



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFFECTOS DEL TAICHÍ SOBRE EL RIESGO DE CAIDA Y LA  
FUERZA MUSCULAR DE LOS ABDUCTORES DE CADERA Y  
EVERSORES DE TOBILLO EN ADULTOS MAYORES SANOS**

JOSÉ TOMAS DEL VALLE FRAGA  
KLAUS THOMAS NICKEL ALEGRIA  
FELIPE IGNACIO RAMÍREZ GOMEZ

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis  
Terrae para optar al Grado académico de Licenciado en Kinesiología

Profesor Guía: Felipe Fernández Astorga

Santiago, Chile

2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos de manera muy especial al Centro de Salud Familiar Salvador Bustos y al Kinesiólogo Ignacio Sánchez Castillo, quien fuera clave para obtener la muestra de pacientes en la realización de este estudio. Además, nuestros respectivos agradecimientos al señor Felipe Pino quien nos facilitó las instalaciones del Polideportivo de Ñuñoa y a Juan Pablo Hernández Rioseco por su dedicación y entrega al realizar las clases de taichí.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
GLOSARIO	viii
ABREVIATURAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
1.0 Demografía y epidemiología del adulto mayor	3
1.1 Demografía y epidemiología del adulto mayor en latino América y Chile	4
2.0 Envejecimiento y sarcopenia	7
3.0 Fuerza muscular	9
3.1 Fuerza muscular en el adulto mayor	9
3.2 Fuerza muscular isométrica	11
3.3 Evaluación de la fuerza muscular	12
3.4 Fuerza muscular y movilidad articular en el adulto mayor	13
4.0 Caída en el adulto mayor	14
4.1 Consecuencias de una caída en el adulto mayor	15
4.2 Medición del riesgo de caída en el sistema público chileno	15
4.3 Factores de riesgo de las caídas	16
5.0 Balance y sus sistemas	16
6.0 Marcha	18
6.1 Fases de la marcha	18

6.2	Importancia de los eversores de tobillo durante la marcha	19
6.3	Importancia del glúteo medio durante la marcha	19
7.0	Actividad física y adulto mayor	20
7.1	Beneficios de la actividad física	20
8.0	Taichí	21
8.1	Biomecánica del taichí	21
8.2	Taichí y riesgo de caída	22
8.3	Taichí y fuerza muscular	23
	Investigación	25
	Problema de investigación	25
	Pregunta de investigación	26
	Hipótesis	26
	Objetivos	27
	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>28</b>
1	Diseño de Investigación	28
2	Selección de la muestra	28
3	Metodología de intervención	30
4	Variables	35
5	Análisis estadístico	38
	<b>RESULTADOS</b>	<b>39</b>
	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>48</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>54</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Gráfico N° 1: Fuerza eversores de tobillo pre-post intervención.	40
Gráfico N° 2: Fuerza eversores según sexo.	40
Gráfico N° 3: Fuerza eversores según edad.	41
Gráfico N° 4: Fuerza abductores de cadera pre-post intervención.	42
Gráfico N° 5: Fuerza abductores de cadera según sexo.	42
Gráfico N° 6: Fuerza abductores de cadera según edad.	43
Gráfico N° 7: Riesgo de caída pre-post intervención.	44
Gráfico N° 8: Riesgo de caída según sexo.	44
Gráfico N° 9: Riesgo de caída según edad.	45
Gráfico N° 10: Correlación riesgo de caída y fuerza de eversores pre intervención.	46
Gráfico N° 11: Correlación riesgo de caída y fuerza de abductores pre intervención.	46
Gráfico N° 12: Correlación riesgo de caída y fuerza de eversores post intervención.	47
Gráfico N° 13: Correlación riesgo de caída y fuerza abductores post intervención.	47
Tabla N° 1: Caracterización de la muestra según sexo.	39
Tabla N° 2: Caracterización de la muestra según grupo etario.	39
Ilustración N° 1: Epidemiología Chile y Sudamérica	6
Ilustración N° 2: Test time Up and Go	82
Ilustración N° 3: Medición fuerza de abductores de cadera	83
Ilustración N° 4: Medición fuerza de eversores de tobillo	84

## RESUMEN

Se estima que en el año 2025, un 20% de la población chilena será considerada adulto mayor (INE, 2010). Si bien envejecer es un proceso natural, éste conlleva un aumento de limitaciones físicas, psicológicas y sociales. Dentro de las limitaciones físicas más frecuentes, encontramos una pérdida progresiva de fuerza y masa muscular, esto causa un deterioro que reduce la movilidad y aumenta el riesgo de caída, lo que produce un impacto negativo en la calidad de vida del adulto mayor (AM). El objetivo del presente estudio es determinar si existen cambios producidos en el riesgo de caída y la fuerza de grupos musculares involucrados en la marcha, como los eversores de tobillo y abductores de cadera, en pacientes AM sanos, sometidos a un entrenamiento de taichí. 24 AM chilenos sanos, entre 65 a 85 años, fueron sometidos a una evaluación de fuerza máxima isométrica en la extremidad dominante de abductores de cadera y eversores de tobillo, utilizando un dinamómetro manual. Estas evaluaciones fueron realizadas antes y después de un período de dos meses de entrenamiento de taichí, se midió también el riesgo de caída por medio del test time up and go (TUG). Los resultados obtenidos demostraron un aumento estadístico significativo de la fuerza post intervención, tanto en los abductores de cadera [12.46 ( $\pm$  2,9) kg - 14.08 ( $\pm$  3,04) kg] como en los eversores de tobillo [6.87 ( $\pm$  1,3) kg - 8.91 ( $\pm$  2,04) kg]. Además, se determinó una disminución significativa en el riesgo de caída con un promedio de [11.92 ( $\pm$  1.59) a 10.33 ( $\pm$  1.52) segundos]. De los resultados obtenidos, se concluye que el taichí debe ser considerado como una herramienta útil para disminuir el riesgo de caída y aumentar la fuerza de músculos involucrados en la marcha y equilibrio.

Palabras claves: Taichí, adulto mayor, riesgo de caída, fuerza muscular, abductores de cadera, balance y eversores de tobillo.

## ABSTRACT

It is estimated that 20% of the Chilean population will be considered elderly by 2025 (INE, 2010), although aging is a natural process that leads to an increase in physical, psychological and social limitations. Within the most frequent physical limitations we find is a progressive loss of strength and muscle mass, causing deterioration that reduces mobility and increases the risk of fall, which has a negative impact on the quality of life of the elderly. The aim of the present study is to determine if there are changes produced in the risk of falls and the strength of muscle groups involved in gait in healthy elderly patients undergoing a taichi training. 24 elders were subjected to a maximal isometric strength evaluation in the dominant limb of hip abductors and ankle eversors using a manual dynamometer. These evaluations were performed before and after a 2-month taichi training period, where the risk of fall was also measured by the time up and go test (TUGT). The results showed a significant statistically increase in post-intervention force of hip abductors [12.46 ( $\pm$  2.9) kg - 14.08 ( $\pm$  3.04) kg] and in the ankle eversors [6.87 ( $\pm$  1, 3) kg - 8.91 ( $\pm$  2.04) kg]. In addition, a significant statistically decrease in fall risk was determined with an average of [11.92 ( $\pm$  1.59) to 10.33 ( $\pm$  1.52) seconds]. According to these results, it can be concluded that taichi should be considered as a useful tool to decrease the risk of falling and increase the strength of muscles involved in gait and balance.

Key words: Taichi, elderly, risk of fall, muscle strength, hip abductors, balance and ankle eversors.

## GLOSARIO

**Abducción:** Movimiento por el cual un miembro se aleja del plano medio que divide imaginariamente el cuerpo en dos partes simétricas.

**Abductores de cadera:** Grupo muscular encargado de realizar el movimiento de abducción de cadera.

**Actividad Física:** Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía.

**Adulto Mayor:** Cualquier persona que tiene sesenta y cinco o más años de edad. También estas personas son llamadas de la tercera edad.

**Dinamómetro:** Instrumento utilizado para medir fuerza, se basa en la capacidad de deformación que tienen los cuerpos elásticos.

**Decúbito supino:** Posición que hace referencia a estar acostado boca arriba.

**Entrenamiento:** Preparación para perfeccionar el desarrollo de una actividad.

**Envejecimiento:** Proceso universal, continuo, irreversible, dinámico, progresivo y declinante, en el que ocurren cambios biopsicosociales producto de la interacción de diversos factores, entre otros: genéticos, sociales, culturales, estilo de vida y enfermedades.

**Eversión:** Movimiento caracterizado por llevar la planta del pie hacia afuera.

**Eversores de tobillo:** Grupo muscular encargado de realizar el movimiento de eversión de tobillo.

**Fuerza Muscular:** Capacidad de un músculo o grupo muscular de ejercer tensión contra una carga durante la contracción muscular.

**Índice de Barthel:** herramienta utilizada para valorar el nivel de independencia del paciente en relación con algunas de las actividades básicas de la vida diaria. Este índice presenta diferentes puntuaciones según las capacidades del paciente evaluado: de 0 a 100, siendo 100 independencia total y de 0-20 dependencia total.

**Masa Muscular:** Volumen de tejido corporal total correspondiente al músculo.

**Mini Mental test:** Se trata de una escala psicosométrica breve para evaluar el estado cognitivo de las personas.

**Riesgo de caída:** Aumento de la susceptibilidad a las caídas que pueden causar daño físico.

**Sarcopenia:** Síndrome caracterizado por una progresiva y generalizada pérdida de masa y fuerza muscular esquelética con riesgo de resultados negativos como la discapacidad física, peor calidad de vida y muerte.

**Taichí:** Arte Marcial de origen chino, que aporta beneficios comprobados para la salud mental y física. Consiste en movimientos relajados y armoniosos los cuales se combinan con la respiración y concentración.

**Test time up and go:** Prueba funcional de equilibrio dinámico utilizada para determinar el riesgo de caída.

## ABREVIATURAS

**AF:** Actividad física

**AM:** Adulto Mayor

**AVD:** Actividades de la vida diaria

**AVDB:** Actividad de la vida diaria básica

**BS:** Base de sustentación

**CG:** Centro de gravedad

**DS:** Decúbito supino

**DM:** Diabetes Melitus

**EEII:** Extremidades inferiores

**EMG:** Electromiografía

**EMPAM:** Examen de medicina preventiva del adulto mayor

**FM:** Fuerza muscular

**GM:** Glúteo medio

**HTA:** Hipertensión arterial

**IB:** Índice de Barthel

**INE:** Instituto Nacional de Estadística

**IC:** Insuficiencia cardíaca

**Kg:** Kilogramos

**MM:** Masa Muscular

**MMSE:** Mini mental test

**RM:** Repetición máxima

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**PA:** Presión Arterial

**RM:** Repeticiones Máximas

**SNC:** Sistema nervioso central

**TUG:** Timed Up and Go

## INTRODUCCIÓN

La población de adultos mayores (AM) en Chile ha aumentado de manera exponencial en las últimas décadas y continúa en alza (Galván , Moreno & González , 2010). Los últimos datos de la encuesta CASEN indican un aumento progresivo del índice de vejez, el cual pasó de 36 % en el año 2000 a 80 % en el año 2013. Estos índices posicionan a la tercera edad como el rango etario de mayor crecimiento, lo que se explica principalmente por la disminución de la natalidad y el aumento de la expectativa de vida (García, 2010). Esto ha generado nuevos problemas en el ámbito de la salud trayendo como consecuencia un mayor número de AM que requieran de infraestructura y políticas públicas adecuadas en el ámbito de la salud.

Los dos principales problemas que destacan en los AM son: en primer lugar, las caídas, las que causan graves repercusiones en la calidad de vida de los AM llevándolos a la dependencia y fragilidad. Las caídas aumentan cada vez más en nuestro país. Se estiman que uno de cada tres AM sufre a lo menos una caída en el período de un año (Minsal, 2010). El segundo problema es la sarcopenia, se estima también que después de los cincuenta años hay una pérdida de 2,1% de masa muscular (MM) por año. A consecuencia de esto se producen pérdidas en la fuerza muscular, siendo los grupos musculares de la extremidad inferior (EEII) los más afectados. Se generan entonces, alteraciones en la estabilidad y velocidad de la marcha aumentando así el riesgo a sufrir caídas (Ordóñez, et al., 2013; Stella, Parra & Contreras, 2012).

En la actualidad hay una gran cantidad de evidencia que ratifica la actividad física (AF) como un elemento fundamental en la prevención del riesgo de caída, además ésta disminuye el progreso de la sarcopenia. Dentro de esta evidencia, se han encontrado numerosas actividades que generan cambios favorables en el riesgo de caída y fuerza muscular como es el caso del taichí. Sin embargo, la mayoría de estos estudios son hechos en poblaciones orientales y no se han enfocado en músculos importantes dentro de las fases de la marcha. Como por ejemplo, el glúteo medio (GM) en la fase de apoyo y los eversores de tobillo, los que permiten la elevación de la parte externa del pie y mantienen la estabilidad en el plano frontal.

Por los motivos ya señalados la realización de un programa de taichí para AM chilenos sanos enfocado en la fuerza de los eversores de tobillo y abductores de cadera es de suma importancia. Al considerar el envejecimiento demográfico progresivo del país junto con el índice de caída que éste presenta, nos parece relevante entregar herramientas de prevención de caídas a los AM y de esta forma, mejorar su calidad de vida.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Demografía y epidemiología del adulto mayor**

La población de AM en el mundo aumenta, una de cada nueve personas es mayor o igual a sesenta y cinco años (OMS, 2011). Hoy hay en el mundo alrededor de seiscientos millones de personas sobre sesenta y cinco años y se estima que entre el año 2000 y 2050 la cifra de los AM sobre sesenta y cinco años se duplicará, al pasar del 11% al 22% de la población mundial, es decir, este grupo etario pasará de ser seiscientos a dos mil millones en el transcurso de medio siglo y la mayoría de ellos pertenecerá a países en vías de desarrollo (Minsal, 2014; Centers for Disease Control and Prevention, 2013). Este fenómeno se conoce como transición demográfica, y consiste en que la población joven va disminuyendo en relación a la población del AM, que cada vez alcanza una edad más longeva (Saito, Izawa & Watanabe, 2016).

