicio supervisado + programa en casa Frecuencia: 36 semanas supervisadas 1 vez x semana +	Ejercicios en el hogar (calentamiento sentado, movilidad,	IRR: 0.69 (IC 95% 0.50-0.96, p = 0.029)

	<p>o más caídas en el año previo.</p> <p>Grupo de intervención: 50; Grupo control: 31.</p> <p>Pérdidas: Solo se reporta 10% de grupo de intervención.</p>	<p>Programa FaME que consta de 4 estrategias: 1) Aumentar equilibrio. 2) Incrementar capacidad funcional. 3) Aumentar masa ósea y muscular. 4) Aumenta confianza (reducir el miedo a caerse).</p>	<p>Programa en casa 2 veces x semana.</p> <p>Media de seguimiento: 86 semanas.</p> <p>Duración: 1 hora ejercicio supervisado + 20-40 minutos en casa.</p> <p>Intensidad: Progresión del ejercicio en dificultad. Semanas 1-11: Adquirir habilidad. Semanas 12-33: Ganancia de entrenamiento. Semanas 34-38: Mantener las ganancias.</p> <p>No se reporta apego al tratamiento.</p>	<p>flexibilidad y enfriamiento) 2 veces x semana</p>	
<p>Smulders et al, 2010 (Holanda)</p>	<p>N= 96; Pacientes con osteoporosis y antecedente de caídas previas en el último año; \geq 65 años (media 71); 94% mujeres.</p> <p>Grupo de intervención: 50; grupo control: 46.</p> <p>Pérdidas: 6% grupo intervención y 2.1% grupo control.</p>	<p>Programa NFPP (Programa de prevención de caídas de Nijmegen) que consta de 6 elementos: 1) educación, 2) carrera de obstáculos, 3) ejercicios para caminar, 4) ejercicios con pesas, 5) corrección de anomalías de la marcha y 6) entrenamiento en técnicas de caída.</p>	<p>Ejercicio supervisado</p> <p>Frecuencia: 11 sesiones durante 5.5 semanas</p> <p>Duración: Tiempo variable de 90-130 minutos.</p> <p>Seguimiento: 12 meses.</p> <p>Intensidad: Cada sesión fue diferente, incrementando el grado de dificultad en algunos casos.</p> <p>Apego: No se reporta.</p>	<p>Atención habitual (Medicamentos, terapia física regular)</p>	<p>IRR: 0.61 (IC 95% 0.40 - 0.94)</p> <p>Caídas x persona x año: Grupo de intervención .72 vs 1.18 grupo control.</p>
<p>Steinberg et al, 2000 (Australia)</p>	<p>N= 252; Edad \geq50 años; 79% mujeres.</p> <p>Grupo 1: 63; Grupo 2: 69; Grupo 3: 61; Grupo 4: 59.</p> <p>Pérdidas: 3.1% grupo 1, 1.4% grupo 2, 4.9%</p>	<p>Grupo 1: Educación</p> <p>Grupo 2: G1 + sesiones de ejercicio diseñadas para mejorar la fuerza y el equilibrio</p> <p>Grupo 3: G1+G2 + apoyo económico para</p>	<p>Ejercicio supervisado y en casa</p> <p>Frecuencia: Programa supervisado 1 vez al mes + ejercicio en casa.</p> <p>Seguimiento: Mayor a 1 año.</p> <p>Duración: No se reporta.</p> <p>Intensidad: No se reporta.</p> <p>Apego: No se reporta.</p>	<p>Educación y sensibilización sobre factores de riesgo de caídas.</p>	<p>HR (Grupos 2-4 vs 1): 0.70 (IC 95% 0.48-1.01, p = 0.058)</p>

	grupo 3 y 5% grupo 4.	realizar cambios en su hogar Grupo 4: todo lo previo + asesoría clínica para factores de riesgo médicos para caídas.			
Uusi-Rasi et al, 2015 (Finlandia)	N=409; Mujeres de 70 a 80 años (media 74) Grupo 1:102; Grupo 2: 102; Grupo 3: 103; Grupo 4: 102. Pérdidas: 5.9% grupo 1, 11.6% grupo 2, 13.7% grupo 3 y 6.9% grupo 4.	Grupo 1: Placebo sin ejercicio (control) Grupo 2: Vitamina D (800 UI diarias) sin ejercicio Grupo 3: Placebo con ejercicio Grupo 4: Vitamina D con ejercicio Programa de ejercicio: Equilibrio y Fortalecimiento con poleas y pesas	Ejercicio grupal supervisado + ejercicio en casa. Frecuencia: 2 veces x semana x 12 meses, seguido de 1 vez x semana x los siguientes 12 meses + programa en casa Duración: Ejercicio supervisado no se reporta; ejercicio en casa de 5 a 15 minutos. Intensidad: Inician 30-60% de 1RM, progresando a 60-75% como meta. Apego: Ejercicio grupal 72.8% y en casa 66.1%	Placebo + continuar con sus actividades normales	HR (grupo placebo con ejercicio): 0.93 (IC 95% 0.66-1.31) HR (Grupo vitamina D con ejercicio): 0.91 (IC 95% 0.64-1.28) Caídas x año x persona: Grupo 1: 1.182; Grupo 2: 1.321; Grupo 3: 1.207; Grupo 4: 1.131.

RR= Riesgo relativo; HR: Razón de riesgo; IRR: Tasa de incidencia

Así pues, queda claro que los programas de ejercicios disminuyen el riesgo y la incidencia de caídas y probablemente de fracturas, sin embargo, no encontramos recomendaciones basadas en la evidencia sobre programas específicos multicomponente donde se aborden las 3 modalidades de ejercicio que nos planteamos utilizar (equilibrio más fortalecimiento muscular de miembros pélvicos con resistencia progresiva más fortalecimiento del tronco mediante ejercicios del core).

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La osteoporosis es una enfermedad potencialmente grave, con un impacto serio en la calidad de vida de los pacientes que la padecen. México se enfrenta a una transición epidemiológica con un

número creciente de personas de edad avanzada y un aumento en la esperanza de vida; debido a que la osteoporosis es una enfermedad asociada con el envejecimiento, se espera que el número de fracturas osteoporóticas aumenten proporcionalmente [Clark 2010], por lo que se vuelve relevante encontrar medidas enfocadas a disminuir la incidencia de fracturas en esta población.

Se ha reportado en la literatura el efecto benéfico del ejercicio en la disminución en el riesgo de caídas y fracturas a través de programas generales enfocados a mejorar el equilibrio y la fuerza muscular. [National Osteoporosis Foundation 2014, Sherrington 2016, de Souto Barreto 2019] Sin embargo, no encontramos recomendaciones basadas en la evidencia sobre programas específicos multicomponente donde se aborden las 3 modalidades de ejercicio que queremos utilizar (equilibrio más fortalecimiento muscular de miembros pélvicos con resistencia progresiva más fortalecimiento del tronco mediante ejercicios del core).

Por lo que nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Un programa de ejercicios multicomponente que aborde fortalecimiento de miembros pélvicos y tronco más ejercicios de equilibrio reducirá en un 39% la incidencia de caídas en relación al programa de ejercicios convencional que se realiza en el Instituto Nacional de Rehabilitación consistente en ejercicios de corrección postural y equilibrio en mujeres de 60 a 80 años de edad con Osteoporosis?

