



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**CORRELACIÓN ENTRE FLEXIBILIDAD DE MUSCULATURA  
ISQUIOTIBIAL Y RIESGO DE CAÍDAS EN ADULTOS MAYORES  
INSTITUCIONALIZADOS PERTENECIENTES A FUNDACIÓN LAS  
ROSAS EN LA COMUNA DE INDEPENDENCIA**

MATIAS JUAN MANUEL TAUB SUAZO

Tesis presentada a la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis Terrae para  
optar al título de Kinesiólogo

Profesor Guía: Klgo. Mauricio Lorca Navarro.

Santiago, Chile

2014

i

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta tesis principalmente a mi familia por todo el apoyo que me brindo durante la realización de esta tesis, y durante todo mi proceso formativo.

A todos mis amigos y compañeros de la Universidad Finis Terrae, por todos los imborrables momentos vividos durante toda mi etapa universitaria.

Especial dedicatoria a Santiago Fuenzalida Campbell, a su equipo de futbol, de los mejores amigos, en honor a la mejor persona. Aguante el Santi F.C y toda su gente.

Al Kinesiólogo Benjamín Cruz Valdivieso por toda su disposición y colaboración en la realización de esta tesis.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a todas aquellas personas que contribuyeron a la realización de la presente tesis, en especial a mi profesor guía Kigo. Mauricio Lorca Navarro por su compromiso y dedicación durante todo el proceso.

A Fundación Las Rosas por facilitar las instalaciones para la realización de la presente tesis.

Al cuerpo docente de la Universidad Finis Terrae.

A Karen Lobos por todo el apoyo incondicional brindado durante toda mi etapa Universitaria.

A los Kinesiólogos Ignacio Cruz, Gonzalo Niño y Giovanni Cortés, por su colaboración.

## RESUMEN

**Introducción:** Uno de los principales factores que afectan la calidad de vida de los adultos mayores son las caídas, las cuales tienen múltiples factores desencadenantes que son prevenibles. Dentro de estos factores se encuentra la alteración del balance, la cual puede ser producto de alteraciones posturales, tal como puede ser un acortamiento de la musculatura isquiotibial.

**Objetivo:** Correlacionar la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y el riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados.

**Método:** A partir de los criterios de inclusión y exclusión se seleccionó una muestra de 30 adultos mayores institucionalizados en Fundación las Rosas de la comuna de Independencia, ubicada en la Región Metropolitana de Santiago de Chile. En el cual se midió el riesgo de caída evaluado con el Test para riesgo de caídas de Tinetti y la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, que se midió a través de los Test de AKE y SLR.

**Resultados:** En este estudio se encontró una correlación lineal directa significativa entre el acortamiento de la musculatura isquiotibial y el riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados.

**Palabras claves:** Riesgo de caídas, flexibilidad musculatura isquiotibial, adulto mayor.

## **ABSTRACT**

*One of the main factors affecting the quality of life of the elderly are falls. There are multiple triggers that can be preventable. One of these factors is the alteration of balance, which may be caused by postural changes, produced by shortening of the hamstring muscles.*

*Objective: To correlate the flexibility of the hamstring muscles and the risk of falls in institutionalized elderly.*

*Method: Based on the inclusion and exclusion criteria we selected a sample of 30 elderly, institutionalized in Rose Foundation, municipality of Independencia, located at the Metropolitan Region of Santiago de Chile. We will measure the risk of falling, assessed by the Test for Tinetti fall risk and flexibility of the hamstring muscles, measured through the Test of SLR and AKE.*

*Results: In this study, a significant direct linear correlation was found, between the shortening of the hamstrings and the risk of falls in institutionalized elderly.*