El aumento de la expectativa de vida tanto en países desarrollados como en vías de serlo, está directamente relacionado a los avances logrados en el área científica-médica. Enfermedades agudas y muertes por pandemia no son la preocupación de esta época, pero sí la gran cantidad de patologías crónicas que se presentan (Minsal, 2014). Éstas están asociadas a factores de riesgo como

sedentarismo, tabaquismo y mala alimentación, siendo precursores de enfermedades crónicas no transmisibles, como obesidad, diabetes e hipertensión arterial, todas asociadas a enfermedades coronarias y accidentes cerebro vascular. Ésta última es la principal causa de muerte en países desarrollados (OMS, 2011).

### **Demografía y Epidemiología del Adulto Mayor en Latino América y Chile**

En Latino América ha ocurrido un descenso acelerado de la natalidad, seguido por una disminución en la mortalidad desde el año 1950. En sólo cincuenta y cinco años los índices reproductivos que se encontraban entre los más altos del mundo pasaron a estar bajo la media mundial (Sales, Polman & Hill, 2015). Asociado a esto, hubo un crecimiento en la esperanza de vida, que pasó de cincuenta y uno a setenta y cuatro años en tan sólo seis décadas. Uno de los países con mayores expectativas de vida es Costa rica con setenta y nueve años (Saito et al., 2016).

Las principales causas de muerte por enfermedades, en Chile, son similares a las del resto del mundo. En primer lugar, los accidentes cerebro vasculares, en segundo, las enfermedades isquémicas del corazón, en tercero la demencia y el Alzheimer, en cuarto, las enfermedades relacionadas con la presión alta y en quinto lugar se encuentran las infecciones respiratorias agudas como las neumonías (Minsal, 2014). Un 80% de las personas que mueren en Chile padecen alguna enfermedad crónica no transmisible, y un 12% de los AM en Chile sufren lesiones traumáticas, principalmente asociadas a las caídas lo que lleva a pérdida

de independencia y a presentar males geriátricos como el síndrome de fragilidad y otras patologías asociadas al sedentarismo, por ejemplo, la obesidad y enfermedades cardíacas. Sin embargo, gracias a los avances de la medicina en el último siglo, la tasa de mortalidad ha disminuido en Chile (INE, 2010; OMS, 2011).

La población de AM en Chile se ha incrementado en igual proporción que la población mundial del AM. Esto se debe a dos razones principales: disminución de la tasa de natalidad y aumento de la esperanza de vida como consecuencia de la disminución de la mortalidad (INE, 2010). La natalidad en Chile disminuyó más tardíamente, en comparación con el resto del mundo, pero también en forma más drástica: de cinco hijos entre 1955-1960 a 1,89 hijos entre el 2010-2015, cifra que se proyecta a 1,7 entre 2020-2025. En cuanto a la mortalidad, ésta habría disminuido a la mitad en veinticinco años, pasando de trece a siete muertes por mil habitantes. Esta cifra disminuiría hasta cinco muertes por mil habitantes para el 2015 (Minsal, 2014).

En Chile, la esperanza de vida es hoy de setenta y ocho años. Esto, se compara con los datos obtenidos en 1950 en que la esperanza de vida era de cincuenta y seis años. Esto nos habla de una tendencia a vivir más de nuestra población (OMS, 2011). En Chile el AM representa el 15% de la población total del país lo que corresponde a un total de 2.687.637 y se estima que para el 2025 esta cifra aumentará a 3.846.500 y que para el 2050 a 5.698.100, logrando un incremento de 3.010.463 de AM entre el 2016 y el 2050 (Figura 1) (INE, 2010). En consecuencia, existirá un mayor número de AM que requiera de una

infraestructura adecuada en el ámbito de la salud y mayor cantidad de profesionales especializados en esta población (Sales et al., 2015; Minsal, 2014).

Cuadro N°2: América Latina y el Caribe: población de 60 años y más. Países seleccionados, 1950 - 2050.  
(miles de personas)

Países seleccionados	1950	1975	2000	2025	2050	Diferencia	
						2000-1950	2050-2000
Bolivia	152,3	264,1	537,5	1.191,2	2.786,3	385,2	2.248,8
Guatemala	126,7	266,3	660,7	1.429,2	3.625,0	534,0	2.964,3
Brasil	2.627,2	6.541,0	14.031,5	35.076,1	63.117,2	11.404,3	49.085,7
México	1.963,4	3.341,3	6.902,9	18.009,1	37.098,4	4.939,5	30.195,5
Argentina	1.207,5	2.971,0	4.941,7	7.749,6	12.476,8	3.734,2	7.535,1
Chile	416,7	814,0	1.568,5	3.846,5	5.698,1	1.151,8	4.129,6

Fuente: elaboración a partir de datos de CEPAL referidos a estimaciones y proyecciones de población

## Ilustración 1

En la medida en que las personas tienen más edad, ciertos deterioros fisiológicos se vuelven más recurrentes como es la sarcopenia, la que repercute en los AM en la realización de cierto tipo de actividades cotidianas. (Saito et al., 2016; Centers for Disease Control and Prevention. 2013).

## ENVEJECIMIENTO Y SARCOPENIA

Durante el envejecimiento encontramos una de las tantas alteraciones de los procesos fisiológicos que existen: la sarcopenia, término referido a una progresiva y generalizada pérdida de masa y fuerza muscular con riesgo de discapacidad física, peor calidad de vida y muerte. Sin embargo, no sólo se produce una pérdida de MM y fuerza, sino que además la posibilidad de presentar una disminución del índice metabólico, aumentar la resistencia a la insulina, perder masa ósea, reducir el fitness cardiocirculatorio, disminuir la tolerancia a la glucosa y aumentar la masa grasa, entre otras (Molina, 2008).

Esta pérdida de MM aumenta anualmente un 2,1% pasado los cincuenta años hasta producir un 25% de pérdida en individuos bajo setenta años y un 40% en aquellos de ochenta años o más. La disminución de MM indica posibles factores de riesgos como el síndrome de fragilidad, pérdida de independencia y discapacidad física, relacionada con múltiples comorbilidades en el AM, como caídas, disminución de la capacidad funcional y osteoporosis. En relación a la pérdida de MM, ésta traerá un aumento del riesgo de caídas en los AM (Molina, 2008; Hughes, Frontera, Roubenoff, Evans & Singh, 2002).

La mayoría de los datos que hacen referencia a los cambios musculares que se producen con la edad, derivan de estudios transversales. Estos trabajos indican cómo la potencia muscular tiende a alcanzar su nivel máximo entre los veinte y

treinta años, en el mismo nivel permanecen hasta los cuarenta y cinco a cincuenta años en los varones; posterior a ese rango ocurre una pérdida gradual a un ritmo aproximado de un 12-15% por cada década hasta los ochenta años. Los pocos estudios longitudinales que existen sobre este tema muestran que, en personas sedentarias con el aumento de la edad, se da una mayor pérdida de potencia y fuerza muscular en comparación a las que realizan algún tipo de AF (Molina 2008; Hughes et al., 2002).

Existe una relación directa entre la pérdida de MM de las pantorrillas con la capacidad y velocidad de la marcha: a menor MM en las pantorrillas la velocidad de la marcha será menor (Stella et al., 2012). También se han realizado estudios que demuestran que la pérdida de MM de la musculatura extensora del muslo reduce la capacidad de levantarse de una silla y aumenta el riesgo de caídas en el AM (Chicharro & Vaquero, 2006). Los AM con sarcopenia presentan debilidad en las extremidades inferiores (EEII) teniendo una mayor dificultad para realizar tareas básicas y por lo tanto generando un mayor riesgo de caída y dependencia. Es muy importante entender que debido a la sarcopenia el tejido muscular sufre cambios tanto fisiológicos como estructurales, los que pueden alterar la fuerza muscular debido a una relación directa entre ellos (Stella et al., 2012). Estudios longitudinales han demostrado cómo la pérdida de fuerza muscular está determinada en gran medida, por la disminución de MM (Hughes et al., 2002).

## **FUERZA MUSCULAR**

La fuerza muscular corresponde a la capacidad que tienen los músculos para desarrollar tensiones con el fin de vencer la resistencia de un cuerpo (Stella et al., 2012).

### **Fuerza muscular en el adulto mayor**

Durante el envejecimiento, el músculo esquelético sufre importantes cambios y alteraciones en relación a la edad, como la disminución de la MM, aumento de tejido adiposo y tejido conectivo (Hughes et al., 2002). Dentro de los distintos y diversos factores que influyen en la capacidad de producir y originar fuerza, se encuentran los siguientes: mecánica muscular, factores morfológicos, entorno muscular y factores neurales. Dentro de estos factores, uno de los más importante es el aspecto morfológico del tejido muscular, en que se producen alteraciones en la cantidad de fibras musculares tipo I (lentas) y II (rápidas) lo que producirá una disminución en la fuerza del AM (Chicharro & Vaquero, 2006; Scott, Stevens & Binder, 2001). Esta alteración tiene relación con una mayor disminución de fibras tipo II y un aumento en relación a las fibras tipo I. Esta alteración morfológica, junto con otras alteraciones fisiológicas como el envejecimiento del sistema nervioso, tienen implicaciones funcionales tales como la disminución en la velocidad al caminar, aumento del riesgo de caídas y una reducción de la capacidad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria (AVD). Todo esto

contribuye a una pérdida de la independencia y a una reducción en la calidad de vida de los AM (Stella et al., 2012; Macaluso & Devito, 2004).

La fuerza muscular tiene un papel muy importante en la prevención de enfermedades, varios estudios epidemiológicos han demostrado que la disminución de la fuerza muscular en los AM está muy relacionada con el aumento de las limitaciones funcionales y discapacidad física que éstos presentan (Stella et al., 2012). Además, un estudio reciente sugiere que la fuerza muscular es inversamente proporcional a la mortalidad y también a la aparición del cáncer y otras enfermedades (Molina, 2008).

La pérdida de fuerza en el AM afecta a todos los músculos, incluidos los encargados de mantener la estabilidad corporal (músculos posturales). Estos músculos actúan en especial de manera isométrica y son de mucha importancia, ya que mantienen el centro de gravedad dentro de sus límites y evitan caídas ante perturbaciones externas o al realizar actividades cotidianas como caminar (marcha) o levantarse de la cama (transferencias). Por esto, es importante la realización de actividades físicas que fomente un aumento de fuerza de tipo isométrico, ya que este tipo de fuerza se asocia a actividades funcionales que tienden a verse afectadas en los AM (Chicharro & Vaquero, 2006; Baechle & Earle, 2003).

## **Fuerza muscular isométrica**

La fuerza muscular isométrica es la capacidad que tiene el músculo de generar una tensión para vencer una resistencia o mantenerla sin generar cambios en su longitud (Arnold & Bautmans, 2014). Esta fuerza tiene mayor protagonismo en los músculos posturales, los que deben ser capaces de mantener estable los segmentos proximales para así poder realizar movimientos eficientes con nuestras extremidades, por ejemplo, en la realización de transferencias y en la marcha (Volaklis, 2015).

Los músculos posturales peri articulares como los de cadera y tobillo, necesitan de este tipo de fuerza para mantener una adecuada posición articular y dar estabilidad al segmento corporal en el espacio, otorgando así una correcta alineación corporal al momento de realizar el movimiento y evitando caídas generando tensión ante perturbaciones externas (Distefano, Blackburn, Marshall & Padua, 2009).

Por ende, es importante evaluar la fuerza isométrica de los músculos posturales antes de someterlos a un plan de entrenamiento o de rehabilitación, debido a su importancia en la estabilidad de los segmentos y en la realización de actividades funcionales, que requieren de estabilidad, como la marcha (Baechle & Earle, 2003; Volaklis, 2015).

## Evaluación de la fuerza muscular

La fuerza muscular tiene una variedad de escalas y métodos para ser medida. Se clasifica en fuerza máxima (la mayor cantidad de fuerza que el sistema neuromuscular puede generar para mover una resistencia en una sola repetición) y submáxima (fuerza que aún no alcanza su mayor expresión y el movimiento se puede repetir más de una vez). Dentro de la fuerza máxima, ésta se subdivide en estática y dinámica. La estática consiste en tener una resistencia no superable; por lo tanto, las fibras musculares no cambiarán su longitud, en cambio, en la dinámica, si se puede mover la resistencia, y las fibras musculares cambian su longitud. La fuerza isométrica puede ser medida de manera estática mediante la utilización de dinamómetros. Estos son instrumentos que llevan marcada una escala en unidades de fuerza (kilogramo y Newton), en el cilindro hueco que rodea el borde. Al colgar pesos o ejercer una fuerza sobre la superficie se moverá una aguja indicando el valor de la fuerza (Rodríguez, 2007).

El método dinámico de evaluación de fuerza máxima más recomendado es la evaluación isocinética. Sin embargo, es un método caro por lo tanto la evaluación fuerza máxima dinámica también se puede estimar con el método de una repetición máxima (1RM) o también conocido como método directo de RM. Este último es el más utilizado para este tipo de evaluación de fuerza, y consiste en levantar el máximo peso en una sola repetición. Posteriormente, se realizan cálculos para obtener los valores de la fuerza, por lo que no es un método tan fiable como el isocinético o la medición por medio de un dinamómetro. Estos

últimos arrojan valores exactos sin necesidad de realizar cálculos (Rodríguez, 2007).

Por otro lado, la medición de la fuerza submáxima se realiza a través de la evaluación de varios RM, es decir, se estima la fuerza máxima en base a varias repeticiones submáximas que realice el individuo, también conocido como método indirecto (Rodríguez, 2007).

Al momento de evaluar a un AM, se recomienda utilizar fuerzas submáximas o máximas isométricas que disminuyen el riesgo de lesiones y son mejor tolerados por los paciente (Rodríguez, 2007).

Se recomienda el uso de evaluación con dinamómetro, por ser mucho más segura que las evaluaciones con pesos libres. Además, el uso del dinamómetro es recomendado para la realización de estudios ya que otorga resultados más representativos al ser un método de evaluación que no requiere cálculos (Rodríguez, 2007).