V. JUSTIFICACIÓN

El Instituto Nacional de Rehabilitación es un centro de referencia de pacientes con Osteoporosis. De Junio 2016 a Mayo 2017 se reportaron en total 1563 consultas de pacientes con Osteopenia/Osteoporosis.

Dado el costo que generan las fracturas en la población geriátrica con osteoporosis, es necesario generar evidencia sobre la eficacia de intervenciones que disminuyan la incidencia de fracturas. En pacientes con osteoporosis, el tratamiento farmacológico se considera la mejor opción, sin embargo, no incide sobre la principal causa de fracturas: las caídas. Un programa integral para estos pacientes debería incluir además del tratamiento farmacológico medidas para prevenir caídas, una de ellas es el ejercicio, éste es una intervención económica, accesible y de fácil aplicación que además de disminuir la incidencia de caídas tiene muchos otros beneficios (calidad

de vida, morbilidad, mortalidad). Se ha reportado que el ejercicio como una sola intervención tiene un efecto de prevención de caídas similar a las intervenciones multifacéticas (reducción del 39%), [Sherrington 2016] sugiriendo que la implementación del ejercicio como una intervención autónoma puede ser el enfoque óptimo y potencialmente más costo-efectivo para disminuir caídas en la población adulta mayor. [Campbell 2007]

Se ha probado el ejercicio de forma individual con intervenciones aisladas de equilibrio, fortalecimiento de miembros pélvicos y fortalecimiento de tronco, y en algunos estudios, el beneficio de conjuntar ejercicios de equilibrio y fortalecimiento de miembros pélvicos, sin embargo, a nuestro conocer y después de realizar una búsqueda extensa de la literatura, no hay estudios publicados que combinen estas tres modalidades, que potencialmente podrían representar un efecto mayor en la reducción del riesgo e incidencia de caídas, por lo que proponemos realizar este tipo de intervención en mujeres mayores con osteoporosis.

VI. HIPÓTESIS

Hipótesis nula

No existirán diferencias en la incidencia de caídas entre un grupo de pacientes que reciban un programa de equilibrio y fortalecimiento muscular progresivo de tronco y miembros pélvicos, y un grupo control que realice un programa de ejercicios de corrección postural y equilibrio en casa.

Hipótesis alterna

El grupo de pacientes que reciben un programa de ejercicios de equilibrio y fortalecimiento muscular progresivo de tronco y miembros pélvicos tendrá una incidencia de caídas significativamente menor, con una reducción global de ésta en un 39%, en relación con los pacientes que realicen un programa de ejercicios de corrección postural y equilibrio.

VII. OBJETIVOS

Objetivo principal

Comparar la incidencia de caídas posterior a un programa de ejercicios de equilibrio y fortalecimiento muscular progresivo de tronco y miembros pélvicos con un programa de ejercicios de equilibrio y corrección postural a un año de seguimiento.

Objetivos secundarios

- Evaluar si mejorías en fuerza y equilibrio se asocia con una reducción en la incidencia de caídas
- Evaluar el apego al tratamiento de los pacientes que lleven a cabo cada uno de los programas de ejercicio.
- Realizar un análisis descriptivo de los efectos adversos asociados al ejercicio.

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Ensayo clínico controlado aleatorizado ciego simple.

Descripción del universo de trabajo

Pacientes adultas mayores con diagnóstico de osteoporosis, atendidas en la clínica de osteoporosis del Instituto Nacional de Rehabilitación, captadas de forma consecutiva aquellas pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión y aceptaron participar en el estudio de diciembre de 2017 a diciembre de 2019.

Criterios de inclusión

- Pacientes de 60 a 80 años de edad.
- Diagnóstico de Osteoporosis por criterios densitométricos establecidos por la OMS de acuerdo con una densitometría central en cadera, columna o ambas (T score \leq 2.5 desviaciones estándar en columna total L1-L4, cadera total o cuello femoral)
- Sexo Femenino.

- Que realizaban marcha independiente intra y extradomiciliaria sin auxiliar de la marcha o únicamente con bastón.
- Sin contraindicación para el ejercicio de resistencia, balance, o elasticidad (Hipertensión arterial, cardiopatía o enfermedades metabólicas descontroladas, proceso inflamatorio o infeccioso agudo, síndrome doloroso agudo o crónico agudizado).
- Que aceptaron firmar el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Pacientes con patologías diagnosticadas que condicionaran un mayor riesgo de caídas (arritmias cardiacas, hipotensión ortostática, depresión, incontinencia urinaria, déficit cognitivo, enfermedades neurológicas como enfermedad de Parkinson, esclerosis múltiple, enfermedad vascular cerebral o enfermedades de motoneurona).
- Pacientes que no podían acudir a terapias al Instituto Nacional de Rehabilitación
- Pacientes con osteoporosis secundaria previamente diagnosticada

Criterios de eliminación

- Pacientes que durante el seguimiento desarrollaran alguna enfermedad que contraindique continuar con el programa de ejercicios (Hipertensión arterial, cardiopatía o enfermedades metabólicas descontroladas, proceso inflamatorio o infeccioso agudo, síndrome doloroso agudo o crónico agudizado)

Tabla 2. Descripción de las variables de estudio, unidades de medida y escalas de medición

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición	Unidad / Valores
Variable de Clasificación				
Intervención Ejercicio	Acción de realizar actividades para un fin específico	Grupo Experimental: Programa de fortalecimiento muscular progresivo de tronco y miembros pélvicos más equilibrio Grupo Control: Programa de equilibrio y corrección postural	Cualitativa Nominal Dicotómica	1= Grupo Experimental 0 = Grupo control

Variables independientes				
Masa muscular	Es el volumen de tejido corporal que le corresponde al músculo	Se obtuvo el índice de masa muscular esquelética (IMME) mediante DXA con la siguiente fórmula: Masa muscular esquelética / talla ²	Cuantitativa De Razón	Kg/m ²
Fuerza muscular	La cantidad de fuerza que puede ejercer o la cantidad de peso que puede levantar.	Se obtuvo medida mediante fuerza isométrica máxima con uso de miometro	Cuantitativa De razón	Kg
Posturografía	Técnica para la evaluación objetiva del control postural a través del estudio del movimiento del centro de presiones	Se aplicarán tres tipos de pruebas: 1.- Organización Sensorial descripción 2.- Control Motor 3.- Adaptación	Organización sensorial: Cuantitativa De Intervalo Control motor y adaptación: Cuantitativa de Razón	Organización sensorial: Porcentajes de 0-100% para función total, vestibular, visual y propioceptiva Control motor y adaptación: Respuesta en milisegundos
Escala de equilibrio de Berg	Es una escala que determina la capacidad de un paciente para mantener el equilibrio de manera segura durante la realización de tareas específicas.	Contiene 14 ítems, cada ítem consistente de un puntaje entre 0-4. 0 indicando la funcionalidad mas baja y 4 la mas alta.	Cuantitativa Discreta	Valor absoluto de 0-56
Variables Confusoras				
Edad del paciente	Años que trascurren a partir de la fecha de nacimiento	Edad de acuerdo con los años cumplidos al momento del inicio del estudio	Cuantitativa De Razón	Años
Variables Dependientes				
Número de Caídas	Es cualquier acontecimiento que	Número de veces que el paciente cayo	Cuantitativa Discreta	Número total de caídas