*“Key words: fall Risk, Muscular flexibility, elderly”*

## GLOSARIO Y ABREVIATURAS

**EEII:** Extremidades inferiores.

**EESS:** Extremidades superiores.

**ABVD:** Actividad básica de la vida diaria.

**AIVD:** Actividad instrumentales de la vida diaria.

**RM:** Región Metropolitana.

**SLR:** *Straight Leg Raise Test*

**AKE:** *Active Knee Extension*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	Pág. III
<b>ABSTRACT</b>	Pág. IV
<b>ABREVIATURA</b>	Pág. V
<b>INTRODUCCIÓN</b>	Pág.1
Presentación del problema	Pág.1
<b>1. MARCO TEÓRICO</b>	Pág.3
2.1 Adulto mayor	Pág.3
2.2. Balance	Pág.4
2.2.1 Subcomponentes de balance	Pág.5
2.2.1.1 Limitaciones biomecánicas en el adulto mayor	Pág.7
2.2.1.2 Estrategias movimiento	Pág.9
2.2.1.3 Orientación y alteración sensorial en el adulto mayor	Pág.11
2.2.1.4 Orientación espacio	Pág.15
2.2.1.5 Control de la dinámica	Pág.16
2.2.1.6 Procesamiento cognitivo	Pág.16
2.3 Control motor, control postural	Pág.18
2.4 Caídas	Pág.22
2.4.1 Estrategias Posturales	Pág.24

2.4.2 Estrategias en el adulto mayor	Pág.24
2.5. Isquiotibiales	Pág.25
2.5.1 Rango movimiento y flexibilidad	Pág.26
2.5.2 Biomecánica de los isquiotibiales	Pág.28
2.5.3 Alteraciones biomecánicas de Isquiotibiales	Pág.29
2.6 Pregunta investigación	Pág.33
2.7 Hipótesis	Pág.33
2.8 Objetivos	Pág.34
2.8.1 General	Pág.34
2.8.2 Especifico	Pág.34
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	Pág.35
3.1 Tipo estudio	Pág.35
3.2 Población y universo	Pág.35
3.3 Criterios de inclusión	Pág.36
3.4 Criterios de exclusión	Pág.36
3.5 Metodología	Pág.38
3.5.1 Procedimiento	Pág.38
3.5.2 Evaluadores	Pág.40
3.5.3 Instalaciones e instrumentos	Pág.41
3.6 Variables	Pág.42
3.6.1 Variables independientes	Pág.42

3.6.2 Variables dependientes	Pág.42
3.6.3 Variables desconcertantes	Pág.43
3.7 Análisis estadístico	Pág.44
<b>4. RESULTADOS</b>	Pág.45
<b>5. DISCUSIÓN</b>	Pág.53
<b>CONCLUSIÓN</b>	Pág.57
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	Pág.58
<b>ANEXOS</b>	Pág.62
Anexo 1 Consentimiento informado	Pág.62
Anexo 2 Ficha personal	Pág.63
Anexo 3 Implementos	Pág.64
Anexo 4 Resultados medición flexibilidad	Pág.65
Anexo 5 Test Tinetti	Pág.67

## ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

<b>Tabla N°1.</b>	Distribución de la muestra según edad y sexo	Pág.45
<b>Tabla N°2.</b>	Puntajes obtenidos Test de Tinetti de cada sujeto	Pág.46
<b>Tabla N°3.</b>	Distribución resultado riesgo de caída según edad	Pág.46
<b>Tabla N°4.</b>	Distribución de los puntajes de cada prueba en el test de Tinetti	Pág.47
<b>Tabla N°5.</b>	Distribución de los resultados de la medición de flexibilidad según edad	Pág.48
<b>Tabla N°6.</b>	Resultados correlación entre acortamiento de la musculatura isquiotibial y riesgo de caída en la muestra	Pág.48
<b>Figura 1.</b>	Implemento goniómetro	Pág.64
<b>Figura 2.</b>	Tabla resultados medición flexibilidad	Pág.65
<b>Figura 3.</b>	Test de Tinetti	Pág.67

## INTRODUCCIÓN

El cuerpo va cambiando con la edad por un proceso inherente de envejecimiento, dependiendo del estilo y calidad de vida se puede llegar mejor o peor a este inevitable momento<sup>1</sup>.

En Chile en el año 2002 había 1.717.478 de adultos mayores, correspondientes a un 9,8% de la población, de estos el 1,5 a 2% se encuentran institucionalizados<sup>2</sup>. Los hogares de ancianos o casas de reposo, son lugares en donde se ven a menudo caídas asociadas principalmente a la falta de movimiento<sup>2</sup> y ha sido un tema de campañas en cuanto a la prevención.<sup>2-3</sup>

Los accidentes son la quinta causa de muerte en el mundo, y de ellos las dos terceras partes son caídas. Anualmente se caen un 30% de los mayores de 60 años (edad de referencia para iniciar la catalogación de adulto mayor a sujetos hombres según el MINSAL) y a su vez el 75% de las caídas se producen en personas de más de 60 años<sup>3</sup>, cifras que reflejan de manera muy clara el problema que esto implica para esta parte de la población.