### **Fuerza muscular y movilidad articular en el adulto mayor**

Tenemos que darle importancia a la pérdida de la movilidad en el AM, ya que, según algunos autores, está directamente relacionada con un aumento del riesgo de caída. A su vez la pérdida de movilidad en los AM se atribuye a la pérdida de fuerza en sus EEII y como se dijo, la pérdida de fuerza es una de las principales

causas que generan caídas en los AM. Incluso se ha demostrado que los AM que realizan actividad física y permanecen activos, tiene mayor movilidad articular, fuerza muscular y se caen menos en comparación a los que son sedentarios (Molina, 2008).

## **CAÍDA EN EL ADULTO MAYOR**

La Organización Mundial de la salud (OMS) define la caída como la consecuencia de cualquier acontecimiento que precipita al individuo al suelo contra su voluntad (Santillana, Alvarado, Medina, Gómez & Gonzales, 2002; OMS, 2011). Varios autores coinciden que cerca del 17% de los AM en el mundo sufren dos o más caídas en un año y entre un 35 al 50% por lo menos una caída al año (Perry, 1982). En los países desarrollados un 30% de los AM pueden caer más de una vez, un 62% pueden ser en casas y un 26% en la vía pública (Nevitt, Cummings, Kidd & Black, 1989; Myers, Baker, Van Natta, Abbey & Robinson, 1991).

El riesgo de caída aumenta con la edad y es por lo que los AM presentan mayor riesgo de sufrir una caída. Éstas producen cambios negativos sobre su salud, al marcar el umbral de dependencia en el AM (Parkkari et al., 1999). En Chile se registró un promedio de dos episodios de caídas anuales en mujeres mayores de sesenta y cinco y en los varones fue un promedio de cuatro caídas al año, lo que demuestra que las caídas y sus consecuencias son un problema del AM chileno. (Colls & DeLuca, 1993).

## **Consecuencias de una caída en el adulto mayor**

Las caídas en el AM significan largas instancias de hospitalización con un fuerte gasto económico estatal. Además pueden desencadenar en el paciente una pérdida de funcionalidad importante y volverlo totalmente dependiente (Alexander, Rivara & Wolf, 1992). Las consecuencias de una caída incluso sin lesiones físicas son graves, las caídas pueden provocar temor, disminución de la calidad de vida y pérdida de la independencia. El miedo a caer también restringe el rol social del AM, esto disminuye la calidad de vida y sus capacidades funcionales (Mckinely et al., 2008; Hyodo, et al., 2012).

## **Medición del riesgo de caída en el servicio público chileno**

Una de las evaluaciones anuales para el AM realizadas en Chile es el examen de medicina preventiva (EMPAM). Dentro del EMPAM encontrarnos una evaluación llamada Time up and go (TUG), un predictor del riesgo de caída (Minsal, 2014). Esta prueba es una de las más utilizadas en el ámbito clínico, por su fácil reproducción y bajo costo. Consiste en medir el riesgo de caída cronometrando el tiempo requerido para efectuar un recorrido de tres metros hasta un cono y luego regresar a la posición inicial. Si la persona demora menos de diez segundos no tiene riesgo de caída, si demora entre 10 a 20 segundos en terminar el recorrido presentara riesgo leve-moderado de caída y si demora más de 20 segundos se le clasificará con alto riesgo de caída (Maki, 1997).

## **Factores de riesgo de caídas**

El riesgo de caída en los AM puede tener distintas causas y se dividen en factores de riesgo extrínseco e intrínseco. Los factores de riesgo extrínseco se refieren a factores del ambiente en que se desenvuelve el AM: vivienda, vía pública y transporte. Los factores intrínsecos se refieren a enfermedades fisiológicas que pueden alterar el control postural normal: patologías del sistema sensorial, sistema periférico, sistema nervioso central (SNC) y músculo-esqueléticas (Hernández, Alvarado, Medina, Gómez & Cortez, 2002).

El control postural se compone de dos sistemas: uno, la orientación postural, definida como la capacidad para mantener alineados los segmentos corporales con respecto a la gravedad al realizar un movimiento. El otro es el de estabilidad postural o balance. Este sistema en los AM suele estar más alterado a causa del proceso de envejecimiento y por ende, problemas o alteraciones en el balance pueden llegar a originar una caída (Horak, 2006).

## **BALANCE Y SUS SISTEMAS**

El balance es una habilidad motora definida como una integración de información censada y captada por los órganos sensoriales y receptores la que es organizada y planificada a nivel cortical y tiene como resultado una respuesta motora efectora. Esta habilidad es fundamental para desempeñar de manera eficiente actividades básicas de la vida diaria (AVDB) como las transferencias; además este sistema es

primordial en la realización de actividades más complejas y exigentes como ciertas actividades deportivas. El balance, al ser una habilidad compleja está constituido por una serie de subsistemas. Entre los subsistemas, se encuentra el sistema biomecánico, los límites de estabilidad/verticalidad, ajustes posturales anticipatorios, respuestas posturales automáticas, orientación sensorial y la estabilidad en la marcha (Horak, 2006).

Cabe destacar la importancia del sistema biomecánico, ya que dentro de éste se encuentra la fuerza muscular. El rol de la fuerza muscular en este sistema es muy importante. Mediante ésta se pueden realizar los movimientos voluntarios además de contrarrestar fuerzas externas que nos precipitarían al suelo como el caso de la gravedad. Por ende, una alteración o disminución de ésta podría provocar alteraciones en las transferencias y en la marcha, ocasionando una caída (Horak, 2006; Merom et al, 2013).

Retomando el tema de los subsistemas del balance, éstos se encargan en un principio de mantener la alineación postural y la correcta relación vertical entre los segmentos corporales para contrarrestar las fuerzas gravitatorias con el fin de mantener una postura erguida y realizar una marcha eficiente e independiente. Sin embargo, las caídas generalmente ocurren durante la marcha, es decir ocurren cuando la persona se encuentra caminando (Stella et al., 2012; Horak, 2006; Bohammon, 2006).

## **MARCHA**

El ciclo de marcha es la secuencia de acontecimientos que tienen lugar desde el contacto de un talón con el suelo hasta el siguiente contacto del mismo talón con el suelo. Durante el ciclo de marcha completo, cada miembro inferior considerado, pasa por dos fases (Dingwell, Cusumano, Stenard & Cavanagh, 2000; Buzzi, Stergiou, Kurz, Hageman & Heidel, 2003).

### **Fases de la marcha**

La fase de apoyo constituye alrededor del 60% del ciclo y la fase de oscilación representa el 40% restante y consisten en lo siguiente:

A) Fase de apoyo: El pie de referencia está en contacto con el suelo.

B) Fase de oscilación: El pie de referencia está suspendido en el aire.

La fase de apoyo se divide en las siguientes cinco sub-fases: (Dingwell et al., 2000; Buzzi et al., 2003; Granata & Lockhart, 2008).

- Contacto terminal: Instante en que el talón toca el suelo.
- Respuesta de carga: Contacto de la parte anterior del pie con el suelo.
- Posición media: Contacto total de la parte anterior del pie con el suelo.
- Posición terminal: Instante en que el talón se eleva del suelo.
- Pre-balanceo: En esta fase están a punto de despegarse los dedos del suelo, por lo cual se denomina también fase de despegue de dedos.

### **Importancia de los eversores de tobillo durante la marcha**

Durante la marcha, apenas el pie toca el suelo, el tibial posterior asume su papel de estabilizador lateral controlando la parte interna del pie. A continuación, comienzan a actuar también los peroneos laterales de forma que en el apoyo monopodal se controlará la estabilidad frontal del tobillo, tanto en su parte interna como en la externa. Posteriormente en el despegue del pie, la acción de los peroneos laterales permiten la elevación de la parte externa del pie de forma que lo último en abandonar el suelo es el primer dedo. Este despegue es importante al momento de la marcha, ya que si no existe una correcta elevación del pie puede suceder alguna caída debido al impacto del pie contra el suelo u otro objeto. (Krebs, Goldvasser, Lockert, Portney & Gill-Body, 2001).

### **Importancia del glúteo medio en la marcha**

Anteriormente dijimos que la fase de apoyo corresponde al 60% del ciclo de la marcha. Dentro del grupo muscular abductor de cadera, uno de los músculos más importantes es el glúteo medio (GM). Al estar en apoyo monopodal este músculo estabiliza la pelvis en el plano frontal y evita la caída de ésta, evitando así los desplazamientos laterales del centro de gravedad (CG). Así el CG no se sale de la base de sustentación (BS), lo que brinda una marcha más estable y con menos riesgo de caídas, ya que un desplazamiento del CG fuera de la BS generaría más probabilidades de tener alguna caída (Howe, Rochester, Jackson, Banks & Blair, 2007).

## **ACTIVIDAD FÍSICA Y EL ADULTO MAYOR**

Mejorar la salud en la tercera edad se ha convertido en un importante objetivo a través de la disminución de la mortalidad relacionada con la edad y la morbilidad. Promover la actividad física mejorará las condiciones de salud en general y reducirá los factores de riesgo cardiovasculares asociados a la mortalidad (INE, 2010). De hecho, desde hace más de una década hay mayor atención a la necesidad de promover una buena salud en las personas mayores. En el Reino Unido se ha desarrollado una política y una estrategia nacional para mejorar la salud y el bienestar de los AM. Dicha política incluye la promoción de la actividad física no solo por sus beneficios físico sino también cognitivos, ya que el ejercicio es un factor de protección mental ante patologías como la depresión y la demencia (Blake & Hawley, 2012).

### **Beneficios de la actividad física**

La inactividad física y el sedentarismo han demostrado que aumentan el envejecimiento y sólo el 30% de los AM realiza ejercicio físico regular una vez por semana. El ejercicio es una intervención que ha demostrado beneficios fisiológicos para todos los grupos etarios incluyendo al AM. También ha demostrado beneficios preventivos en relación a patologías como artrosis de rodilla y cadera. Además, disminuye el riesgo de padecer estados de demencia senil (Blake & Hawley, 2012).

Una de las tantas actividades físicas recomendadas para el AM es el taichí, debido a que no se necesita de un gran estado físico para realizarlo y otorga innumerables beneficios a esta población (Blake & Hawley, 2012; Zhou et al., 2015).

## **TAICHÍ**

El taichí es un arte marcial con aplicaciones terapéuticas originario del Imperio chino y cuya práctica se relaciona con la consecución de un mayor equilibrio físico y psíquico (Hu et al., 2016). Esta actividad es practicada en el siglo XXI por varios millones de personas en el mundo, por lo que se encuentra entre las artes marciales más masivas (Konig et al., 2014). Combina movimientos físicos amplios con técnicas de respiración, logrando la activación rítmica de diferentes grupos musculares (Blake & Hawley, 2012; Zhou et al., 2014).

### **Biomecánica del taichí**

Este arte marcial se basa en realizar una serie de movimientos lentos, rítmicos y coordinados. Consiste en ir cambiando el peso de un pie a otro con movimientos de rotación de cabeza, tronco y extremidades (Li et al., 2005). La práctica implica un grado de flexión en las caderas y rodillas lo que lleva a obtener un centro de gravedad más bajo para promover el fortalecimiento muscular de las extremidades inferiores (Blake & Hawley, 2012). Otra característica del taichí, consta en realizar una serie de movimientos funcionales que tienen como objetivo aumentar la estabilidad postural y la movilidad, además de desafiar el control del balance y los

patrones al momento de la marcha. Esto se refleja en los movimientos del tobillo y desplazamiento del centro de masa sobre la base de sustentación (Zhou et al., 2015). Lo beneficioso del taichí es el uso del propio peso del cuerpo como única resistencia física y esta puede ir haciéndose más compleja al tener que realizar movimientos lentos y coordinados (Wu, Zhao & Wei, 2002; Winter, Li & Horak, 2012).

### **Taichí y riesgo de caída**

Las actividades físicas que desafían la movilidad tienen efectos beneficiosos sobre el equilibrio y aumentan la auto-eficacia en la realización de las AVD. Así, los programas de ejercicios que incorporan la práctica del equilibrio pueden rehabilitar los problemas de balance (Hackney & Mckee, 2014). El taichí también ha demostrado que es beneficioso para reducir la incidencia de caídas en el AM producto de una mejora en los distintos componentes del control postural, entre los que se encuentran un aumento de la información sensorial, aumento de la coordinación muscular y finalmente, un aumento del balance producto de cambios de posición del cuerpo. Todo esto llevaría a una mejora tanto en el equilibrio y en balance, con lo que se disminuye el riesgo de caída (Wu et al., 2002; Pereira, Oliveira, Silva, Souza & Vianna, 2008).

Los movimientos lentos y coordinados del taichí pueden tener un impacto positivo en el control del equilibrio (Hackney & Mckee, 2014). Hay evidencia que en un período relativamente corto, el taichí puede ayudar a mantener y mejorar el

equilibrio funcional y proporcionar ganancias físicas generales (Serrano, Morales, Martinez, Belmar & Rodriguez, 2010). La mayor cantidad de evidencia relacionada a los beneficios del taichí sobre el riesgo de caída se centran en la reducción de las tasas de caídas y mejoras en el equilibrio en AM sanos (Blake & Hawley, 2012).

### **Taichí y fuerza muscular**

El taichí no sólo es un arte marcial basado en movimientos rítmicos, también consiste en realizar una serie de movimientos lentos guiados por la cadera, rodilla y tobillo (Ming, Nan & Qiang, 2015). Los músculos de estas articulaciones generan los movimientos en varias direcciones, por medio de contracciones concéntricas, excéntricas e isométricas. Por ende, se podría ver un aumento de fuerza en estos grupos musculares debido a que la contracción excéntrica e isométrica producen un mayor aumento de fuerza muscular (Winter et al., 2012; Song, Roberts & Lee, 2010).

También se ha visto que los movimientos del taichí aumentan la fuerza en los músculos dorsiflexores de tobillo y extensores de rodilla, debido a que durante la práctica del taichí hay desplazamientos frontales y laterales del centro de masa, que involucran posiciones en apoyo monopodal, en las cuales el grado de flexión de rodilla suele aumentar, provocando una mayor activación de estos grupos musculares (Ming et al., 2015; Winter et al., 2012).