	precipite al paciente al suelo, contra su voluntad.	durante el periodo de estudio que no se debió a una fuerza externa o por una condición médica		durante el periodo de estudio (0, 1, 2 ...)
Caída	Es cualquier acontecimiento que precipite al paciente al suelo, contra su voluntad.	Se reporto si el paciente presento una caída durante el periodo de estudio que no se debió a una fuerza externa o por una condición médica	Cualitativa Nominal Dicotómica	1 = Si se cayó 0 = No se cayó
Días a caída	Los días transcurridos entre el inicio de la intervención hasta presentar una caída.	Días entre la fecha de inicio del seguimiento y fecha de primera caída. En el caso de pacientes con múltiples caídas se cuantificaron los días entre cada caída utilizando la fecha de ultima caída como día 0. Solo se consideraron caídas presentadas posterior a los 3 meses de haber iniciado la intervención.	Cuantitativa de Razón	Numero total de días transcurridos. (0,1,2...)

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo para resumir los datos utilizando medidas de tendencia central y dispersión para datos cuantitativos y frecuencias y porcentajes para cualitativos. Se realizó un gráfico de Kaplan Meier para la comparación de caídas en el tiempo entre grupos y un análisis de supervivencia mediante riesgos proporcionales (regresión de cox), para validar el modelo se aplicó una prueba de asunción de riesgos proporcionales mediante la prueba de los residuos de Schoenfeld. Se corrieron modelos de regresión de Cox para determinar si la mejoría en equilibrio, fuerza o masa muscular se asoció a una disminución en la incidencia de caídas. El análisis fue realizado con el paquete estadístico STATA V13.

Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.

Los pacientes fueron reclutados a través de la consulta de la clínica de osteoporosis, toda la información se recabó a través de una hoja de captación de datos una vez que el paciente aceptó participar en el protocolo.

Descripción de los procedimientos

Se captaron los pacientes de primera vez o subsecuentes de la consulta en la clínica de osteoporosis de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión. Se aplicó la escala de minimal de Folstein para excluir a los pacientes con déficit cognitivo moderado o severo (<21 puntos), y se aplicó la escala de depresión de Yesavage de 15 ítems, en el que se excluyeron pacientes con 6 o más respuestas afirmativas.

Una vez que los pacientes aceptaron participar en el protocolo firmaron el consentimiento informado. Una vez firmado el consentimiento informado, se tomaron datos sobre antecedentes de importancia, historia clínica completa, exploración física, y se sometieron a diferentes pruebas:

Análisis de composición corporal

Se realizó mediante DXA en un dispositivo Hologic, Discovery por técnico densitometrista certificado, donde se estimó el índice de masa muscular apendicular (IMMA) medido en Kg/m², contenido mineral óseo (kg), grasa total (kg) y porcentaje de grasa, el estudio se interpretó por un densitometrista clínico certificado.

Análisis de fuerza muscular mediante miometría

Las señales de fuerza se tomaron utilizando un equipo captura de señales DataLOG con amplificadores de electromiografía de superficie SX230FW (Biometrics, LTD, Newport, UK), y electrodos de cloruro de plata que fueron ubicados en los músculos glúteo medio y recto anterior de ambas piernas, siguiendo las recomendaciones dictadas por el SENIAM project (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles) (Hermens 2006). Una vez colocado el electromiógrafo se midió la fuerza isométrica máxima de cada músculo utilizando un

miómetro marca MyoMeter (Biometrics, LTD, Newport, UK) y siguiendo las técnicas de exploración manual muscular a resistencia máxima (Hislop 2002), en extensión para la rodilla y abducción para la cadera. Las señales fueron adquiridas y pre-procesadas en el software del sistema DataLOG y posteriormente exportadas en formato .txt con valores en kilogramos (kg) para la fuerza.

Posturografía

Se realizó en el posturógrafo del INR con el software Equitest® System Versión 8.0 2001. Primeramente, se calibró la plataforma y se ingresaron los datos del paciente.

Una vez calibrado, el paciente se subió a la plataforma y se le colocó un chaleco y arnés que lo sujetó en caso de caída. Con el paciente en la plataforma, se le solicitó realizar un apoyo total con los dos pies, colocando los pies de acuerdo con las referencias que solicita el software sobre calcáneo y maléolo interno. Una vez puestas las referencias se ajustó el arnés. El evaluador se colocó detrás del paciente en todo momento estando alerta en caso de que el paciente pierda el equilibrio.

Se realizaron tres evaluaciones diferentes:

- 1.- Organización sensorial
- 2.- Control Motor
- 3.- Adaptación

Organización Sensorial

Tiene 6 condiciones diferentes y cada condición requiere de 3 pruebas. Las condiciones son:

- a) Ojos abiertos, entorno y soporte fijos
- b) Ojos cerrados, soporte fijo
- c) Ojos abiertos, entorno móvil
- d) Ojos abiertos, soporte móvil

- e) Ojos cerrados, soporte móvil
- f) Ojos abiertos, entorno y soporte móvil

Control Motor

Tiene 6 condiciones diferentes y cada condición requiere de 3 pruebas. Las condiciones son:

- a) Traslaciones cortas atrás
- b) Traslaciones medias atrás
- c) Traslaciones largas atrás
- d) Traslaciones pequeñas adelante
- e) Traslaciones medianas adelante
- f) Traslaciones largas adelante

Adaptación

Tiene 2 condiciones diferentes y cada condición requiere de 5 pruebas. Las condiciones son:

- a) Rotaciones 80° arriba
- b) Rotaciones 80° abajo

Al final de la prueba se obtuvo un valor para las funciones sensoriales, visuales y vestibulares del 0 al 100 de acuerdo con el grado de alteración que se encontrara en el paciente.

Escala de Berg

Se aplicó la escala consistente en 14 ítems, con una puntuación de 0-4 en cada uno de ellos, y se registró el valor absoluto que puede ir desde 0 hasta 56 puntos. (Ver anexos)

Intervención

Una vez que habían sido realizadas las pruebas basales, los pacientes fueron sometidos a un proceso de aleatorización simple para decidir si formarían parte del grupo control o experimental a través de un sorteo que incluía dos sobres, cada uno con una de las intervenciones.

Previo al inicio del ejercicio se realizó una placa de Rx. AP y lateral de columna dorso lumbar y sacra, para descartar fracturas vertebrales asintomáticas.

Los ejercicios fueron realizados 3 veces por semana en casa, con una duración de 1 hora por sesión. Para considerar que el paciente cumplió con el programa establecido se consideró haber realizado al menos el 80% de las sesiones durante el seguimiento.