En este documento se expone la relación del adulto mayor con su entorno y cómo se adapta a él, junto con la incidencia del envejecimiento en el balance y la musculatura, principalmente en isquiotibiales. Específicamente se correlaciona el acortamiento de la musculatura isquiotibial con el riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados. Se midió el riesgo de caídas con el test de Tinetti<sup>4</sup>, que cuantifica este riesgo a través de pruebas de equilibrio estático y marcha que tienen relación estrecha con la posibilidad de caer. Luego se correlacionará con los datos obtenidos de los test de SLR y AKE de flexibilidad de la musculatura isquiotibial<sup>5</sup>.

## II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Adulto mayor

Los adultos mayores presentan limitaciones funcionales que afectan su independencia en el diario vivir<sup>6</sup>, esto porque tienen un cuerpo que lleva por lo menos 60 años funcionando<sup>6</sup>, en el cual se generan deterioros de los procesos sensoriales y motores.<sup>7</sup> Paulatinamente se pierde la memoria, la motricidad, la estructura y la mantención del cuerpo<sup>7</sup>.

En este período de la vida también se pierde la postura ideal para dar paso a un cuerpo sometido a fuerzas anormales para las cuales no está diseñado, generando gran cantidad de anomalías posturales<sup>1</sup>.

Por otra parte, el 75% de las caídas ocurre en los adultos mayores<sup>3</sup>, siendo de esta forma el riesgo de caídas y la flexibilidad de la musculatura isquiotibial temas de salud pública importantes de tratar, más aún cuando en Chile los adultos mayores aumentan cada vez más rápido; en el año 2002 el número llegó a 1.717.478, correspondiente al 11,4% de la población total del país<sup>8</sup>, de los cuales aproximadamente 26.864 estaban institucionalizados en alguna de las 1.044 residencias colectivas autorizadas por el Gobierno<sup>6</sup>.

Las principales causas de institucionalización del adulto mayor son la dependencia, reflejada en la pérdida de la autonomía sin un entorno social que pueda resguardar al adulto mayor, enfrentando exitosamente su soledad y su enfermedad<sup>9</sup>. En última instancia, la institucionalización se debe a la imposibilidad de cubrir las necesidades básicas necesarias para el normal desarrollo de la vida<sup>9</sup>.

Para abordar estas temáticas, el enfoque sobre la salud del adulto mayor es que ésta debe medirse en términos de conservación de la funcionalidad, y no en términos de lo que se ha perdido<sup>4</sup>.

## 2.2 Balance

El Control postural dinámico o balance, es una compleja respuesta motora que involucra la integración de variada información sensorial, planificación y ejecución de patrones de movimiento para mantener una postura correcta<sup>11-12</sup>.

Se define balance como la postura dinámica del cuerpo para evitar la caída, siendo dependiente de las fuerzas inerciales que actúan sobre él y las características inerciales de cada uno de sus segmentos<sup>11-12-38</sup>.

El balance se divide en *balance estático*, que corresponde a la habilidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación en posición estática, y el *balance dinámico* que implica la habilidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación durante el desplazamiento. Tanto el balance estático como el dinámico involucran la mantención de una postura correcta<sup>11-13</sup>.

Un buen balance, es una habilidad imprescindible para la vida diaria, requiriendo una compleja integración de la información sensorial con respecto a la posición del cuerpo en el espacio y la capacidad de generar las respuestas motoras apropiadas para controlar el movimiento del cuerpo<sup>13-18</sup>.

### 2.2.1 Subcomponentes del balance

Al igual que es importante tener en cuenta las estrategias de compensación que usa un individuo para funcionar en sus actividades de la vida diaria, a pesar de sus propias deficiencias, es importante comprender las estrategias normales que el SNC utiliza para controlar el equilibrio<sup>37-38</sup>.