El taichí también se enfoca en las transferencias de peso y movimientos del cuerpo fuera de su base de sustentación, lo que demandaría una mayor acción de musculatura estabilizadora en cadera, rodilla y tobillo (Song, et al, 2010). Esta disciplina es un ejercicio de baja a moderada intensidad que implica la coordinación neuromuscular a través de movimientos que desafían el balance. Esto aumentaría la fuerza de músculos de la EEII, ya que en el taichí se realizan transferencias muy lentas, lo que generaría contracciones musculares con el fin de lograr una estabilización postural (Ming, Nan & Qiang, 2015; Winter, et al, 2012).

Se realizó un estudio a cinco mujeres jóvenes, sedentarias y sin lesiones musculares. Estas fueron sometidas a un plan de entrenamiento de taichí durante nueve semanas. A continuación, fueron medidas con un dinamómetro manual, que cuantificaba la fuerza muscular isométrica en la extremidad inferior, especialmente en el grupo muscular cuádriceps. Se concluyó que, a mayor grado de flexión de rodilla mayor era el aumento de fuerza de estos grupos musculares (Wu, 2008).

En otro estudio veintiséis personas fueron sometidas a catorce semanas de sesiones de taichí y al finalizar éstas, los resultados arrojaron un aumento de la fuerza excéntrica del aparato extensor de rodilla, el cuádriceps. Este fue medido con un dinamómetro manual y se concluyó que el aumento de la fuerza excéntrica de los músculos extensores de rodilla, está directamente relacionado con una disminución del centro de presión del pie, tanto en sentido antero posterior como medio lateral. Esta relación generó un aumento en la estabilidad postural ayudando a prevenir futuras caídas en el AM (Lu, Wyo & Hui-Chan, 2012).

En otra investigación participaron doscientos cinco AM, divididos en cuatro grupos de diferentes edades. Los grupos practicaron diariamente una hora de taichí en la mañana durante cinco días a la semana por tres años. Estos AM no estaban involucrados en otra actividad física y sólo se dedicaban a practicar taichí y a sus actividades laborales. Los resultados arrojaron que hubo un aumento de la fuerza en músculos ubicados en la articulación de la cadera y el tobillo. El propósito principal de este estudio fue determinar los efectos del taichí en los músculos implicados en la flexión de cadera y dorsiflexión de tobillo (Ming, et al, 2015).

## **INVESTIGACIÓN**

### **Problema de investigación**

El creciente aumento de AM en Chile y las pocas políticas públicas enfocadas a esta población, nos obligan a pensar en soluciones baratas a aplicar, para prevenir ciertos deterioros físicos como la pérdida de fuerza y como consecuencia de ésta, las caídas. Si bien existen estudios que miden la fuerza muscular y el riesgo de caída en base al taichí, la mayoría son efectuados en poblaciones orientales y ninguno involucra músculos extremadamente importantes para la marcha, como los abductores de cadera y eversores de tobillo.

Debido a lo anterior y la situación demográfica chilena actual, es relevante realizar una investigación que determine los efectos del taichí sobre el riesgo de caída y la fuerza muscular de abductores de cadera y eversores de tobillo en AM chilenos.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existen cambios en el riesgo de caída y la fuerza muscular de los eversores de tobillo y abductores de cadera en el AM chileno sano al ser sometido a un entrenamiento de taichí de dos meses?

### **HIPÓTESIS**

Hipótesis de trabajo:

El taichí disminuirá el riesgo de caída y aumentará la fuerza muscular de los grupos abductores de cadera y eversores de tobillo

Hipótesis nula:

El entrenamiento de taichí no generará cambios en el riesgo de caída y la fuerza muscular de los grupos abductores de cadera y eversores de tobillo.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Cuantificar los efectos de una intervención de taichí de 2 meses de duración en el riesgo de caída y la fuerza muscular de los abductores de cadera y eversores de tobillo en AM chilenos sanos.

### **Objetivos Específicos**

1. Cuantificar la fuerza del grupo abductor en la extremidad dominante de los AM antes y después de realizar un período de entrenamiento de taichí.
2. Determinar si existen cambios pre y post intervención en la fuerza del grupo abductor en la extremidad dominante de los AM.
3. Cuantificar la fuerza del grupo eversor en la extremidad dominante de los AM antes y después de realizar un período de entrenamiento de taichí.
4. Determinar si existen cambios pre y post intervención en la fuerza del grupo eversor de la extremidad dominante de los AM.
5. Cuantificar el riesgo de caída de los AM antes y después de realizar un periodo de entrenamiento de taichí.
6. Determinar si existen cambios pre y post intervención en el riesgo de caída de los AM.
7. Correlacionar los cambios entre la fuerza y riesgo de caída de los AM.
8. Correlacionar los cambios de la fuerza en relación al sexo y edad.
9. Correlacionar los cambios del riesgo de caída en relación al sexo y edad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño de la investigación**

El diseño del estudio tendrá un enfoque cuantitativo con un alcance cuasi-experimental, cuya finalidad es correlacionar en una secuencia temporal longitudinal de tipo prospectivo, los cambios en la fuerza muscular y el riesgo de caída.

### **Selección de la muestra de estudio**

#### **Universo y población**

El universo está conformado por todos los AM residentes de la comuna de Ñuñoa en la ciudad de Santiago, Chile. La población está compuesta por AM sanos, no institucionalizados y de ambos sexos con edad entre sesenta y cinco y ochenta y cinco años, pertenecientes al polideportivo de la corporación de deportes de Ñuñoa (N: 45).

#### **Muestra**

La muestra final de individuos que participan en el estudio está compuesta por 24 AM (n: 24). Se utilizó un tipo de muestreo no probabilístico, por conveniencia.

De los 24 AM incluidos en este estudio diez son hombres y catorce son mujeres, con un promedio de edad de  $72,5 \pm 2,12$  años. El resto de las características de la muestra se encuentran en el capítulo de resultados.

### **Criterios de inclusión**

- Adultos mayores, entre 65 a 85 años, ambos sexos.
- Tener 100 puntos en el índice de Barthel (IB).
- Puntaje mayor o igual a 14 en el test Minimental modificado (MMSE).
- Porcentaje de asistencia a las clases  $\geq 90\%$ .

### **Criterios de exclusión**

- Adultos mayores que sufran vértigo.
- Polifarmacia (más de 3 medicamentos).
- Presión arterial sobre 140/90.
- Uso de ayudas técnicas.
- Institucionalizados.
- Esguince, fractura y post operados de prótesis cadera y rodilla en los últimos seis meses.
  - Enfermedad reumática diagnosticada en los últimos seis meses
  - Angina Inestable.
  - Enfermedades crónicas no transmisibles como hipertensión arterial (HTA), Diabetes mellitus (DM) e insuficiencia cardíaca (IC) no controladas.
    - Realizar algún tipo de actividad ya sea recreativa o laboral que provoque un aumento de la fuerza muscular en EEII.

## **Metodología de intervención**

Todos los AM fueron elegidos según los criterios de inclusión y exclusión establecidos. A cada AM interesado en participar en nuestro estudio se le aplicó el IB (Anexo N°1) medida genérica que mide el nivel de independencia del paciente con respecto a la realización de algunas actividades de la vida diaria (AVD). Aquéllos AM que obtuvieron un puntaje de 100 puntos se consideran independientes y por lo tanto pueden ser incluidos en el estudio.

A cada interesado también se le realizó el MMSE (Anexo N°2). Ya que los AM deberán entender las indicaciones del profesor durante las clases de taichí y a los investigadores durante las evaluaciones. Además, deberán leer el consentimiento informado, por lo que no deben presentar ningún tipo de déficit cognitivo ya que esto podría alterar la realización del estudio.

Se consideró a los AM que obtuvieron un puntaje mayor o igual a catorce en el MMSE. A continuación éstos leyeron y firmaron el consentimiento informado (Anexo N° 3), este incluye una descripción breve del estudio e información sobre los beneficios y riesgos.

Luego de que los AM firmaran el consentimiento informado, se procedió a recolectar datos utilizando una ficha clínica creada por los investigadores (Anexo N°4). Esta ficha permitió obtener la caracterización de la muestra y establecer la

muestra final en base a criterios de inclusión-exclusión, dando así inicio a las evaluaciones pre intervención.

### **Evaluaciones pre- post intervención**

Las evaluaciones pre-post intervención consistieron en determinar el riesgo de caída utilizando el TUG y la fuerza máxima isométrica utilizando un dinamómetro manual. Estas evaluaciones se realizaron en la sala N° 1 del polideportivo de Ñuñoa y fueron medidas en un ambiente con condiciones favorables: adecuada iluminación, sin distracciones y con el espacio necesario para la ejecución de cada una de las evaluaciones.

Para la evaluación del riesgo de caída se contó con la presencia de los evaluadores (investigadores) debidamente preparados, éste se evaluó mediante la realización del TUG. Para esto, el AM permaneció sentado en una silla sin apoyabrazos, con su espalda adosada al respaldo y los pies tocando el suelo. Luego, se le solicitó al AM ponerse de pie y caminar lo más rápido posible, sin trotar, hasta un cono ubicado a tres metros, girar alrededor del cono para volver a sentarse en la silla con su espalda apoyada en el respaldo (Anexo N° 5).

Un evaluador acompañó (cerca pero no a la par) al AM durante todo el recorrido de la prueba, un segundo evaluador tomó el tiempo que demoraba en realizar el test con un cronómetro, La prueba se realizó tres veces y se eligió el menor

tiempo. Cada AM descansó dos minutos entre un intento y otro, ya que la fatiga podría afectar el rendimiento del sujeto en la prueba.

El resultado de esta prueba lo determina el tiempo que tardó en recorrer el circuito. Se considera normal y sin riesgo de caída si el tiempo es menor a diez segundos, un riesgo leve-moderado de caída entre diez y veinte segundos y un alto riesgo de caída con tiempo mayor a veinte segundos. La medición del tiempo se inicia cuando la persona despega la espalda de la silla, y se detiene cuando retorna a la posición inicial después de haber completado el circuito.

Para la medición de la fuerza isométrica máxima de eversores de tobillo y abductores de cadera, se utilizó una camilla plegable estándar de 75 centímetros de alto, una cincha marca Lessa de 150 centímetros de largo y un dinamómetro de mano hidráulico marca Baseline. El resultado de los datos entregados con el dinamómetro fue en libras y kilogramos (Kg). En este caso utilizamos los Kg como medida estándar de fuerza.

Para medir la fuerza de los abductores de cadera se posicionó a cada sujeto en decúbito supino con 90° de flexión de rodilla en la extremidad dominante y extensión completa de rodilla en la extremidad contralateral. La cincha fue colocada sobre la rodilla de la extremidad dominante (rodeándola), luego se fijaron segmentos proximales y distales para evitar compensaciones al realizar el movimiento de abducción (Anexo N° 6).

La evaluación de fuerza de los eversores de tobillo se realizó en decúbito supino con flexión de 90° en la rodilla no evaluada, mientras que la extremidad dominante se encontraba en extensión completa de rodilla. La cincha fue colocada a nivel del 5° metatarsiano (rodeando el antepie). El paciente debía realizar una fuerza hacia la eversión, mientras se fijó y estabilizó desde la porción distal de tibia y peroné para evitar compensaciones (Anexo N° 7).

La estructura fija que contiene el dinamómetro y el otro extremo de la cincha estuvieron a 40 centímetros de la extremidad evaluada. Durante el reposo se verificó que la tensión de la cincha ejercida entre la fijación proximal (dinamómetro) y fijación distal (extremidad evaluada) fuera estándar, mientras que la tensión durante la ejecución de la evaluación fue máxima.

En consideración a la variabilidad de estaturas y dimensiones de cada sujeto, se consideró que la estructura de fijación proximal fuera regulable en su altura, la que se ajustó para las respectivas evaluaciones de fuerza de abductores de cadera y eversores de tobillo. La altura media para estas respectivas evaluaciones fue de 95 y 75 centímetros respectivamente.

La fuerza de estos dos grupos musculares fue cuantificada de manera isométrica ya que al poder controlar los rangos, se transforma en una evaluación mucho más segura, simple y que simula la acción de músculos posturales como los evaluados en este estudio. Además, las mediciones isométricas son fáciles de estandarizar y requieren poca exigencia técnica y/o habilidad. Si bien la utilización de

repeticiones máximas (RM) puede ser un poco agresiva para la población más adulta, justamente resulta aún más importante controlar los rangos de movimiento en este tipo de contracciones para evitar el riesgo de lesiones.

El dinamómetro, entrega resultados cuantificables mucho más seguros y confiables que cualquier otra evaluación de fuerza máxima, al igual que las pruebas isocinéticas, pero con la diferencia que tiene un costo mucho menor.

### **Intervención terapéutica**

Las clases de taichí se iniciaron justo después de realizar las evaluaciones pre intervención el día veinte de agosto. Estas clases fueron realizadas en un período de dos meses con una frecuencia de tres veces a la semana y duración de cuarenta minutos cada clase. Completando un total de veinte y cuatro sesiones de taichí siempre a cargo de un mismo instructor certificado en dicha actividad. Durante las sesiones se implementó un protocolo en caso de emergencia, que debió ser aplicados en los pacientes con los siguiente síntomas: angina, fatiga extrema y/o síncope (Anexo N° 8).

Una vez finalizada la última clase de taichí, se convocó a los AM pertenecientes al estudio los días dieciocho y veinte de octubre para proceder a realizar evaluaciones post intervención. Se realizaron para ser comparadas con los resultados pre intervención. Su finalidad fue determinar los cambios en las variables dependientes del estudio, y determinar si existen cambios en el riesgo de caída y fuerza muscular producidos por el taichí.

### Variables del estudio

<b>Variable dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
TUG	Prueba funcional de equilibrio dinámico utilizada para determinar el riesgo de caída.	Determinado por el tiempo (medido con cronómetro) que demora el individuo en levantarse de la silla sin apoyar brazos, caminar lo más rápido posible sin trotar hasta un cono ubicado a 3 metros y retornar a la posición inicial.	Segundos	Cuantitativa continua

Fuerza muscular isométrica máxima	Máxima tensión producida por un grupo muscular sin tener cambios (aumento o disminución) en su longitud, es decir las miofibrillas no se deslizan unas a lo largo de las otras.	Determinado por la presión máxima de la extremidad evaluada ejercida sobre un dinamómetro.	Kg	Cuantitativa continua
Riesgo de caída	Probabilidad de que una persona sufra alguna caída.	Determinado por el resultado obtenido en el TUG.	Normal, leve, moderado y severo.	Cualitativa ordinal.