Terapia física supervisada (Grupo experimental)

Los pacientes acudieron a terapia física institucional durante 9 días consecutivos de lunes a viernes donde se determinó de forma individualizada el grado de dificultad del ejercicio y se les enseñó cómo progresar cada una de las intervenciones en casa. Las modalidades que se utilizaron fueron las siguientes:

Ejercicios de fortalecimiento muscular:

Se realizó un programa de entrenamiento con ejercicios de resistencia progresiva. Se estimó durante los primeros 3 días de entrenamiento el peso requerido para alcanzar las 10 repeticiones máximas (RM). Con esta carga se realizaban 3 series de 10 repeticiones. Cada 4 semanas se realizó un incremento en el número de repeticiones o de carga, cuando se incrementaba el número de repeticiones a 12 se mantenía la misma carga y cuando se incrementaba la carga se regresaba de 12 a 10 repeticiones. Los incrementos fueron de 0.25 kg hasta alcanzar los 2 kg y posteriormente de 0.5 kg.

Ejercicios de fortalecimiento del core:

Se realizaron a través de un programa con ejercicios de estabilización lumbar en 5 posiciones: bipedestación, sedestación, decúbito supino, puente anterior y lateral. Se inició con la posición en decúbito supino, sedestación y bipedestación durante el primer mes, en la primera cita de seguimiento se incluyó la posición de puente anterior. Al tercer mes se incluyó la posición en puente lateral en lugar de las posiciones en sedestación y bipedestación. La forma en que fueron progresados los ejercicios fue manteniendo la contracción muscular por 10 segundos y progresando cada mes 5 segundos más de contracción hasta llegar a 30.

Ejercicios de equilibrio:

1. En bipedestación, mantener el apoyo con los pies juntos por 30 segundos (3 repeticiones)
2. Mantener el apoyo, alternando la carga de peso en una pierna y otra 10 veces (3 repeticiones)
3. Caminar de lado hacia la derecha y después, hacia la izquierda 10 pasos (3 repeticiones)
4. Mantener el apoyo monopodal 30 segundos, primero con una extremidad y después con la otra apoyándose con una mano (3 repeticiones)
5. Mantener los pies en posición de semitándem por 30 segundos, primero colocar una extremidad enfrente y posteriormente la otra. (3 repeticiones)
6. Caminar sobre las puntas de los pies 10 pasos (3 repeticiones)
7. Caminar sobre los talones 10 pasos (3 repeticiones)
8. Caminar hacia un lado, cruzando los pies por delante y por detrás, y después, hacia el lado contrario. Dar 10 pasos (3 repeticiones)
9. Mantener el apoyo monopodal 30 segundos, primero con una extremidad y después con la otra, sin apoyo de brazos (3 repeticiones)
10. Mantener la posición de tándem por 30 segundos, primero colocar una extremidad enfrente y posteriormente la otra (3 repeticiones)
11. Mantener el apoyo monopodal mientras se pasa un cojín de una mano a otra por delante y detrás del cuerpo 10 veces (3 repeticiones)
12. Caminar en tándem 10 pasos (3 repeticiones)
13. Mantener el apoyo monopodal sobre un cojín 30 segundos, primero con una extremidad y después con la otra, sin apoyo de brazos (3 repeticiones)
14. Caminar en tándem hacia atrás 10 pasos (3 repeticiones)

Durante las primeras sesiones de terapia se determinó el grado de dificultad de los ejercicios de equilibrio. Se indicaban en total 4 ejercicios de equilibrio en casa. El grado de dificultad del

ejercicio se fue progresando en cada cita de seguimiento de acuerdo con el dominio de los ejercicios. La progresión de los ejercicios se llevó a cabo de acuerdo con el orden de numeración.

Terapia física estándar en casa (grupo control)

A los pacientes del grupo control se les dio una cita individual de 1 hora para enseñarles los programas que tendrían que realizar en casa. Se les indicó realizar el ejercicio 3 veces por semana con una duración de 1 hora por sesión. Se les hizo entrega de una hoja de ejercicio que incluyó el tratamiento convencional indicado en el servicio con ejercicios de corrección postural, equilibrio monopodal estático, en superficie irregular y dinámico, ejercicios de estabilización lumbar en decúbito supino y puente anterior. La característica principal de este grupo es que no se le pidió al paciente que progresara los ejercicios en dificultad.

Seguimiento

Se llevaron a cabo citas de seguimiento al 1° mes, 3 meses, 6 meses, 9 meses y 12 meses para valorar apego al tratamiento en casa, en cada una de las citas se reforzó el programa de ejercicio, en el grupo experimental además se registraron los avances en la progresión del ejercicio y se enseñó, según el caso, ejercicios que implicaran un mayor grado de dificultad.

Los pacientes contaron con una bitácora en forma de calendario (ver anexo) donde colocaron los días que realizaron el ejercicio, así como la presencia de caídas y/o fracturas, con el objetivo de asegurar el apego; dichas hojas fueron entregadas en cada una de las evaluaciones. Se consideró un adecuado apego si el paciente realizó el ejercicio en más del 80% de los días durante el seguimiento, tomando en consideración que el ejercicio debía ser realizado 3 veces por semana por 1 año.

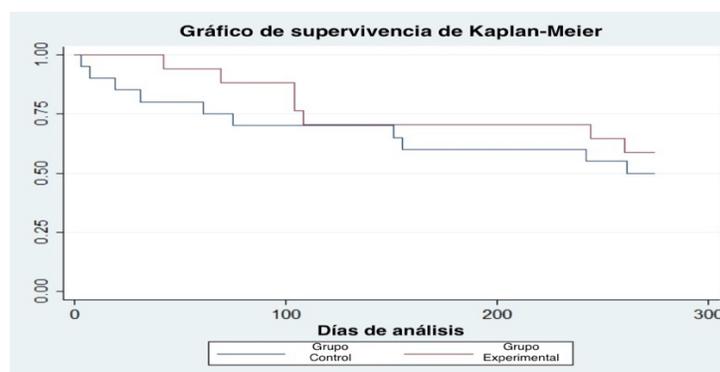
A los 6 meses y al año se midieron nuevamente todos los parámetros basales para valorar cambios posteriores al programa de intervención y valorar la incidencia de caídas a cada uno de los grupos evaluados.

IX. RESULTADOS

Se incluyeron un total de 52 participantes todas mujeres, 28 pertenecientes al grupo experimental (53.84%) y 24 al grupo control (46.15%). La edad promedio para el grupo experimental fue de 67.3 ± 5.55 años y 68.4 ± 5.40 años para el grupo control.

Caídas

Se reportaron 15 caídas en 13 sujetos dentro del grupo experimental (28 participantes) y 14 caídas en 13 sujetos en el grupo control (24 participantes), con una incidencia de caídas del 46.42% y 54.16% respectivamente, sin diferencia significativa en la incidencia de caídas entre ambos grupos ($P=0.57$). Sin embargo, mediante el modelo de regresión logística de Cox el grupo experimental tuvo una disminución no significativa del 12% en la incidencia de caídas comparado con el grupo control (HR 0.88, 95% CI 0.412-1.88, $P= 0.746$). Se comparo a los pacientes que tuvieron un adecuado apego al tratamiento (cumplimiento mas del 80% del programa) contra los que no, encontrando una disminución del riesgo de caída del 29% (HR 0.71, 95% CI 0.26-1.96, $P= 0.52$) que no fue significativa, cuando se ajusto la intervención con el apego de cada grupo se obtuvo un mayor efecto en la reducción de caídas para el grupo experimental que tampoco fue significativo (HR 0.67, 95% CI 0.29-1.56, $P=0.35$). Analizando solo los participantes con apego mayor del 80% se encontró una reducción del 30% (HR 0.70, 95% CI 0.27-1.80, $P=0.46$). La ganancia en el índice de masa muscular apendicular se asocio con una reducción del riesgo de caída no significativa del 63% (HR 0.37, 95% CI 0.11-1.26, $P=0.114$).