Para comprender el control postural se requiere considerar cada uno de los sistemas fisiológicos que subyace la capacidad de una persona para estar de pie, caminar e interactuar con el medio ambiente de manera segura y eficiente.

El análisis de estos sistemas y sus diferentes contribuciones al control postural nos permite dilucidar el trastorno del equilibrio que afecta a cada individuo. Este análisis también nos permite predecir la inestabilidad del contexto específico, en cada individuo que está en riesgo de caer<sup>13-37-38</sup>.

Para comprender la influencia del balance dentro del control postural es necesario considerar todos los sistemas fisiológicos que influyen en la capacidad de una persona para estar de pie, caminar y para interactuar con el medio ambiente de una manera segura y eficiente. La comprensión de estos sistemas y sus diferentes contribuciones al control postural nos permite analizar los trastornos del balance particulares que afectan a cada individuo, y a la vez, dar un indicio de los contextos en que se pudiesen desencadenar caídas<sup>37</sup>.

Fay B. Horak (2006), describe un modelo resumen de los sistemas subyacentes que afectan al balance, cada uno de ellos componiéndose de mecanismos neurofisiológicos que controlan un aspecto particular de éste. Un trastorno en uno o más de éstos conducirá a una pérdida del balance.

Según un estudio realizado por Fay B. Horak. (2006). Propone que una prueba de balance que plantea la necesidad de evaluación de las limitaciones biomecánicas, límites de estabilidad/vertical, ajustes posturales anticipatorios, respuestas posturales, orientación sensorial y estabilidad de la marcha, serán necesarias para poder tener una visión integral del balance.

Una evaluación integral por un médico experto, en evaluación de las deficiencias y las estrategias del control postural, va ser necesaria para la rehabilitación del equilibrio y la prevención de caídas<sup>13-37</sup>.

### 2.2.1.1 Limitaciones Biomecánicas

Dentro de las limitaciones biomecánicas del balance, la más relevante es el tamaño y calidad de la base de sustentación, donde los pies adquieren un rol fundamental. Por ende, cualquier alteración ya sea anatómica, de fuerza, rango o dolor de los pies va afectar al balance<sup>38</sup>.

Otra limitación biomecánica de gran importancia con respecto al balance es el control del centro de gravedad del cuerpo en relación a su base de sustentación. En la postura, los límites de estabilidad, es decir, el área sobre la cual un individuo mueve a su centro de gravedad y es capaz de mantener el equilibrio, sin cambiar la base de sustentación, tienen la forma de un cono<sup>38</sup>.

El SNC tiene una representación interna de este cono de estabilidad, que se utiliza para determinar cómo moverse para mantener el equilibrio. En muchas personas de edad avanzada con trastornos del equilibrio, este cono de la estabilidad es a menudo muy pequeño o sus representaciones neurales centrales están distorsionadas, afectando la selección de estrategias de movimiento para mantener el equilibrio<sup>37-38</sup>.

Sujetos propensos a caídas tienden a tener pequeños límites de estabilidad<sup>37</sup>. Es importante para el SNC tener una representación central exacta de los límites de estabilidad del cuerpo. Trastornos de los ganglios basales, como en la enfermedad de Parkinson, pueden resultar en la representación anormal de límites de estabilidad, lo que conduce a una inestabilidad postural<sup>38</sup>.

Por otro lado, existen limitaciones biomecánicas propias de los músculos producto del envejecimiento. La fuerza muscular disminuye, sobre todo en EEII más que en EESS entre los 30-80 años, sobre todo si se piensa en los adultos mayores que no pueden levantarse o presentan un historial de caídas<sup>14</sup>.

Disminuye la capacidad de contracción debido a factores como los siguientes: la disminución del área de sección transversal y un aumento del tejido conectivo del músculo esquelético<sup>23</sup>, las células musculares van muriendo y deben ser remplazadas, éstas van siendo remplazadas por tejido conectivo y grasa. También se van perdiendo fibras tipo I y tipo II, estudios muestran que las tipo II en mayor cantidad<sup>1</sup>.