<b>Variable independiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Entrenamiento de Taichí	Adquisición de habilidades y	Determinado con el	Número de clases de	Cuantitativa discreta

	capacidades físicas por medio de la exposición a una disciplina oriental caracterizada por movimientos relajados y armoniosos, los cuales se combinan con la respiración y concentración.	porcentaje de asistencia a las clases.	taichí.	
--	---	--	---------	--

### **Variables desconcertantes**

1. El compromiso del AM con el estudio.
2. Alteración propioceptiva no diagnosticada.
3. Puntualidad de los AM tanto para las evaluaciones como para las clases de taichí.
4. Actividad recreativa o laboral que aumente la fuerza muscular de EEII no informada por los AM.
5. Experiencia del profesor al aplicar la intervención.
6. Experiencia de los evaluadores al aplicar las evaluaciones.

### **Análisis estadístico**

Se determinó la normalidad de los datos con el test de Shapiro-Wilk y se observó que la distribución de los datos obtenidos en la fuerza de eversores de tobillo pre intervención escapaba de la normalidad, por lo que se utilizó el test estadístico de Wilcoxon, mientras que en el resto de las variables se utilizó el T-test pareado.

Se utilizó un alfa de 0,05 para realizar la aseveración del error estadístico y se obtuvo el valor P de 0,0001 mediante el T-test y Wilcoxon. El analysis of variance (ANOVA) fue usado para determinar si existe alguna correlación en los resultados de las variables dependientes (fuerza y riesgo de caída). Además fue utilizado para relacionar covariables (edad y sexo) con el riesgo de caída y fuerza muscular de los AM.

## RESULTADOS

Los resultados fueron divididos en tres grupos principales, dentro de los que se encuentran la fuerza (abductores de cadera y eversores de tobillo) y riesgo de caída. Dentro de cada grupo principal se realizó una subdivisión en relación a la edad (65-75; > 75 años) y sexo (hombres; mujeres).

Tabla N°1: Caracterización de la muestra según sexo.

	Hombres	Mujeres	Total
N	10	14	24
Edad	71 ± 4,73	74 ± 5,89	72,5± 2,12
Peso (kg)	78± 6.06	67±4,19	72,5± 7,77
Talla (cm)	175 ±5,39	160 ± 5,81	167,5±10.6

Tabla N°2: Caracterización de la muestra según grupo etario.

	De 65 a 75 años	Sobre 75 años	Total
N	14	10	24
Hombres	7	3	10
Mujeres	7	7	14
Edad	68 ± 3,23	78 ± 2,12	73± 7,07
Peso (Kg)	73 ± 7,76	70±6.88	71,5± 2,12
Talla (cm)	165 ± 9.04	169±8,44	167±2,82

## Fuerza Eversores

El resultado pre intervención fue de 6.87 ( $\pm 1,3$ ) kg y post intervención 8.91 ( $\pm 2,04$ ) kg, con una diferencia de 2.04 kg (los resultados en las variables dependientes obtuvieron un  $P < 0,0001$  lo que significa que los cambios producidos por la intervención fueron significativos). En relación al sexo y la edad no se observaron diferencias significativas.

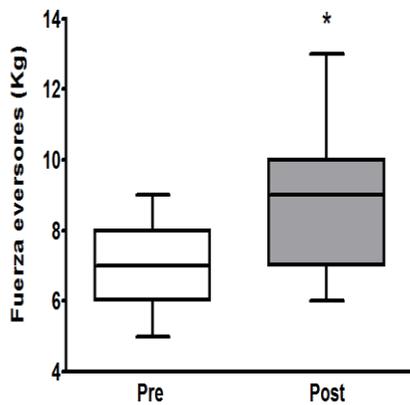


Gráfico N°1: Fuerza eversores de tobillo pre y post intervención, en el cual se observan cambios significativos ( $P < 0,0001$ )

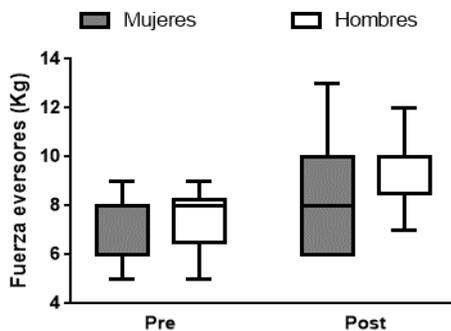


Gráfico N°2: Fuerza eversores según sexo.

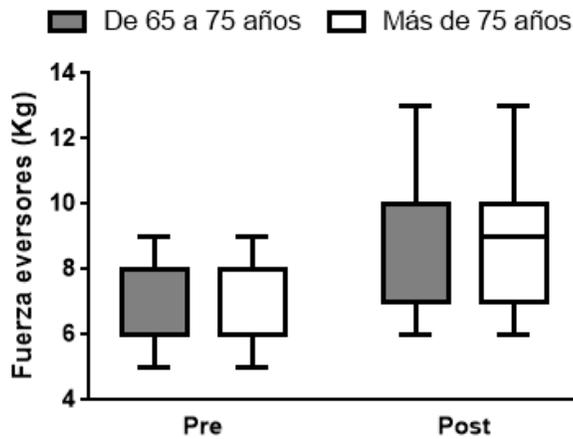


Gráfico N°3: Fuerza eversores según edad.

### Fuerza abductores de cadera

El resultado pre intervención fue de 12,46 ( $\pm 2,9$ ) kg y post intervención 14,08 ( $\pm 3,04$ ) kg, con una diferencia de 1,62 kg (los resultados en las variables dependientes obtuvieron un  $P < 0,0001$  lo que significa que los cambios producidos por la intervención fueron significativos).

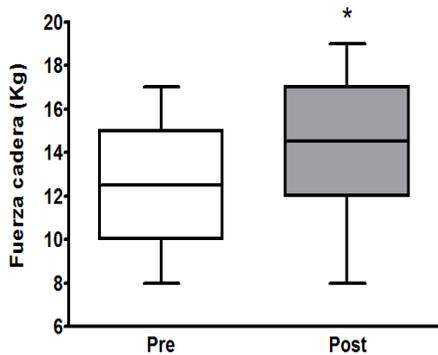


Gráfico N°4: Fuerza abductores de cadera pre y post intervención, en el que se observan cambios significativos post intervención ( $P < 0,0001$ ).

En relación al sexo los resultados fueron los siguientes: Pre intervención hombres 15 kg y mujeres 10,5 kg. Mientras que post intervención hombres 17 kg y 12 kg en mujeres, obteniendo una diferencia significativa de 5 kg entre ambos sexos.

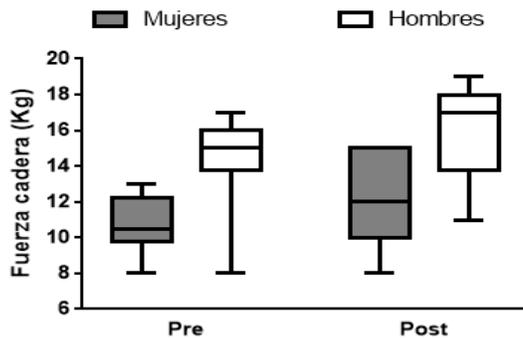


Gráfico N°5: Fuerza abductores de cadera en relación al sexo, el cual muestra una diferencia significativa de 5kg post intervención entre ambos sexos.

Por último, en relación a la edad pre intervención en el grupo de 65-75 años el resultado fue de 13 kg mientras que en el grupo  $> a 75$  años fue de 12 kg. Mientras que post intervención en el grupo de 65-75 años fue de 15 kg y en  $> a 75$  años 12 kg, obteniendo una diferencia significativa de 3 kg.

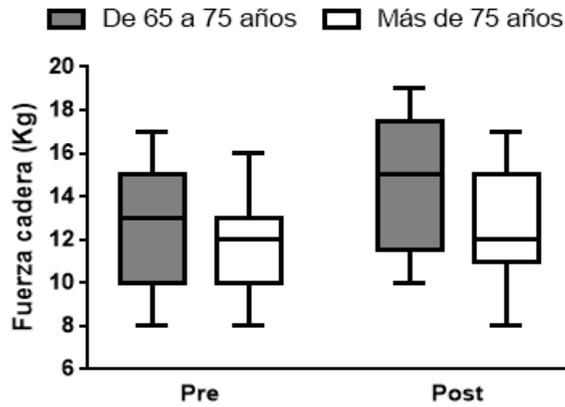


Gráfico N°6: Fuerza abductores cadera en relación a la edad, el que muestra una diferencia significativa de 3kg post intervención entre ambos grupos etarios.

### Riesgo de caída

El resultado pre intervención fue de 11.92 ( $\pm 1,59$ ) segundos y post intervención 10.33 ( $\pm 3.04$ ) segundos, con una diferencia de 1,59 segundos (los resultados en las variables dependientes obtuvieron un  $P < 0,0001$  lo que significa que los cambios producidos por la intervención fueron significativos). No se observaron diferencias significativas según sexo y edad.

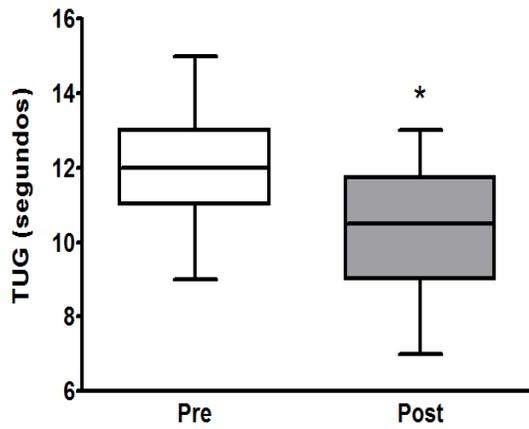


Gráfico N°7: Riesgo de caída pre y post intervención, en que se observan cambios significativos post intervención ( $P < 0,0001$ ).

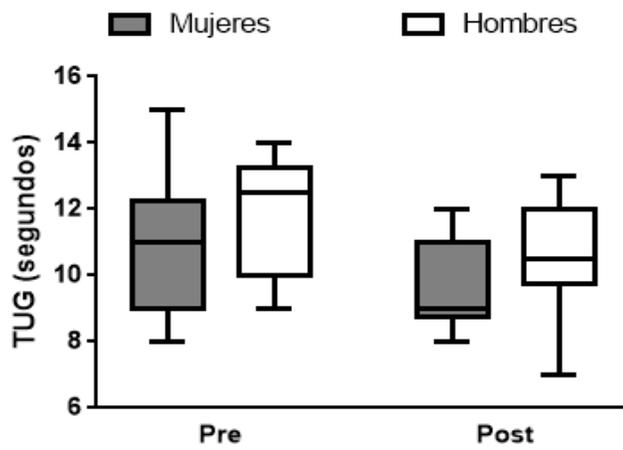


Gráfico N°8: Riesgo de caída en relación al sexo.

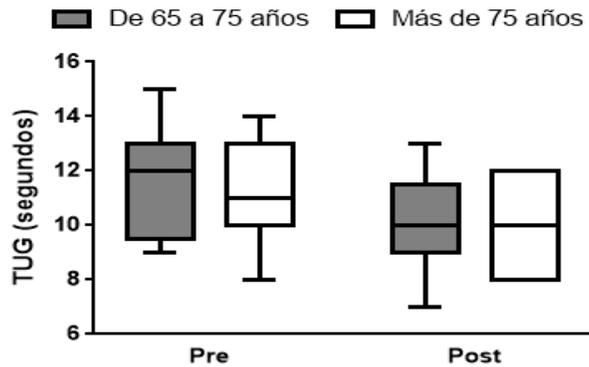


Gráfico N°9: Riesgo de caída en relación a la edad.

### Relación fuerza muscular y riesgo de caída

Los resultados en la correlación entre la fuerza muscular y el riesgo de caída tanto pre como post intervención, demostraron que no existe correlación lineal con un coeficiente de Pearson igual a 0 entre ambas variables dependientes. Sin embargo, como analizamos anteriormente si existen cambios favorable en la mediana de ambas variables por separado.

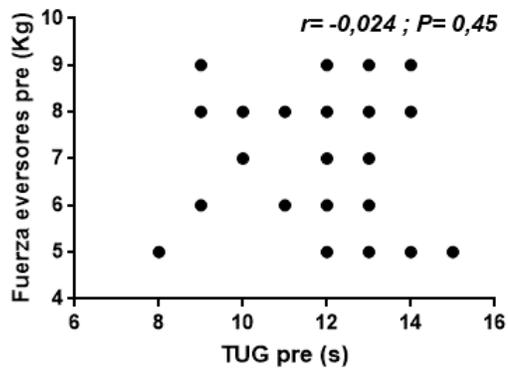


Gráfico N°10: Relación riesgo de caída y fuerza eversores pre intervención, la que no muestra una correlación lineal.

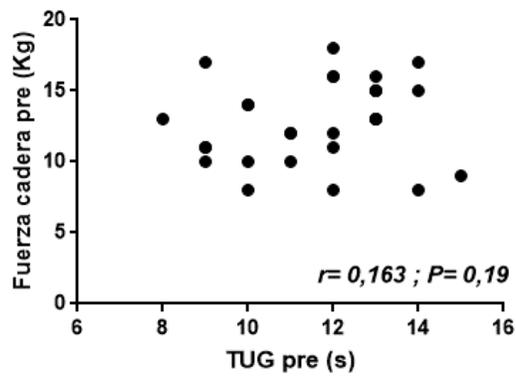


Gráfico N° 11: Relación riesgo de caída y fuerza abductores pre intervención, la que no muestra una correlación lineal.

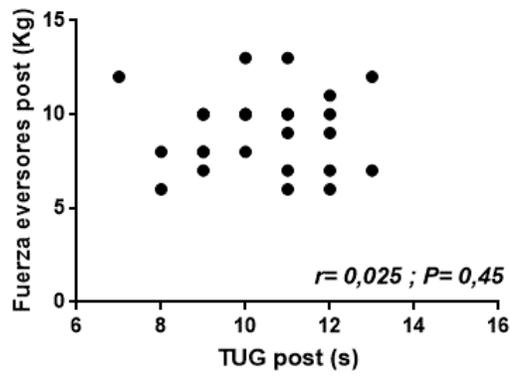


Gráfico N°12: Relación riesgo de caída y fuerza eversores post intervención, la que no muestra una correlación lineal.