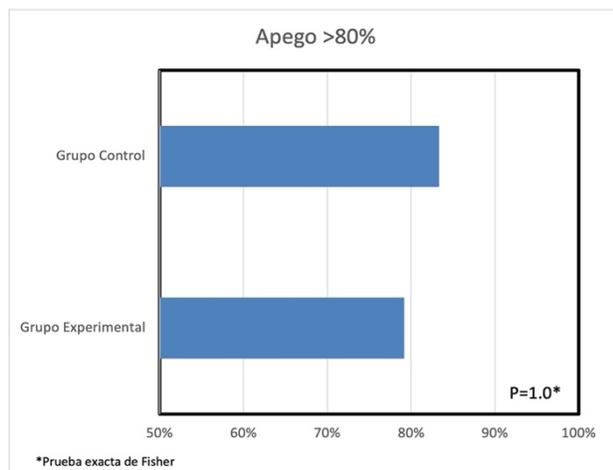


Gráfica 1. Gráfico de Kaplan Meier para la comparación de caídas en el tiempo entre grupos

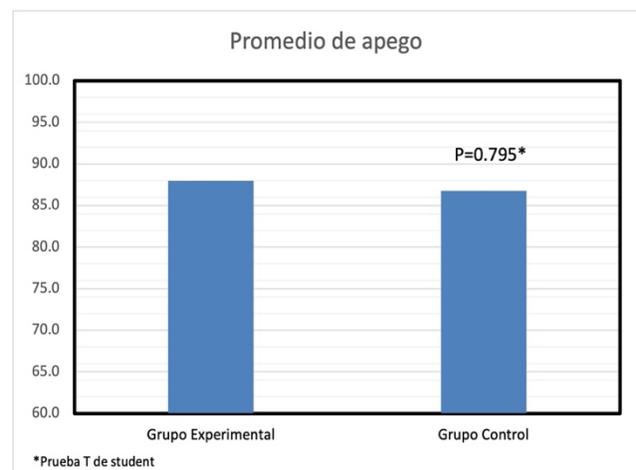
Se observó que una mejoría en la fuerza de glúteo medio y cuádriceps se asociaba con una disminución significativa en la incidencia de caídas una vez ajustado por el grupo de intervención (HR glúteo medio 0.31, 95% CI 0.11-0.83, P= 0.02; HR cuádriceps 0.37, 95% CI 0.15-0.93, P=0.035).

Apego

Se analizaron un total de 48 sujetos para el apego al tratamiento a los 12 meses, 24 grupo control y 24 grupo experimental. El promedio de apego fue de 86.8 y 88 una media de 94.5 y 90.5 respectivamente. El 83.33 % de los participantes del grupo control y el 79.16% del grupo experimental tuvieron un apego mayor del 80%. A consecuencia de la pandemia de COVID-19 se llevo a cabo el seguimiento de las participantes vía telefónica, durante este periodo 4 participantes informaron que discontinuaron el registro de sus sesiones de ejercicio por lo que fueron excluidas del análisis de apego al tratamiento.



Gráfica 2. Comparación entre grupo control y experimental con apego mayor del 80%



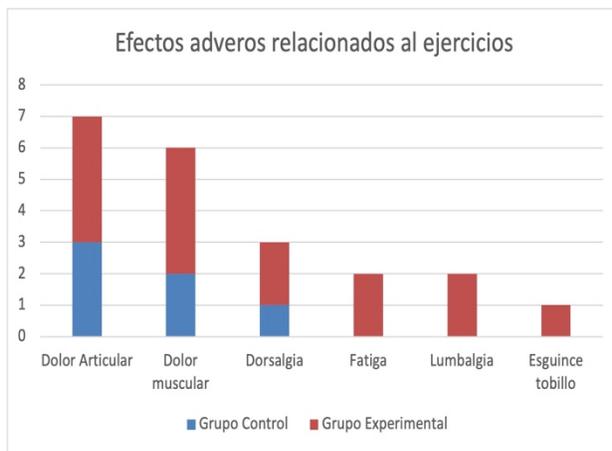
Gráfica 3. Comparación de promedio de apego entre grupo control y experimental

Efectos adversos

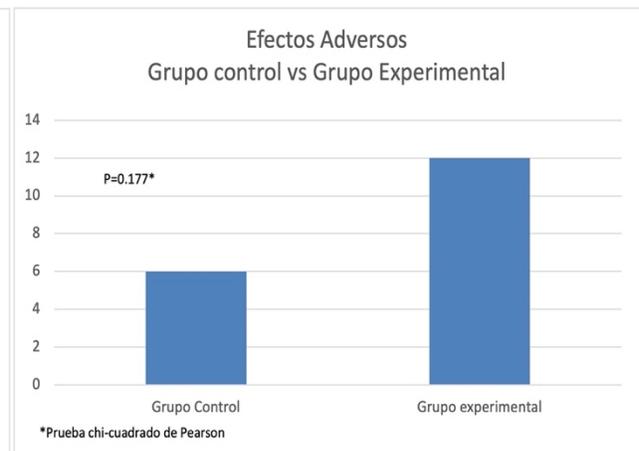
Durante el año de seguimiento se reportaron 21 efectos adversos asociados al ejercicio en 18 (35%) sujetos de un total de 52 participantes, de los cuales 12 pertenecieron al grupo experimental (67%). Los efectos adversos reportados por el grupo experimental fueron dolor muscular (n=8), dolor articular (n=4), fatiga (n=2) y esguince de tobillo (n=1). Como único evento una participante presentó un esguince de tobillo al estar realizando balance sobre un pie,

requiriendo 2 semanas de reposo para reintegrarse al programa indicado. En el grupo control se reporto dolor articular (n=3) y dolor muscular (n=3). No se reportaron caídas como evento adverso secundario al programa multimodal.

El peso máximo promedio alcanzado durante los ejercicios de resistencia progresiva por las participantes del grupo experimental fue de 2.35kg para musculo psoas, 2.40kg musculo cuádriceps, 2.09 músculos aductores 2.09kg y 2.39kg para glúteo medio. En general, los ejercicios de equilibrio fueron bien tolerados, con un incremento en la dificultad máxima de 14 niveles alcanzado por 17 (70.83%) participantes.



Gráfica 4. Efectos adversos relacionados al ejercicios reportados por ambos grupos.



Gráfica 5. Comparación en el numero efectos adversos relacionados al ejercicio entre grupo experimental y grupo control.