A su vez, la cantidad de unidades motoras disminuyen<sup>1</sup>. Todo esto lleva a una disminución de la fuerza isométrica, ya que el músculo se fatiga más rápido y la capacidad de generar tensión es más lenta<sup>17</sup>. La inmovilidad es un factor que se va dando con la edad y un factor que va a afectar importantemente a la estabilidad que otorga la musculatura<sup>1-14</sup>.

Respecto al ROM, éste disminuye junto con la flexibilidad de la columna, lo que puede llevar a una postura más bien inclinada. Esto unido a que el desgaste óseo es mayor en el tejido trabecular, producto en gran medida de la osteoporosis propia del envejecimiento, principalmente en las vértebras torácicas y cervicales<sup>1-17</sup>.

Todo esto puede estar asociado a cambios en el alineamiento, ya que el centro de masa se desplaza verticalmente anterior y superior a los talones<sup>1</sup>.

Por último no sólo se afecta el sistema muscular, sino que se generan cambios en varios sistemas que interactúan con los músculos en el movimiento y control de la postura, estos son: Sistema Nervioso Central, Sistema cardiovascular, Sistema respiratorio, Aparato digestivo, Sistema genitourinario y Sistema endocrino-metabólico.

### **2.2.1.2 Estrategias de movimiento**

Dentro de las estrategias de movimiento, tres son las que adquieren un papel protagónico en cuanto a la función de devolver el equilibrio al cuerpo. La

estrategia de tobillo y cadera, en las cuales los pies se mantienen en su posición y la estrategia del paso, donde se produce un cambio en la base de sustentación<sup>38</sup>.

En la estrategia de tobillo, el cuerpo se mueve sobre la articulación tibio-astragalina como un péndulo invertido, por lo que se usa mayormente ante perturbaciones pequeñas. En la estrategia de cadera, se ejerce un movimiento en la articulación coxofemoral para desplazar rápidamente el centro de gravedad dentro de la base de sustentación nuevamente, siendo utilizada principalmente ante perturbaciones mayores del equilibrio<sup>38</sup>.

Dar un paso para recuperar el equilibrio es común, especialmente durante la marcha, sin embargo, en posición bípeda, esta va a ser la última estrategia a utilizar, recurriendo antes a la estrategia de tobillo y cadera respectivamente. Los adultos mayores, quienes presentan un alto riesgo de caídas, usan más la estrategia del paso en comparación a sujetos con menor riesgo de caídas para mantener la estabilidad postural. Sin embargo, los individuos pueden influir en qué estrategia usar y la magnitud de está, en base a su intención, experiencia y expectativa<sup>38</sup>.

También existen estrategias posturales anticipatorias, es decir, antes que se realice el movimiento, las cuales ayudan a mantener la estabilidad compensando anticipadamente el desequilibrio con el movimiento de alguna extremidad<sup>37-38</sup>.

Sujetos con una coordinación pobre en cuanto a la respuesta postural automática, muestran inestabilidad postural en respuesta a perturbaciones externas, mientras que sujetos con pobre ajuste postural anticipatorio muestran inestabilidad postural durante el inicio de movimiento propio<sup>38</sup>.

### 2.2.1.3 Orientación sensorial

El entorno puede llegar a ser un factor muy complicado si no se tienen las herramientas para adecuarse a él, para eso contamos con 3 sistemas que nos permiten entender cómo se adapta el cuerpo al entorno. Estos son el sistema visual, el sistema somatosensitivo, y el sistema vestibular.

El sistema visual es el que entrega una imagen de lo que ocurre en el entorno a través de la luz que reflejan los objetos, ésta es capturada por el ojo y enviada al sistema procesador a través del nervio óptico. Nos entrega información de cómo se ubica la cabeza en el espacio<sup>1-15-16</sup>.

El sistema somatosensitivo es el propio de las articulaciones del cuerpo, a través de los receptores de Paccini y Meissner se envía información de las fuerzas que están ejerciéndose en la articulación. Entrega información de cómo está ubicado el cuerpo en relación a la cabeza<sup>1-15-16</sup>.

Por último, el sistema vestibular proporciona información de cómo está ubicada la cabeza en el espacio. Esto lo hace a través de líquido en los canales semicirculares del oído medio y la gravedad ejercida sobre él<sup>-15-16</sup>.