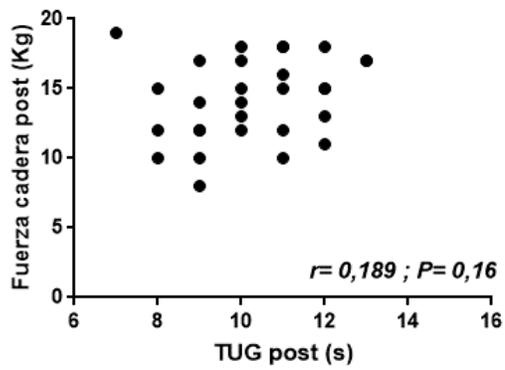


Gráfico N°13: Relación riesgo de caída y fuerza abductores post intervención, la que no muestra una correlación lineal.

## DISCUSIÓN

La evidencia que existe de los beneficios del taichí en la disminución del riesgo de caída en AM es muy amplia, como lo demuestran los estudios de Hu et al. (2016); Howe, Rochester, Jackson, Banks & Blair (2007); Lu et al. (2012); Hyodo et al. (2012); li et al. (2005) y Ming et al. (2015) En este estudio también se obtuvieron cambios favorables en relación al riesgo de caída. Sin embargo, estos cambios no son clínicamente significativos como en los estudios mencionados anteriormente. Esto podría explicarse porque los estudios que muestran resultados tanto estadística como clínicamente significativos en relación al riesgo de caída, tuvieron un período de intervención de taichí mayor al nuestro.

El taichí actúa sobre el balance como lo afirma el estudio realizado por Konig et al. (2014) El balance depende de la interacción de ocho sistemas Horak (2006). Los estudios existentes al igual que el nuestro sólo determinan que el taichí disminuye el riesgo de caída, sin especificar en base a qué sistemas del balance actúa éste. De los ocho sistemas descritos por Horak la mayoría de los estudios en base al taichí se enfocan específicamente en la fuerza muscular (sistema biomecánico) y al igual que en este estudio, atribuyen la disminución del riesgo de caída a un aumento de fuerza de la EEII (Choi, Moon & Song, 2005; Yao & Yang, 2003). Sin embargo, en nuestro estudio no se obtuvo una correlación lineal entre la fuerza y el riesgo de caída a diferencia de los estudios anteriormente nombrados.

Este estudio demostró que el taichí si produce cambios estadísticamente significativos en relación a la disminución del riesgo de caída y el aumento de la

fuerza muscular, tanto en abductores de cadera como en los eversores de tobillo. Resultados similares fueron encontrados en otros estudios que al igual que el nuestro median el riesgo de caída con el TUG y la fuerza de diferentes grupos musculares de EEII con dinamómetro (Pereira et al., 2008; Zhou et al., 2014; Xu, Li & Hong, 2006)

Los resultados de nuestro estudio confirman lo que otros estudios ya habían demostrado en relación a un aumento en la fuerza de diversos grupos musculares de extremidad inferior y su importancia en la disminución del riesgo de caída utilizando el taichí. Sin embargo los grupos musculares medidos en este estudio no fueron considerados por evidencia anterior, como es el caso de Pereira et al. (2008), en el cual se observó un aumento de fuerza de la musculatura extensora de rodilla luego de someter a un grupo de 38 mujeres a un entrenamiento de taichí por 12 semanas.

Los resultados en relación a la eficacia del taichí como herramienta para disminuir el riesgo de caída y aumentar la fuerza muscular dependen de la duración de la sesión de taichí y el número de sesiones semanales. Esto último se sostiene debido a las controversias encontradas con la evidencia, donde Hu et al. (2016) y Fuzhong et al. (2005) afirman que se producen cambios luego de los seis meses de entrenamiento mientras que en nuestro estudio a los dos meses se observaron cambios favorables estadísticamente significativos. Otros autores como Song et al. (2014) creen que se necesita un año de entrenamiento tres veces a la semana, mientras que el estudio realizado por Wolf et al. (1996) demuestra efectos

favorables en un corto período (dos meses), lo cual concuerda con nuestro estudio.

Este estudio utilizó un diseño cuasi-experimental igual al utilizado por diferentes estudios como es el caso de Taylot-Piliae, Haskell , Waters & Froelicher (2006); Wang (2008); Taggar (2002) y Wolf et al. (1996) Estos últimos obtuvieron resultados similares con respecto a la disminución del riesgo de caída en comparación a nuestro estudio. Otros estudios que utilizaron un diseño experimental con grupo control también encontraron resultados similares en comparación a este estudio en la disminución del riesgo de caída como es el caso de Chou et al. (2004); Li, Fisher, Harmer & McAuley (2002) y Fransen, Nairn, Winstanley, Lam & Edmonds (2007). A pesar de que ambos diseños de estudio obtuvieron resultados favorables con respecto al riesgo de caída, Zurita (2010) recomienda estudios con grupo control considerando que el riesgo de caída es una variable multifactorial.

El tamaño de la muestra utilizada por diferentes estudios es muy variable, en el estudio de Voukelatos, Cumming, Lord, & Rissel (2007) éste utiliza 115 mujeres y 587 hombres obteniendo buenos resultados en la disminución del riesgo de caída en base al taichí. Li et al. (2007) utiliza una muestra mucho menor con un total de 17 sujetos y al igual que en nuestro estudio se obtienen resultados favorables en la disminución del riesgo de caída a pesar de tener una muestra más pequeña.

La única variable en la que determinamos cambios significativos en relación al sexo y la edad, fue en a la fuerza de abducción de cadera, los cambios fueron observados en hombres y en el grupo de sesenta y cinco a setenta y cinco años.

Esto se explica por el mayor reclutamiento muscular de los hombres en relación a las mujeres. Mientras que los cambios en relación a la edad pre intervención, responden frente a la relación que existe entre la pérdida de MM y la edad, en la que a mayor edad es mayor la pérdida de MM (Chicharro & Vaquero, 2006).

Macaluso et al. (2004) y Callagher et al. (1997) demostraron que las mujeres tienen menos fuerza total que los hombres en varios grupos musculares en todas las etapas de su vida. Además, los hombres tienen una ganancia de fuerza muscular mayor en comparación con las mujeres. Esto concuerda con los resultados de nuestro estudio y los de Distéfano et al. (2009) donde la fuerza pre y post intervención de los abductores de cadera es mucho menor en mujeres que en hombres.

La mayoría de los estudios que evalúan los efectos del taichí sobre el riesgo de caída y la fuerza muscular son efectuados en poblaciones orientales Wang, (2008); Li et al. (2007); Hu et al. (2016) Lu et al.(2012); Hyodo et al. (2012) y Chou, et al (2004). A diferencia de éste, que realiza estas mediciones en AM chilenos, y es el único, ya que no existen otros estudios chilenos de este tipo.

Dentro de las principales limitaciones del estudio encontramos que la adherencia de los AM a éste, se comprometió por las características de una intervención de dos meses y realizada en época invernal.

Otra limitación de este estudio fue carecer de un grupo control, teniendo en cuenta que el riesgo de caída es una variable multifactorial. Al tener un grupo control uno

puede determinar de mejor manera los cambios producidos por la intervención. Así se puede dejar claro si estos cambios fueron producidos por la intervención o influyeron otros factores.

La normalización de los valores de la fuerza es otra limitante en este estudio ya que, al no tener una herramienta de homogenización de valores, los resultados pueden ser menos fiables y alterar la credibilidad del estudio.

A pesar de que en este estudio los AM fueron controlados e instruidos para no realizar ninguna otra actividad física que no fuera el taichí, existe una mínima posibilidad de que éstos realizaran otra actividad sin nuestro conocimiento siendo esto una limitante para el estudio. Otra limitación a considerar, es que sólo se pudo realizar mediciones a corto plazo por lo que ignoramos cuánto tiempo duraron los efectos post intervención.

Los resultados de este estudio fueron favorables. Disminuyó el tiempo del TUG y aumentó la fuerza muscular de abductores de cadera y eversores de tobillo. Por lo tanto, se recomienda que el taichí sea utilizado como una herramienta eficaz para la prevención de caídas en AM chilenos sanos. Además esta disciplina tiene un costo económico bajo y puede ser aplicada de manera masiva.

La mayoría de los estudios que demuestran los beneficios del taichí sobre el riesgo de caída apuntan exclusivamente a la población AM. De acuerdo a la literatura, esta es la población más vulnerable con respecto al riesgo de caída, sin

embargo, podrían existir subgrupos, dentro de esta población, que se vean más afectados como por ejemplo los institucionalizados (Arnold & Bautmans, 2014). Por lo tanto, recomendamos futuros estudios tomando en cuenta diferentes subgrupos dentro de esta población (AM) y así ampliar las investigaciones sobre los beneficios de esta disciplina.

Este estudio sólo realizó mediciones en torno a la fuerza y el riesgo de caída, sin embargo, los cambios obtenidos en el balance dependen de ocho sistemas según Horak, (2006). Esto explicaría la falta de correlación de la fuerza con el riesgo de caída en este estudio, ya que el taichí podría actuar sobre otros sistemas y no únicamente en la fuerza. Se recomiendan futuros estudios que determinen la influencia del taichí en otros sistemas implicados en el balance que no sean la fuerza, como, por ejemplo, el sistema sensorial.

Se recomiendan también futuros estudios aplicados a nuestra población debido a la desinformación que existe sobre el taichí en la población chilena. Además, se deberían considerar estudios con grupo control para una obtención de datos más fiable y que normalicen los valores de la fuerza.

Para finalizar esta discusión podemos afirmar que el taichí sí produce cambios estadísticamente significativos en las siguientes variables dependientes: fuerza de abductores de cadera, fuerza de eversores de tobillo y riesgo de caída. En este estudio no se determinó una correlación directa entre el riesgo de caída y la fuerza de los grupos musculares mencionados anteriormente, sin embargo, las tres variables, en forma individual, obtuvieron resultados estadísticamente significativos por lo que el taichí podría ser una herramienta útil para prevenir caídas y mejorar la calidad de vida de los AM.

## CONCLUSION

Según los resultados estadísticos de este estudio, los movimientos rítmicos y coordinados del taichí basado en un plan de intervención de 2 meses en el AM chileno sano, generan un aumento significativo en la fuerza isométrica de abductores de cadera y eversores de tobillo. Además, esta intervención también generó una disminución en el tiempo de realización del TUG, lo que demuestra una disminución significativa en el riesgo de caída en el AM, por lo tanto, se acepta la hipótesis de trabajo de la investigación.

Podemos agregar que los mayores cambios producidos en la fuerza de los abductores de cadera se producen en hombres de sesenta y cinco a setenta y cinco años. Además, no se encontró ninguna correlación entre la fuerza de abductores de cadera y eversores de tobillo en relación al riesgo de caída, sin embargo, estas variables obtuvieron resultados favorables de manera independiente.

Se concluye que el taichí es una herramienta barata, eficaz y masiva que podría ser implementado para prevenir caídas, mejorando la calidad de vida en AM sanos chilenos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, B., Rivara, H., & Wolf, M. (1992). The cost and frequency of hospitalization for fall-related injuries in older adults. *Am. J. Public Health*, 82, 1020–1023.
- Arnold, P., & Bautmans, I. (2014). The influence of strength training on muscle activation in elderly persons: A systematic review and meta-analysis. *Experimental Gerontology*, 58, 58-68.
- Baechle, T., & Earle, R. (2003). Age and sex related differences and their implications for resistance exercise. Loyd, R and Faigenbaum, A. *Essentials of Strength Training and Conditioning* (4<sup>a</sup>.ed. pp. 148-153). Nebraska: Haff and Triplet.
- Blake, H., & Hawley, H. (2012). Effects of Tai Chi Exercise on Physical and Psychological Health of Older People. *Current Aging Science*, 5, 19-27.
- Bohannon, W. (2006). Reference values for the Timed Up and Go Test: A Descriptive Meta-Analysis. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 29 (2), 64-68.

- Buzi, H., Stergiou, N., Kurz, J., Hageman, A., & Heidel, J. (2003). Nonlinear dynamics indicates again affects variability during gait. *Clin. Biomech*, 18, 435-443.
- Callagher D., Visser, M., De Meersman, R., Sepúlveda, D., Baumgartner, R., Pierson R.,...Heymsfield, S. (1997). Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. *The American Physiological Society*, 83, 229-239.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2013) The State of Aging and Health in America 2013. 1 (1), 1-50.
- Chou, K., Lee, P., Yu, E., Macfarlane, D., Cheng, C., Chan, S., & Chi, I. (2004) Effect of Tai Chi on depressive symptoms amongst Chinese older patients with depressive disorders: a randomized clinical trial. *Int J Geriatr Psychiatry*, 19, 1105-7.
- Choi, J.H., Moon, J.S., & Song, R. (2005) Effects of Sun-style Tai Chi exercise on physical fitness and fall prevention in fall-prone older adults. *J Adv Nurs*, 51, 150-157.

Chicharro, J., & Vaquero, A. (2006). Aspectos fisiológicos del ejercicio en relación al envejecimiento. Chicharro y Redín. Fisiología del ejercicio. (3ª.ed. pp. 613-640) Madrid: Panamericana.

Collins, J & DeLuca, C. (1993). Open-loop and closed-loop control of posture: A random-walk analysis of center-of-pressure trajectories. *Exp Brain Res*, 95,308-318.

Dingwell, J. B., Cusumano, J. P., Stenard, D., & Cavanagh, P. R. (2000). Slower speeds in patients with diabetic neuropathy lead to improved local dynamic stability of continuous overground walking. *J Biomech*, 33, 1269-1277.

Distefano, L., Blackburn, T., Marshall., & S Padua, D. (2009). Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 39, 532-540.

Fransen M., Nairn L., Winstanley J., Lam P., & Edmonds J. (2007) Physical activity for osteoarthritis management: A randomized controlled clinical trial evaluating hydrotherapy or Tai Chi classes. *Arthritis Rheum*, 57, 407–14.