X. DISCUSIÓN

Los datos obtenidos demuestran que un programa de ejercicio multimodal a lo largo de un año se asocia a una disminución en el riesgo de caídas en mujeres entre 60 y 80 años con diagnóstico de osteoporosis, aunque no significativamente diferente a la reportada en el grupo de ejercicio en casa. La falta de poder estadístico de estos resultados puede ser consecuencia del tamaño de la muestra (n=52). Tomando en consideración un HR de 0.706 obtenido a partir de la comparación de los pacientes que tuvieron un adecuado apego en ambos grupos, se espera que con 133 pacientes por grupo se alcance una diferencia significativa. A pesar de no obtener una reducción significativa en el riesgo de caídas, se observa una tendencia favorable hacia la disminución de dicho riesgo en el grupo experimental, resultados comparables con la literatura previamente publicada [Sherrington 2016, Moreland 2004, Gianoudis 2014]. Como factor

limitante de este estudio fue la pandemia de COVID-19 que obligo a terminar el reclutamiento de nuevos sujetos para ser incluidos en el protocolo, al ser personas que se encontraban dentro del grupo etario de mayor riesgo.

Se sabe y es ampliamente aceptado que las caídas son el resultado de una interacción multifactorial, uno de los factores mas estudiados es la perdida de masa muscular. Dentro de la población estudiada 10 participantes tuvieron un incremento en el índice de masa muscular apendicular. Consideramos este resultado como relevante por ser un indicio de la posibilidad de incrementar la masa muscular en un grupo de personas que tienden a la perdida de esta, misma que se asocia a múltiples complicaciones que incrementan con el envejecimiento y relevante para este estudio al riesgo a caer.

Moreland y colaboradores en el 2004 en su meta-análisis encontraron una asociación significativa entre la debilidad muscular y el riesgo de caídas, por lo que recomiendan medir la fuerza de miembros inferiores como método para evaluar riesgo de caídas. En nuestro estudio nos dimos a la tarea de medir los cambios en la fuerza muscular de miembros inferiores, específicamente de glúteo medio y cuádriceps. Como se menciona previamente en resultados, de manera independiente el incremento en la fuerza muscular se asocio de manera significativa con una reducción de mas de la mitad en el riesgo a caer. Por lo que estos datos sugieren que una intervención enfocada en fortalecimiento muscular podría generar mayor beneficio en la prevención de caídas, sin embargo, esta información se debe de tomar con cautela al diseñar un programa de ejercicio.

Benichou en el 2016 plantea una pregunta interesante; ¿si el incremento en la fuerza muscular incrementa el riesgo a caer? Esto secundario al aumento en la sensación de bienestar y confianza de la persona, por lo que incrementaría la dificultad de sus actividades y el riesgo que conllevan las mismas, aunque estudios han reportado que este fenómeno es raro [Laussen 2015), en nuestra experiencia una paciente enrolada dentro del protocolo reporto una caída al estar corriendo en exteriores, actividad que inicio por cuenta propia por presentar una sensación de aumento en la fuerza muscular.

Otro de los factores que pudo haber influido en nuestros resultados fue el apego al tratamiento. En el grupo experimental el 79.16% de las participantes se consideraron con buen apego (>80%). Sherrington en su meta-análisis [2016] reporta un incremento en el efecto para la reducción en el riesgo de caídas en programas que se consideraban de mayor complejidad y duración (mas de 3 horas/semanas). Cabe mencionar que el apego fue registrado por cada participante y recabado en las evaluaciones realizadas a lo largo del protocolo.

En nuestro estudio no se consideraron los afectos adversos asociados al ejercicio como una limitante importante para la implementación de un programa multimodal. Todos los efectos adversos reportados fueron de orden musculoesqueletico y de baja gravedad. Estos datos son similares a los efectos adversos reportados por Gianoudis en 2014 y El-Khoury en 2015. El grupo experimental reporto un mayor numero de efectos adversos respecto al grupo control, fenómeno que se puede explicar por ser ejercicios de mayor complejidad y dificultad para realizar, por ende, con mayor riesgo. Ninguna participante se retiro del estudio a consecuencia de efectos adversos.

Se ha descrito que el componente esencial para la disminución del riesgo de caídas es el entrenamiento de equilibrio [Sherrington 2008]. Nuestro protocolo registro los cambios en la escala de equilibrio de Berg y posturografía. A la hora de analizar estas variables no encontramos una asociación directa entre las mejoras de estos parámetros y el desenlace de caídas, una posible explicación es que las herramientas utilizadas. Tanto la escala de equilibrio de Berg y la posturografía presentan un efecto de techo que no permite cuantificar las mejoras posteriores una vez alcanzado el puntaje máximo. Por esto decidimos no considerar estas variables dentro del análisis.

Como se ha mencionado dentro de esta discusión existe una asociación entre la intensidad del ejercicio implementado y la disminución del riesgo de caídas. La progresión de la intensidad de los ejercicios fue graduada dependiendo de la tolerancia de cada participante haciendo incrementos alternos entre el numero de repetición y el peso utilizado. En el caso de equilibrio el programa incluyo 14 ejercicios graduados de menor a mayor intensidad. Ambas progresiones fueron registradas y analizadas sin un encontrar una correlación con el riesgo de caídas.

XI. CONCLUSIONES

No se encontró una reducción significativa en la incidencia de caídas con la aplicación de un programa de ejercicio multimodal (fortalecimiento de miembros inferiores, core y equilibrio) al compararlo con un programa de casa en mujeres mayores de 60 años con diagnóstico de osteoporosis. Probablemente debido al tamaño de la muestra, aunque es posible que el ejercicio per sé mejore la capacidad física y sea suficiente para la disminución del riesgo de caídas, independientemente de que sea supervisado y progresivo, o se realice constantemente en casa. Existe un potencial beneficio en la reducción de caídas en aquellos programas de ejercicio enfocados en la ganancia de fuerza muscular de miembros inferiores. Ambos programas de ejercicio fueron bien tolerados. Se propone incrementar la muestra a 133 participantes por grupo.

XII. REFERENCIAS

- Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Ageing*. 2006; 35-S2.
- Burns E., Kakara R. Deaths from falls among persons aged 65 years — United States, 2007–2016. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2018 67(18), 509–514.
- Benichou O, Lord SR. Rationale for Strengthening Muscle to Prevent Falls and Fractures: A Review of the Evidence. *Calcif Tissue Int*. 2016 98:531–545
- Reyes-Ortiz C, et al. Falls among elderly persons in Latin America and the Caribbean and among elderly Mexican-Americans. *Rev Panam Salud Publica*. 2005; 17(5/6)
- Clark P, Carlos F, Vázquez Martínez JL. Epidemiology, costs and burden of osteoporosis in Mexico. *Arch Osteoporos* 2010; 5:9–17.
- 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. *T Sports Med* 2013; 43(7):627-41.
- El-Khoury F, et al. Effectiveness of two year balance training programme on prevention of fall induced injuries in at risk women aged 75-88 living in community: Ossébo randomised controlled trial. *BMJ*.2015; 351:h3830
- Uusi-Rasi K, et al. Exercise and VitaminD in Fall Prevention Among Older Women A Randomized Clinical Trial. *JAMA intern Med*. 2015;175(5):703-711.
- Sherrington C, Et al. Effective Exercise for the Prevention of Falls: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAGS* 2008; 56:2234-2243.
- Sherrington C, Et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports med* 2016; 51:1749-1757.\
- Gianoudis J, et al. Effects of a Targeted Multimodal Exercise Program Incorporating High-Speed Power Training on Falls and Fracture Risk Factors in Older Adults: A Community-Based Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2014; pp 182-191.
- Orr R, et al. M. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults : a systematic review of randomized controlled trials. *Sports Med*. 2008;38(4):317-43
- de Souto Barreto P, et al. Association of Long-term Exercise Training With Risk of Falls, Fractures, Hospitalizations, and Mortality in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Intern Med*. 2019;179(3):394-405
- Gringmuth, et al. “Therapeutic Exercise For Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach.” *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2000; 44(2):125
- Kendrick D, et al. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*.2014; (11):CD009848.
- Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 1994; 9(8):1137-1141.