Esta información que nos entregan estos sistemas es la base de cómo vamos a responder frente a algún estímulo, es por esto que el cuerpo humano está capacitado para mantener al cuerpo equilibrado dentro de ciertos parámetros; esto lo logra con estrategias corporales.

La información sensorial proveniente de los sistemas somatosesorial, visual y vestibular deben ser integrados para así poder interpretar el complejo medio ambiente al cual el sujeto se enfrenta. Cuando un sujeto cambia de medio ambiente debe recalcular cuanta información recibe de cada uno de estos sistemas. En ambientes con una base de sustentación firme, los sujetos sanos

usan el sistema somatosensorial en un 70%, la visión en un 10% y el sistema vestibular en un 20%. Sin embargo, cuando la base de sustentación no es estable dichos porcentajes cambian, siendo mayor la información proveniente del sistema vestibular y de la visión y, por consiguiente, disminuye la información entregada por el sistema somatosensorial para mantener el equilibrio<sup>38</sup>.

Sujetos con pérdida de la función periférica vestibular o somatosensorial por una neuropatía, van a tener una limitación en el re-ordenamiento de la información sensorial cuando cambian de ambiente. Algunos desordenes del SNC, como el Alzheimer, pueden hacer que la velocidad de respuesta o integración sea más lenta, aumentando el riesgo de caídas. Aun cuando el sujeto tenga todos los sistemas sensoriales indemnes<sup>38</sup>.

Día a día muchas personas se enfrentan a la situación de tener que acomodarse a un entorno que muchas veces no es favorable desde el punto de vista postural, afectando ya sea uno o en combinación, el sistema vestibular, el sistema visual y el sistema somato sensitivo, los cuales además -y al igual que gran parte del cuerpo de un adulto mayor- sufren los efectos de la edad. La alteración que compromete el control postural en cualquiera de estos aspectos se denomina presbiastasia<sup>1-15-17-18</sup>.

#### Alteración vestibular

La alteración del sistema vestibular –que entrega información sobre cómo está ubicada la cabeza en el espacio- producto de la edad, se denomina presbivértigo. En este deterioro los síntomas son mareos producto de vértigos efímeros; los afectados tienen sensaciones de inestabilidad sostenida, ya que sienten que las cosas se le mueven.

El sistema vestibular tiene como función la información de los cambios de posición bruscos o repentinos, entonces la pérdida de su función lleva a pérdida

de control frente a estas situaciones. Así las personas tienen problemas generalmente cuando se acuestan, cuando se paran de una silla, o cuando los llaman y tienen que voltearse para atender<sup>1</sup>.

No existe una patología que por si sola pueda determinar al presbivértigo o sensaciones de vértigo, sino que son muchos los factores que van a llevar a la disminución de la capacidad de generar una postura por la información vestibular procesada<sup>1-18</sup>.

### Alteración de la visión

Al igual que casi todos los sistemas, la visión se altera. Ocurre debido a que entra menos luz a la retina, hay alteración de los reflejos visuales del músculo pupilar, disminuye el campo visual y por ende, hay una disminución en la percepción del entorno<sup>1</sup>.

Al alterarse la visión, los adultos mayores no tienen una buena referencia de horizontalidad y verticalidad, lo que puede ser muy peligroso para ellos, ya que se pueden desestabilizar y pueden llegar a caer<sup>1</sup>.

Un adulto mayor presenta grandes problemas cuando la información visual le informa que está cambiando bruscamente de posición, como en un viaje en auto, aunque realmente no está ocurriendo, y la simulación del cambio de posición es quien genera la confusión<sup>1</sup>.

### Alteración somatosensorial

En general, la sensibilidad táctil disminuye con la edad, ya que la sensación de presión/vibración mediada por los corpúsculos de Meissner y Paccini disminuye. La edad afecta la cantidad y la calidad de estos corpúsculos<sup>1</sup>. Se

incluye además una disminución de un 30% de las fibras sensitivas que inervan a los receptores periféricos<sup>1</sup>.

Todos estos sistemas son los que nos mantienen relacionando nuestra ubicación con respecto al medio que nos rodea y la alteración en uno de estos o en varios nos llevará inevitablemente a relacionarnos más torpemente, y a perder el control postural necesario para estar en bipedestación o hacer transiciones entre una silla y estar de pie o simplemente girar, entre otras acciones<sup>14</sup>.