Fuzhong, L., Harer, P., Fisher, J., Mc Auley, E., Chaumenton, N., Eckstrom, E., & Wilson, N. (2005) Tai Chi and Fall Reductions in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Gerontology*, 68,187-194

Galván Y., Moreno Y., & González A. (2010). El síndrome de caídas y la calidad de vida relacionada con la salud en el adulto mayor. *Archivos en Medicina Familiar*, 12(1), 17-24.

García ,C. (2010). Algunas estrategias de prevención para mantener la autonomía y funcionalidad del adulto mayor. *Revista Médica Clínica las Condes*, 831-837.

Granata, K., & Lockhart, T. (2008). Dynamic stability differences in fall-prone and healthy adults. *J. Electromyography*, 18, 172-178.

Hackney, M., & McKee, K. (2014). Community-based Adapted Tango Dancing for Individuals with Parkinson's Disease and Older Adults. *Journal of Visualized Experiments*, 94, 1-12

Hernández S., Alvarado L., Medina G., Gómez G., & Cortez R. (2002) Caídas en el adulto mayor. Factores intrínsecos y extrínsecos. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 40 (6), 489-493.

- Horak, F (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing*, 35, ii7–ii11.
- Howe, T.E., Rochester, L., Jackson, A., Banks, P., & Blair, A. (2007). Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Syst Rev*, 17(4), 98-107.
- Hu, Y., Chung, Y., Yu, H., Chen, Y., Tsai, C.H., & Hu, G. (2016). Effect of Tai Chi Exercise on Fall Prevention in Older Adults: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *International Journal of Gerontology*, 10, 131-136.
- Hughes, A., Frontera, R., Roubenoff, R., Evans, J., & Singh, F. (2002). Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr*, 76, 473-481.
- Hyodo, M., Saito, M., Ushiba, J., Tomita, Y., Minami, M., & Masakado, Y. (2012). Anticipatory postural adjustments contributed age-related changes in compensatory steps associated with unilateral perturbations. *Gait & Posture*, 36, 625-630.
- Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2010) Población adulta mayor en el bicentenario: enfoque estadístico Boletín Informativo del Instituto Nacional

de Estadísticas. Recuperado el 30 de noviembre desde internet:

[http://www.ine.cl/canales/sala\\_prensa/noticias/2007/septiembre/boletin/ine\\_adulto\\_mayor.pdf](http://www.ine.cl/canales/sala_prensa/noticias/2007/septiembre/boletin/ine_adulto_mayor.pdf)

Konig, P., Galarza, E., Goulart, N., Lanferdini, F., Tiggeman, C., & Días, C. Effects of Tai Chi Chuan on the elderly balance: a semi-experimental study. (2014). *Rev bras geriatr gerontol*, 17, 373-381.

Krebs. E., Goldvasser, D., Lockert, D., Portney, G., & Gill-Body, M. (2001). Is base of support greater in unsteady gait? *Phys Ther*, 82(2), 138-147.

Li, F., Fisher J., Harmer P., & McAuley E. (2002) Delineating the impact of Tai Chi training on physical function among the elderly. *Am J Prev Med*, 23, 85–92.

Li, F., Harmer, P., Fisher, J., McAuley, E., Chaumeton, N., Eckstrom, E., & Wilson, N. (2005). Tai Chi and Fall Reductions in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Gerontology*, 60, 187-194.

Li, F., Harmer, P., Fisher, K., Xu J., Fitzgerald K., & Vongjaturapat N (2007). Tai Chi-based exercise for older adults with Parkinson's disease: A pilot-program evaluation. *J Aging Phys Activ*, 15, 139–51.

- Lu, X., Wyo, C., & Hui-Chan, Y. (2012). Tai Chi, arterial compliance, and muscle strength in older adults. *European Journal of Preventive Cardiology*, 20(4), 613–619.
- Macaluso, A., & De Vito, G. (2004). Muscle strength, and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol*, 91, 450-472.
- Maki, E. (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *J. Am. Geriatric. Soc*, 45, 313-320.
- Mathers, L., & Weiss, H.B. (1998). Incidence and characteristics of fall-related emergency department visits. *Acad. Emerg. Med*, 5, 1064-1070.
- Mckinely, P., Jacobson, A., Leroux, A., Bednarczyk, V., Rossignol, M., & Fung, Joyce. (2008). Effect of a Community-Based Argentine Tango Dance Program on Functional Balance and Confidence in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 16, 435-453.
- Merom, D., Cumming, R., Mathieu, E., Anstey, K., Rissel, C., Simpson, J.,... & Lord, S. (2013). Can social dancing prevent falls in older adults? A protocol of dance, aging, cognition, economic (DANCE) fall prevention randomised controlled trial. *BMC Public Health*, 13, 50-59.

Ming, Z., Nan, P., & Qiang, D. (2015). Effect of Tai Chi on Muscle Strength of the Lower Extremities in the Elderly. *Chin J Integr Med*, 16(3), 227-233.

Ministerio de Planificación [MIDEPLAN] (2013). Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional: CASEN 2013. Recuperado desde internet el 30 de noviembre del 2016:  
<http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/resultados-encuesta-casen-2013/>.

Minsal. (2014). *Programa nacional de salud de las personas adultos mayores*. Recuperado el 30 de noviembre del 2016 desde internet:  
[http://web.minsal.cl/sites/default/files/files/Borrador%20documento%20ProgramaNacional%20de%20Personas%20Adultas%20Mayores-%2004-03\\_14.pdf](http://web.minsal.cl/sites/default/files/files/Borrador%20documento%20ProgramaNacional%20de%20Personas%20Adultas%20Mayores-%2004-03_14.pdf)

Molina, J. (2008). Sarcopenia en la pérdida funcional: rol del ejercicio. *Rev Hosp Clin Univ Chile*, 19, 302 –308.

Myers, A. H., Baker, S. P., Van Natta, M. C., Abbey, H., & Robinson, E. G. (1991). Risk factors associated with falls and injuries among elderly institutionalized persons. *Am J Epidemiol*, 133(11), 179-190.

Nevitt, M. C., Cummings, S. R., Kidd, S., & Black, D. (1989). Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: A prospective study. *Jama*, 261(18), 263-268.

OMS. (2011). Informe Mundial sobre la Discapacidad. Recuperado el 30 de noviembre del 2016 desde internet:

[http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/es/](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/)

Ordóñez, F., Medrano I., Elvar, J., González, S., Becerro, J., & Grigogolletto, M. (2013). Sarcopenia and resistance training: actual evidence. *Journal of Sport and Health Research*, 5(1), 7-24.

Parkkari, J., Kannus, P., Palvanen, M., Natri, A., Vainio, J., Aho, H., Vuori, I., & Jalvinen, M. (1999). Majority of hip fractures occur as a result of a fall and impact on the greater trochanter of the femur: a prospective controlled hip fracture study with 206 consecutive patients. *Calcif. Tissue Int*, 65, 183-187.

Pereira, M., Oliveira, R., Silva, M., Souza, L., & Vianna, L. (2008). Effects of Tai Chi Chuan on knee extensor muscle strength and balance in elderly women. *Revista Brasileira Fisioterapia*, 12, 121-126.

- Perry, B. C. (1982). Falls among the elderly living in high-rise apartments. *J Fam Pract*, 14(6), 169-173.
- Rodríguez, P. (2007) Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. *Revista de la Facultad de Educación, Universidad de Murcia*, 1, 2-10
- Saito, T., Izawa, P., & Watanabe, S. (2016) The relative and absolute reliability of the Functional Independence and Difficulty Scale in community-dwelling frail elderly Japanese people using long-term care insurance services. *Aging Clinical and Experimental Research*, 18, 88-97.
- Sales, M., Polman, R., & Hill, D. (2015). A novel dynamic exercise initiative for older people to improve health and well-being: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 15-68.
- Santillana, S., Alvarado,L., Medina,G., Gomez,G &Gonzales,R. (2002). Caídas en el adulto mayor. Factores intrínsecos y extrínsecos. *Rev Med IMSS*, 40 (6), 489-493.
- Scott, W., Stevens, J., & Binder, A. (2001). Human skeletal muscle fiber type classifications. *Phys Ther*, 81(11), 1810-6.

- Serrano, B., Morales, P., Martínez, F., Belmar, J., & Rodríguez, J. (2010). La práctica del Tai Chi previene las caídas en el Anciano Institucionalizado: Un Ensayo Clínico. *Rev Clín Med Fam* ,1, 34-38.
- Song, R., Roberts, B.L., & Lee E.O. (2010). A randomized study of the effects of tai-chi on muscle strength, bone mineral density, and fear of falling in women with osteoarthritis. *J Altern Complement Med*, 16, 227-233.
- Song , Q., Zhang , Q ., Xu, R., Ma , M., Zhao , X., Shen, G.,...& Wang,Y. (2014). Effect of Tai-chi exercise on lower limb muscle strength, bone mineral density and balance function of elderly women. *Int J Clin Exp Med*, 7(6),1569-1576.
- Stella, N., Parra, L., & Contreras, K. (2012). Exercising and physical therapy. *Revista Cubana de Salud Pública*, 38(4), 562-580.
- Taggart H. (2002;) Effects of Tai Chi Exercise on Balance, Functional Mobility, and Fear of Falling among Older Women. *Appl Nurs Res*, 15, 35–42.
- Taylor-Piliae R., Haskell W., Waters C., & Froelicher E. (2006) Change in perceived psychosocial status following a 12-week Tai Chi exercise programme. *J Adv Nurs*, 54, 13–29.

- Volaklis, K. (2015). Muscular strength as a strong predictor of mortality: A narrative review. *Eur J Intern Med*, 26(5), 303-310.
- Voukelatos A., Cumming R., Lord S & Rissel C. (2007) A randomized, controlled trial of tai chi for the prevention of falls: *The central Sydney tai chi trial*, 55 (8), 1185 – 1191.
- Wang J. (2008) Effects of Tai Chi exercise on patients with type 2 diabetes. *Med Sport Sci*, 52, 1–8.
- Winter, K., Li, F., & Horak, F. (2012). Comparison of tai chi vs. strength training for fall prevention among female cancer survivors: study protocol for the GET FIT trial. *BMC Cancer*, 12, 1471- 2407.
- Wolf, S., Barnhart, H., Kutner, N., McNeely, E., Coogler. C., Xu,T., & Atlanta FICSIT Group.(1996). Reducing Frailty and Falls in Older Persons: An Investigation of Tai Chi and Computerized Balance Training. *American Geriatrics Society*, 44, 489-497.
- Wu, G. (2008). Muscle Action Pattern and Knee Extensor Strength of Older Tai Chi Exercisers. *Med Sport Sci*, 52, 30–39.

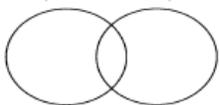
- Wu, G., Zhao, F., & Wei, L. (2002). Improvement of Isokinetic Knee Extensor Strength and Reduction of Postural Sway in the Elderly From Long-Term Tai Chi Exercise. *Arch Phys Med Rehabil*, 83, 1364-1373.
- Xu,D, Li,J., & Hong,Y. (2006). Effects of long term Tai Chi practice and jogging exercise on muscle strength and endurance in older people. *Br J Sports Med*, 40(1), 50–54.
- Yao Y., & Yang S. (2003) The study of Tai Chi chuan exercise for lower-limb muscle strength in the elderly individuals. *Chin J Sports Med*, 22, 3-11.
- Zhou, J., Chang, S., Cong,Y., Qin, M., Sun, J., Lian, J., Yao, J., Li, ., & Hong, Y. (2015). Effects of 24 weeks of Tai Chi Exercise on Postural Control among Elderly Women. *Research in Sports Medicine*, 23, 302-314.
- Zhou, M., Peng, N., Dai, Q., Li, H., Shi, R., & Huang, W. (2014). Effect of Tai Chi on Muscle Strength of the Lower Extremities in the Elderly. *The Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine*. 1-6.
- Zurita (2010). Efectos del Tai Chi sobre la calidad de vida relacionada con la salud en los mayores. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 45(2), 97–102.

## ANEXOS

### Nº1: Índice de Barthel

<i>Cuadro I. Índice de Barthel (IB) versión original en español<sup>(1,2)</sup></i>
Comer 0 = Incapaz 5 = Necesita ayuda para cortar, extender mantequilla, usar condimentos, etc. 10 = Independiente (la comida está al alcance de la mano)
Trasladarse entre la silla y la cama 0 = Incapaz, no se mantiene sentado 5 = Necesita ayuda importante (una persona entrenada o dos personas), puede estar sentado 10 = Necesita algo de ayuda (una pequeña ayuda física o ayuda verbal) 15 = Independiente
Aseo personal 0 = Necesita ayuda con el aseo personal 5 = Independiente para lavarse la cara, las manos y los dientes, peinarse y afeitarse
Uso del retrete 0 = Dependiente 5 = Necesita alguna ayuda, pero puede hacer algo solo 10 = Independiente (entrar y salir, limpiarse y vestirse)
Bañarse/Ducharse 0 = Dependiente 5 = Independiente para bañarse o ducharse
Desplazarse 0 = Inmóvil 5 = Independiente en silla de ruedas en 50 m 10 = Anda con pequeña ayuda de una persona (física o verbal) 15 = Independiente al menos 50 m, con cualquier tipo de muleta, excepto andador
Subir y bajar escaleras 0 = Incapaz 5 = Necesita ayuda física o verbal, puede llevar cualquier tipo de muleta 10 = Independiente para subir y bajar
Vestirse y desvestirse 0 = Dependiente 5 = Necesita ayuda, pero puede hacer la mitad aproximadamente, sin ayuda 10 = Independiente, incluyendo botones, cremalleras, cordones, etc.
Control de heces 0 = Incontinente (o necesita que le suministren enema) 5 = Accidente excepcional (uno/semana) 10 = Continente
Control de orina 0 = Incontinente, o sondado incapaz de cambiarse la bolsa 5 = Accidente excepcional (máximo uno/24 horas) 10 = Continente, durante al menos 7 días
<b>Total = 0-100 puntos (0-90 si usan silla de ruedas)</b>