- Madureira MM, et al. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int.* 2007; 18:419–425
- National Osteoporosis Foundation. Clinician’s Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. Washington, DC: National Osteoporosis Foundation; 2014.
- Smulders, E, et al. Efficacy of a Short Multidisciplinary Falls Prevention Program for Elderly Persons With Osteoporosis and a Fall History: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* Vol 91, 2010
- Zhao R, Zhao M, Xu Z. The effects of differing resistance training modes on the preservation of bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis. *Osteoporos Int* 2015; 26(5):1605-1618
- Steinberg M, Et al. A sustainable programme to prevent falls and near falls in community dwelling older people: results of a randomised trial. *J Epidemiol Community Health.* 2000; 54(3):227-32.
- Sherrington C, Et al. A post-hospital home exercise program improved mobility but increased falls in older people: a randomised controlled trial. *PLoS One.* 2014; 2;9(9):e104412.
- Barnett A, Et al. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age Ageing.* 2003;32(4):407-14.
- Buchner DM, Et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997; 52(4):M218-24.
- Bunout D, Barrera G, Avendaño M, de la Maza P, Gattas V, Leiva L, Hirsch S. Results of a community-based weight-bearing resistance training programme for healthy Chilean elderly subjects. *Age Ageing.* 2005;34(1):80-3.
- Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ.* 1997;315(7115):1065-1069.
- Campbell AJ, Robertson MC. Rethinking individual and community fall prevention strategies: a meta-regression comparing single and multifactorial interventions, *Age and Ageing.* 2007; 36(6): 656–662.
- Clemson L, Singh MF, Bundy A, et al. LiFE Pilot Study: A randomised trial of balance and strength training embedded in daily life activity to reduce falls in older adults. *Aust Occup Ther.* 2010;57(1):42-50.
- Clemson L, Fiatarone Singh MA, Bundy A, et al. Integration of balance and strength training into daily life activity to reduce rate of falls in older people (the LiFE study): randomised parallel trial. *BMJ.* 2012;345:e4547.
- Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, et al. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: randomized, controlled trial. *Osteoporos Int.* 200;18(4):453-462.
- Korpelainen R, Keinänen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Väänänen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int.* 2006;17(1):109-118.
- Means, Kevin M. MD; Rodell, Daniel E. PhD; O’Sullivan, Patricia S. EdD Balance, Mobility, and Falls Among Community-Dwelling Elderly Persons: Effects of a Rehabilitation Exercise Program, *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2005; 84 (4) 238-250
- Park HS, Rang C, et al. Comparative Study on Fall Related Characteristics between Single and Recurrent Falls in Community-Dwelling Older Woman. *Korean Journal of Adult Nursing.* 2008; 20(6), 905-916.

-Patil R, Uusi-Rasi K, Tokola K, Karinkanta S, Kannus P, Sievänen H. Effects of a Multimodal Exercise Program on Physical Function, Falls, and Injuries in Older Women: A 2-Year Community-Based, Randomized Controlled Trial. *J Am Geriatr Soc.* 2015;63(7):1306-1313.

-Robertson MC, Devlin N, Gardner MM, Campbell AJ. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *BMJ.* 2001;322(7288):697-701.

-Skelton D, Dinan S, Campbell M, Rutherford O. Tailored group exercise (Falls Management Exercise — FaME) reduces falls in community-dwelling older frequent fallers (an RCT), *Age and Ageing.* 2005; 34 (6)636–639

-Landers MR, Oscar S, Sasaoka J, Vaughn K. Balance Confidence and Fear of Falling Avoidance Behavior Are Most Predictive of Falling in Older Adults: Prospective Analysis. *Phys Ther.* 2016;96(4):433-442.

-Laussen JC, Chalé A, Hau C, Fielding RA, White DK. Does physical activity change after progressive resistance exercise in functionally limited older adults?. *J Am Geriatr Soc.* 2015;63(2):392-393.

HOJA DE REGISTRO DE APEGO AL TRATAMIENTO E INCIDENCIA DE CAIDAS

Nombre de la paciente: _____

MES:							
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Día							
Ejercicio							
Motivo							
Caída							
Motivo							
Día							
Ejercicio							
Motivo							
Caída							
Motivo							
Día							
Ejercicio							
Motivo							
Caída							
Motivo							
Día							
Ejercicio							
Motivo							
Caída							
Motivo							
Día							
Ejercicio							
Motivo							
Caída							
Motivo							

Escala de Equilibrio de Berg

Nombre: _____ Fecha: _____

Nombre (s) / Apellido Paterno / Apellido Materno dd/mm/aaaa

Número de registro: _____ Fecha de Nacimiento: _____

Número de evaluación: 1 () 2 () 3 ()

Ítems

1. Posición sentada a una posición de pie

Instrucciones: Por favor, póngase de pie. Trate de no usar las manos para apoyarse.

- () 4 capaz de ponerse de pie sin necesidad de utilizar las manos y estabilizar de forma independiente
- () 3 capaz de ponerse de pie de forma independiente con las manos
- () 2 capaz de ponerse de pie con las manos después de varios intentos
- () 1 necesita ayuda mínima para ponerse de pie
- () 0 Necesita ayuda moderada o máxima

2. Manténgase en posición vertical sin apoyo

Instrucciones: Por favor, quédese de pie durante 2 minutos y sin apoyo.

- () 4 capaz de permanecer con seguridad durante 2 minutos
- () 3 capaz de permanecer 2 minutos con supervisión
- () 2 capaz de estar 30 segundos sin apoyo
- () 1 necesita de varios intentos para permanecer de pie durante 30 segundos sin apoyo
- () 0 incapaz de estar de pie sin apoyo durante 30 segundos

*Nota: Si el paciente es capaz de permanecer durante 2 minutos y sin ayuda, dé el número total de puntos para el punto No. 3. Continuar con el punto N^o 4.

3. Permanecer sentado sin apoyar la espalda, pero con los pies apoyados en el suelo

Instrucciones: Por favor, manténgase sentado sin apoyarse y con los brazos cruzados por 2 minutos.