#### **2.2.1.4 Orientación en el espacio**

La habilidad para orientar las partes del cuerpo con respecto a la gravedad, la base de sustentación, información visual y las referencias internas son un componente crítico en el control postural<sup>38</sup>.

Un sistema nervioso sano cambia automáticamente cómo el cuerpo está orientado en el espacio, en función del contexto y la tarea<sup>38</sup>.

Estudios han demostrado que la percepción de la verticalidad, tiene múltiples representaciones neurales. Individuos con una afección vestibular unilateral tienen la percepción de la verticalidad inclinada<sup>38</sup>, por lo cual tienen mayor riesgo de caer.

#### **2.2.1.5 Control de la dinámica**

El control del balance durante la marcha o en cambios de posición, requiere un complejo control del movimiento del centro de gravedad<sup>38</sup>. El control de la dinámica se ve comprometido cuando se ven alterados los límites de estabilidad.

Adultos mayores que tienen un alto riesgo de caídas, intentan no mover demasiado el centro de gravedad en el plano sagital, aumentando así el movimiento de este en el plano frontal durante la marcha.

#### **2.2.1.6 Procesamiento cognitivo**

Según RJ Sternberg, DK Detterman (2003). Los procesos cognitivos son los procedimientos que lleva a cabo el ser humano para incorporar conocimientos. En dichos procesos intervienen facultades muy diversas, como la inteligencia, la atención, la memoria y el lenguaje. Esto hace que los procesos cognitivos puedan analizarse desde diferentes disciplinas y ciencias. Se trata de la habilidad para asimilar y procesar datos, valorando y sistematizando la información a la que se accede a partir de las experiencias, la percepción u otras vías.

El procesamiento cognitivo es muy importante en el control postural, siendo estos recursos útiles tanto en la marcha como en la bipedestación. Diversos estudios señalan que esto puede verse en el aumento de los tiempos de reacción en personas en bipedestación en comparación con los de persona que se encuentran en sedestacion<sup>38</sup>.

Mientras más difícil sea mantener una posición, mayor procesamiento cognitivo es requerido. Sujetos que tiene una limitación en procesos cognitivos debido a impedimentos neurológicos van a tener un riesgo de caídas más alto.

Tanto el procesamiento cognitivo como el control postural comparten recursos cognitivos similares<sup>38</sup>. Sujetos con alguna limitación en el procesamiento cognitivo se les recomienda hacer una sola tarea cuando debe realizar algún movimiento del centro de gravedad, para que toda la atención este puesta en el control postural.

Debido a que cada individuo tiene un conjunto único de limitaciones en los subsistemas del control postural y de los recursos disponibles para el control de la postura, la capacidad de mantener el equilibrio y la orientación postural dependerán del contexto particular de cada persona, por lo que no es posible hacer una misma intervención para todos los individuos que tengan un aumento en el riesgo de caer<sup>37-38</sup>.

### **2.3 Control motor, control postural.**

Se define control motor como el estudio de la causa y naturaleza del movimiento. Cuando hablamos de éste, en realidad nos referimos a dos elementos. El primero se asocia con la estabilización del cuerpo en el espacio, es decir, con el control motor aplicado al control de la postura y del equilibrio. El segundo, se relaciona con el desplazamiento del cuerpo en el espacio, es decir, con el control motor aplicado al movimiento<sup>1-37</sup>.

Se define control postural como una compleja interacción entre los sistemas sensoriales y motores, que al percibir los diferentes estímulos ambientales y en respuesta a alteraciones de la orientación del cuerpo en el medio ambiente, debe mantener el centro de gravedad del cuerpo dentro de la base de sustentación<sup>1-12-37</sup>.

El control postural regula la posición del cuerpo en el espacio con el propósito de la orientación y el balance, basándose en la integración vestibular, en la información visual, propioceptiva y táctil, y en una representación interna de la orientación del cuerpo en el espacio; por lo que requiere de una integridad en todos los niveles de funcionamiento del control motor<sup>37-38</sup>.

Este control depende de un sistema de entrada que recoge información, un centro de integración que recibe, discrimina y elabora, y un sistema efector que permite las respuestas adecuadas para mantener la postura. Éste ya no se considera simplemente una suma de reflejos estáticos, sino que, más bien, una compleja habilidad basada en la interacción dinámica de los procesos sensoriomotores<sup>37</sup>.