## N° 2: MMSE abreviado

<p><b>1. Por favor, dígame la fecha de hoy.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">                     Sondee el mes, el día del mes, el año y el día de la semana                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">                     Anote un punto por cada respuesta correcta                 </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 10%;">BIEN</th> <th style="width: 10%;">MAL</th> <th style="width: 10%;">N.S</th> <th style="width: 10%;">N.R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mes</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Día mes</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Año</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Día semana</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>N.S = No sabe N.R = No responde</p> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		BIEN	MAL	N.S	N.R	Mes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Día mes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Año	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Día semana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BIEN	MAL	N.S	N.R																						
Mes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
Día mes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
Año	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
Día semana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
<p><b>2. Ahora le voy a nombrar tres objetos. Después que se los diga, le voy a pedir que repita en voz alta los que recuerde, en cualquier orden. Recuerde los objetos porque se los voy a preguntar más adelante. ¿Tiene alguna pregunta que hacerme?</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                     Explique bien para que el entrevistado entienda la tarea. Lea los nombres de los objetos lentamente y a ritmo constante, aproximadamente una palabra cada dos segundos. Se anota un punto por cada objeto recordado en el primer intento.                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                     Si para algún objeto, la respuesta no es correcta, repita todos los objetos hasta que el entrevistado se los aprenda (máximo 5 repeticiones). Registre el número de repeticiones que debió hacer.                 </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 15%;">CORRECTA</th> <th style="width: 15%;">NO SABE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arbol .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mesa .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Avión .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p> <p>Número de repeticiones .....</p>		CORRECTA	NO SABE	Arbol .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mesa .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Avión .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
	CORRECTA	NO SABE																								
Arbol .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
Mesa .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
Avión .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
<p><b>3. Ahora voy a decirle unos números y quiero que me los repita al revés:</b></p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">1      3      5      7      9</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">                     Anote la respuesta (el número), en el espacio correspondiente.                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">                     La puntuación es el número de dígitos en el orden correcto. Ej: 9 7 5 3 1 = 5 puntos                 </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 10%;">Respuesta Entrevistado</td> <td style="width: 10%;"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Respuesta Correcta</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table> <p>N° de dígitos en el orden correcto <span style="font-size: 2em;">↓</span></p> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	Respuesta Entrevistado	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Respuesta Correcta	9	7	5	3	1													
Respuesta Entrevistado	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																					
Respuesta Correcta	9	7	5	3	1																					
<p><b>4. Le voy a dar un papel; tómelo con su mano derecha, dóblelo por la mitad con ambas manos y colóqueselo sobre las piernas:</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">                     Entréguele el papel y anote un punto por cada acción realizada correctamente.                 </div>	<p>Ninguna acción ..... 0</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 20%;">Correcto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Toma papel con la mano derecha .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Dobla por la mitad con ambas manos .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Coloca sobre las piernas .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		Correcto	Toma papel con la mano derecha .....	<input type="checkbox"/>	Dobla por la mitad con ambas manos .....	<input type="checkbox"/>	Coloca sobre las piernas .....	<input type="checkbox"/>																	
	Correcto																									
Toma papel con la mano derecha .....	<input type="checkbox"/>																									
Dobla por la mitad con ambas manos .....	<input type="checkbox"/>																									
Coloca sobre las piernas .....	<input type="checkbox"/>																									
<p><b>5. Hace un momento le leí una serie de 3 palabras y Ud., repitió las que recordó. Por favor, dígame ahora cuáles recuerda.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">                     Anote un punto por cada palabra que recuerde. No importa el orden.                 </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 15%;">CORRECTO</th> <th style="width: 15%;">INCORRECTO</th> <th style="width: 10%;">NR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arbol .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mesa .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Avión .....</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		CORRECTO	INCORRECTO	NR	Arbol .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mesa .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Avión .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	CORRECTO	INCORRECTO	NR																							
Arbol .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																							
Mesa .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																							
Avión .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																							
<p><b>6. Por favor copie este dibujo:</b></p> <p>Muestre al entrevistado el dibujo con los círculos que se cruzan. La acción está correcta si los círculos no se cruzan más de la mitad. Contabilice un punto si el dibujo está correcto.</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">CORRECTO</th> <th style="width: 30%;">INCORRECTO</th> <th style="width: 30%;">NR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	CORRECTO	INCORRECTO	NR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
CORRECTO	INCORRECTO	NR																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
<p><b>Sume los puntos anotados en los totales de las preguntas 1 a 6</b></p>	<p>Suma total = <input style="width: 30px;" type="text"/></p> <p><b>El puntaje máximo obtenible es de 19 puntos.</b></p> <p>Normal = ≥14    Alterado = ≤13</p>																									

### **N° 3: Documento de consentimiento informado**

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar, (o

**Nombre del Estudio:** **EFFECTOS DEL TAICHÍ SOBRE EL RIESGO DE CAIDA Y LA FUERZA MUSCULAR DE LOS ABDUCTORES DE CADERA Y EVERSORES DE TOBILLO EN ADULTOS MAYORES SANOS**

**Patrocinador del Estudio /** Universidad Finis Terrae, Av. Pedro de Valdivia 1509-Providencia, Santiago. Teléfono: 224207100

**Fuente**

**Financiamiento:**

**Responsable:** Klaus Nickel, teléfono: +56978877105 correo: Klaus.nickel89@gmail.com

permitir participar a su hijo/hija, familiar o representado) -o no, en una investigación y, si es el caso, para autorizar el uso de muestras humanas o información personal (por ejemplo, información de la ficha clínica).

Lea cuidadosamente este documento. Puede hacer todas las preguntas que necesite al investigador y tomarse el tiempo necesario para decidir.

#### **1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Usted ha sido invitado/invitada a participar en este estudio porque cumple con los siguientes requisitos: ser un adulto mayor cuya edad es igual o mayor a los sesenta y cinco años, no realizar ningún tipo de actividad física, ser independiente en sus actividades de la vida diaria y haber o no tenido caídas en el pasado. Este estudio nos ayudará a determinar los cambios que tendrá la musculatura de cadera y tobillo luego de realizar un entrenamiento de taichí y si estos cambios en la fuerza disminuirán el riesgo de caídas que podrían sufrir a futuro.

Esperamos reclutar treinta pacientes procedentes de la región de Santiago de Chile específicamente. Éstos serán evaluados en el gimnasio polideportivo del Cesfam Salvador Bustos, ubicado en avenida Grecia N° 369, en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana.

## **2. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA**

Este estudio tiene como objetivo intervenir adultos mayores con un programa de entrenamiento de taichí, analizando los cambios en relación a la fuerza de ciertos grupos musculares que son muy importantes para evitar las caídas en esta población.

El número de adultos mayores necesarios para realizar este estudio será de treinta, estos pertenecerán a un grupo único de intervención.

Las clases de taichí se realizarán en el gimnasio polideportivo del Cesfam Salvador Bustos, estas serán realizadas por un profesor certificado y se efectuarán tres veces a la semana durante dos meses, con una duración de cuarenta minutos por clase, por lo tanto, los adultos mayores que decidan participar de este estudio tendrán que realizar veinte y cuatro sesiones de taichí acumulando 960 minutos de clase. Además, deberán someterse a una entrevista a través de una ficha clínica y a tres pruebas fundamentales para la realización de este estudio:

- Medición de la presión arterial.
- Evaluación cognitiva.
- Evaluación de dependencia funcional.

La realización de estas pruebas es rápida y no requieren preparación previa. Además, una vez aceptados por el equipo de investigación los participantes serán sometidos a la medición de la fuerza y el riesgo de caída antes de empezar con las clases de taichí. Estas últimas mediciones se repetirán una vez finalizado el período de entrenamiento de taichí, de esta manera el equipo investigador podrá analizar los cambios producidos por el entrenamiento.

Las mediciones anteriormente descritas consisten en: realizar una fuerza máxima de manera constante, medida por un dinamómetro y no presenta riesgo para el

adulto mayor. La segunda medición a realizar será una prueba para analizar el riesgo de caída que presente el paciente. En dicho test el adulto mayor estará sentado en una silla, sin apoyar los brazos en que mantendrá su espalda adosada al respaldo y los pies tocando el suelo. Se le pedirá que se levante y camine, como lo hace habitualmente, hasta un cono ubicado a tres metros de distancia. Luego, tendrá que girar alrededor del cono y volver a sentarse en la silla.

Cabe destacar que ninguna de estas mediciones son invasivas o ponen en riesgo la salud de los participantes del estudio. La responsabilidad de los participantes en asistir a las clases es fundamental para la realización de este estudio, por lo tanto, debemos contar con el compromiso de cada uno de ellos.

Cualquier inconveniente que el participante sienta durante la realización de la clase deberá ser notificado al equipo investigador que realizará en forma permanente un seguimiento de la clase y del estado de los adultos mayores.

Los resultados le serán informados al igual que a su profesional de la salud tratante quien le indicará el curso de acción más adecuado para usted (o su hijo/hija, familiar o representado).

### **3. BENEFICIOS**

El beneficio fundamental que pretendemos que usted lograría al participar de este estudio sería generar un cambio en la fuerza de ciertos grupos musculares por medio de la realización del taichí y así evitar futuras caídas, las que generan grandes gastos clínicos y son factores de dependencia en el adulto mayor. Sin embargo, la información que se obtendrá gracias a su participación será de utilidad para conocer más acerca de la eficacia del taichí para generar cambios en la fuerza de la musculatura de cadera y tobillo, además de determinar si es que estos cambios en la fuerza generaran de manera preventiva una disminución de la posibilidad de sufrir caídas a futuro.

#### **4. RIESGOS**

Dentro de los riesgos de este estudio se encuentran: aumento de la presión arterial, fatiga muscular, dificultad para respirar, malestar o dolor en el pecho y desmayo. Sin embargo, la probabilidad de que uno de estos síntomas se presente en la investigación es mínima. Los evaluadores de este proyecto están capacitados para reconocer cada uno de los síntomas anteriormente descritos por lo tanto en el caso de presentarse alguno de estos, se termina la sesión para ese adulto mayor y se aplicara un protocolo de emergencia.

## **5. COSTOS**

Las clases de taichí como las evaluaciones necesarias durante la intervención, serán canceladas por los evaluadores del proyecto.

En el caso de requerir movilización para asistir a las intervenciones y sesiones de taichí, también será cancelada por los evaluadores. Se incluye al terminar la última sesión de cada semana, una colación a los adultos mayores, sin costo para ellos.

## **6. COMPENSACIONES**

Los eventuales daños derivados de la investigación en caso de que el adulto mayor sufra por participar en esta, serán de cargo de los investigadores, independiente al uso o existencia del seguro de salud que presente el adulto mayor.

## **7. CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN**

La información obtenida se mantendrá en forma confidencial. Es posible, eso sí, que los resultados obtenidos sean presentados en la entrega de tesis de los alumnos investigadores, sin embargo, su nombre no será conocido.

## **8. VOLUNTARIEDAD**

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria, usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento y retirarse de esta investigación en el momento que lo estime conveniente. Al hacerlo, usted no pierde ningún derecho que le asiste como paciente de esta institución, y no se verá afectada la calidad de la atención médica que merece.

Si usted retira su consentimiento, sus datos y evaluaciones obtenidas hasta ese minuto serán eliminadas y la información obtenida no será utilizada.

## **9. PREGUNTAS**

Si tiene preguntas acerca de esta investigación médica puede contactar o llamar a Klaus Nickel, Investigador Responsable del estudio, al teléfono +56978771105.

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae. Si tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en una investigación médica, usted puede escribir al correo electrónico: [cec@uft.cl](mailto:cec@uft.cl) del Comité ético Científico, para que el presidente, Dr. Patricio Ventura-Juncá lo derive a la persona más adecuada.

## **10. DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO**

- Se me ha explicado el propósito de esta investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten (o a mi hijo/hija, familiar o representado) y que me puedo retirar (o a mi hijo/hija, familiar o representado) de ella en el momento que lo desee.
- Firmo este documento voluntariamente, sin ser forzado/forzada a hacerlo.
- No estoy renunciando a ningún derecho que me asista (o a mi hijo/hija, familiar o representado).
- Se me comunicará de toda nueva información relacionada con el estudio del fármaco / equipo / otro que surja durante la investigación y que pueda tener importancia directa para mí o mi representado (o a mi hijo/hija, familiar o representado).
- Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación (o la de mi hijo/hija, familiar o representado) en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee.

## FIRMAS

- Participante:

Nombre:

Firma:

Fecha:

- Investigador:

Nombre:

Firma:

Fecha:

- Director de la Institución:

Nombre:

Firma:

Fecha:

## N°4: FICHA CLINICA

Ficha clínica

Fecha: \_\_\_\_\_

### **Datos Personales.**

Nombre: \_\_\_\_\_

Apellido: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Presión arterial (mm Hg)	Peso (kg)	Talla (cm)

### **Antecedentes**

¿Padece de vértigo?: Si\_\_ No\_\_

¿Cuántos Medicamentos toma usted? 0\_\_ 1 a 3 \_\_ más de tres \_\_

¿Utiliza algún tipo de ayuda técnica?: Si\_\_ No: \_\_

¿Realiza algún tipo de actividad física?: Si\_\_ No\_\_

¿Usted tiene alguna enfermedad de base? \_\_\_\_\_

¿Toma algún tipo de remedio para esta enfermedad? \_\_\_\_\_

**Pruebas**

**Este ítem será rellanado por el evaluador luego de aplicarle las pruebas correspondientes.**

Puntaje Minimental Test: \_\_\_\_\_

Puntaje Índice de Bartel: \_\_\_\_\_

Número de contacto adicional en caso de emergencia \_\_\_\_\_

Firma Paciente\_\_\_\_\_

Firma Evaluador\_\_\_\_\_

## N°5: Test time up and go



Ilustración 2

## N°6: Fuerza de abductores de cadera



Ilustración 2

## Nº7: Fuerza de eversores de tobillo



Ilustración 3

## **N°8: Protocolo de emergencia**

### **Protocolo de emergencia**

A) En caso de que el AM este consciente y presente uno de estos síntomas (angina, fatiga extrema y/o síncope), los evaluadores procederán a detener la actividad que se está realizando y tomarán signos vitales. Se esperará un tiempo estimado de 10 minutos para ver la evolución de los síntomas en reposo. En caso de que estos persistan se llevara al servicio de urgencia del CESFAM Salvador Bustos ubicado a menos de 30 metros del polideportivo.

B) En caso de que este inconsciente, éste será trasladado de manera inmediata al servicio de urgencia del CESFAM Salvador Bustos.