- () 4 capaz de permanecer sentado de forma segura durante 2 minutos

- () 3 capaz de permanecer sentado durante 2 minutos bajo la supervisión
- () 2 capaz de permanecer sentado durante 30 segundos
- () 1 capaz de permanecer sentado durante 10 segundos
- () 0 incapaces de sentarse sin apoyo durante 10 segundos

4. Posición de pie a sentado

Instrucciones: Por favor, siéntese.

- () 4 se sienta de forma segura con el mínimo uso de las manos
- () 3 controla el descenso con las manos
- () 2 utiliza la parte de atrás de las piernas contra la silla para el control del descenso
- () 1 se sienta de forma independiente, pero tiene descenso descontrolado
- () 0 necesita ayuda para sentarse

5. Traslados

Instrucciones: Coloque las sillas perpendiculares o de frente. Pida al paciente trasladarse de una silla con apoyabrazos a una silla sin reposabrazos, y viceversa. Se pueden utilizar dos sillas (una con y otra sin reposabrazos) o una cama y una silla.

- () 4 capaz de transferirse de forma segura con el mínimo uso de las manos
- () 3 capaz de transferirse de forma segura con el uso de las manos
- () 2 capaz de transferirse con indicación verbal y / o supervisión
- () 1 requiere ayuda de una persona
- () 0 necesita dos personas que la asistan o supervisen para realizar la tarea de forma segura

6. Permanecer de pie sin apoyo, con los ojos cerrados

Instrucciones: Por favor, póngase de pie y cierre los ojos durante 10 segundos.

- () 4 capaz de soportar 10 segundos de forma segura
- () 3 capaz de soportar 10 segundos, con supervisión
- () 2 capaz de soportar 3 segundos
- () 1 incapaz de mantener los ojos cerrados 3 segundos, pero se mantiene en pie
- () 0 necesita ayuda para no caer

7. Permanecer de pie sin apoyo con los pies juntos

Instrucciones: Junte sus pies y párese sin apoyo.

- () 4 capaz de colocar los pies juntos independientemente y mantenerse 1 minuto con seguridad
- () 3 capaz de colocar los pies juntos independientemente y mantenerse durante 1 minuto con supervisión
- () 2 capaz de colocar los pies juntos de manera independiente y permanecer durante 30 segundos
- () 1 necesita ayuda para ponerse de pie, pero es capaz de pararse con los pies juntos durante 15 segundos
- () 0 necesita ayuda para ponerse de pie y no puede permanecer en esta posición durante 15 segundos

8. Alcanzar hacia adelante con el brazo extendido de pie

Instrucciones: Levante el brazo a 90 °. Estire los dedos hacia adelante y llegue lo más lejos posible. (El examinador coloca una regla al final de la punta de los dedos cuando el brazo está en 90 °. Cuando se estira hacia delante, los dedos no deben tocar la regla. La medida registrada es la distancia que sus dedos pueden alcanzar cuando el paciente se inclina hacia adelante lo más que pueda. Cuando sea posible, pida al paciente a utilizar ambos brazos para evitar la rotación del tronco).

- () 4 puede avanzar más de 25 cm con seguridad
- () 3 puede avanzar más de 12,5 cm con seguridad
- () 2 puede avanzar más de 5 cm con seguridad
- () 1 puede avanzar, pero necesita supervisión
- () 0 pierde el equilibrio en el intento, o necesita ayuda externa

9. Recoger un objeto del suelo desde una posición de pie

Instrucciones: Tome el zapato / zapatilla que está delante de sus pies.

- () 4 capaz de recoger la zapatilla de forma segura y sencilla
- () 3 capaz de recoger la zapatilla, pero necesita supervisión
- () 2 incapaz de recogerla pero se extiende para llegar a 2-5 cm de la zapatilla y mantiene el equilibrio de forma independiente
- () 1 incapaz de recogerla, requiere supervisión al intentar

() 0 incapaz de realizarlo o necesita ayuda para no perder el equilibrio o caída

10. Dar la vuelta y mirar hacia atrás sobre los hombros derecho e izquierdo sin dejar de permanecer de pie

Instrucciones: Gire e intente mirar directamente detrás de usted sobre su hombro izquierdo sin apartar los pies de la tierra. Haga lo mismo sobre el hombro derecho. (El examinador puede recoger un objeto y colocarlo directamente detrás del paciente para estimular el movimiento)

() 4 mira hacia atrás en ambos lados con una buena distribución del peso

() 3 mira hacia atrás en un solo lado, el lado opuesto muestra una menor distribución de peso

() 2 voltea de un solo lado, pero mantiene el equilibrio

() 1 necesita supervisión para voltear

() 0 necesita ayuda para no perder el equilibrio o caerse

11. Girar 360 grados

Instrucciones: Gire completamente alrededor en círculo. Pare. Gire completamente en círculo en la dirección opuesta.

() 4 capaz de girar 360 grados con seguridad en 4 segundos o menos

() 3 puede girar 360 grados de forma segura solamente a un lado en 4 segundos o menos

() 2 capaz de girar 360 grados de forma segura pero poco a poco

() 1 Necesita de una estrecha supervisión o instrucciones verbales

() 0 necesita asistencia mientras se gira

12. Poner el pie alternando el paso en un escalón, mientras que se está de pie sin apoyo

Instrucciones: Alterne cada pie sobre escalón. Continúe hasta que cada pie se haya subido cuatro veces.

() 4 capaz de realizarlo con seguridad e independencia, completando ocho movimientos en 20 segundos

() 3 capaz de realizarlo independiente y completa 8 movimientos en más de 20 segundos

() 2 capaz de completar 4 movimientos sin ayuda con supervisión

() 1 capaz de completar más de 2 pasos, necesita ayuda mínima

() 0 incapaz de realizarlo o necesita ayuda para no caer

13. Mantenerse en posición vertical sin apoyo, con un pie adelante

Instrucciones: (demostrar al paciente) Coloque un pie directamente en frente del otro en la misma línea, si usted piensa que no va a conseguirlo, ponga su pie ligeramente delante del otro pie y ligeramente a un lado.

- () 4 capaz de poner un pie inmediatamente delante del otro de forma independiente y permanecer durante 30 segundos
- () 3 capaz de colocar un pie un poco por delante del otro y permanece de forma independiente durante 30 segundos
- () 2 capaz de dar un pequeño paso de manera independiente y permanecer durante 30 segundos
- () 1 necesita ayuda para dar el paso, pero se mantiene durante 15 segundos
- () 0 pierde el equilibrio al tratar de dar un paso o mantenerse de pie

14. Permanecer de pie sobre una pierna

Instrucciones: Párese sobre una pierna lo más que pueda.

- () 4 capaz de levantar la pierna de manera independiente y permanecer por más de 10 segundos
- () 3 capaz de levantar la pierna de forma independiente y permanecer durante 5-10 segundos
- () 2 capaz de levantar la pierna de manera independiente y permanecer por más de 3 segundos
- () 1 trata de levantar la pierna, pero no es capaz de mantenerse durante 3 segundos, pero queda en pie de forma independiente
- () 0 incapaz o necesita ayuda para no caer

Valor total (máximo = 56) _____ puntos.

Nombre del evaluador: _____

firma