Antiguamente se asumía que el control del balance consistía en un conjunto de reflejos del sistema visual, vestibular y somatosensorial provenientes de un desequilibrio producto de una perturbación externa del equilibrio. Otros asumían

que habían uno o varios “centros de balance” en el sistema nervioso central, que eran los responsables del control del balance<sup>37</sup>.

Esta simple visión en cuanto al sistema del balance es muy limitada, ya que la sumisión de que exista un solo sistema de balance, nos permitiría creer que una sola prueba de balance puede usarse para medir la capacidad de balance de cada sujeto.

Alternativamente, si la habilidad de estar de pie, caminar y realizar las actividades de la vida diaria de una manera segura, dependiera de una compleja interacción entre mecanismos fisiológicos, entonces muchos sistemas necesitarían ser evaluados para entender y comprender que está mal con el balance de una persona<sup>37</sup>.

No hay un test de balance capaz de identificar la capacidad de balance en un grupo de sujetos individualmente, cada uno tiene una combinación única de restricciones que va a afectar su control del balance<sup>37</sup>.

Un tratamiento dirigido en practicar una o varias tareas de balance, nunca va a ser óptimo para todos los individuos. Por ejemplo, una persona que cae debido a una debilidad de la musculatura del tobillo, no se verá beneficiado con la práctica de estar sentado en un balón con los ojos cerrados, mientras que una persona que no está bien adecuada usando su función vestibular si puede ser beneficiada con este tipo de ejercicio<sup>37</sup>.

El control postural dejó de considerarse un sistema o un conjunto de enderezamiento y reflejos de equilibrio. Más bien, el control postural se considera una habilidad motora compleja derivada de la interacción de múltiples procesos sensoriomotores<sup>38</sup>.

Se reconoce ampliamente que los adultos mayores con trastornos del equilibrio sufren de múltiples deficiencias, como la pérdida multisensorial, debilidad, limitaciones ortopédicas y trastornos cognitivos.

A menudo se asume que estas deficiencias conducen directamente a la pérdida funcional, tales como la incapacidad para caminar con seguridad, para subir escaleras y para vestirse de forma independiente<sup>38</sup>.

Es importante recalcar que todos los individuos van a responder de manera distinta frente a un déficit de los sistemas sensoriales encargados del equilibrio, y dicha respuesta va a depender de la experiencia, aprendizaje y estrategia personal de cada sujeto, y en base a esto último van a saber cómo compensar dicho déficit sensorial. Por ejemplo, una persona con pérdida de la sensibilidad en los pies debido a una neuropatía puede compensar mediante el aumento de la dependencia de la información visual<sup>38</sup>. Una estrategia que resultará poco efectiva en la oscuridad. Otro individuo puede compensar mediante la sustitución sensorial del tacto ligero en un bastón o andador, que es útil para mantener la estabilidad en la oscuridad, pero puede convertirse en un obstáculo cuando la persona necesita avanzar rápidamente hacia un lado para recuperar su equilibrio en respuesta a una perturbación<sup>38</sup>.

La cuantificación de la pérdida somatosensorial en los pies no puede predecir totalmente la función del equilibrio, ya que la función también depende de las estrategias que los individuos utilizan para lograr la estabilidad para una tarea en particular, dados sus propios impedimentos<sup>38</sup>.

## 2.4 Caídas

La caída por definición se refiere a acontecimientos involuntarios<sup>3</sup> que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en tierra u otra superficie firme que lo detenga<sup>19</sup>. Esto ocurre con mayor frecuencia en a población de adultos mayores de 65 años, donde la concurrencia de estos hechos llega a un 75%<sup>3-19</sup>.

Los accidentes son la quinta causa de muerte en el mundo<sup>3</sup> y las caídas representan la segunda causa a nivel mundial de muertes por lesiones accidentales especialmente en países de bajos y medianos ingresos, llegando a 424.000 por año<sup>19</sup>. En adultos mayores institucionalizados en Chile la incidencia de caídas llega al 50%<sup>20</sup>.

Para poder responder al ambiente y desplazarse todo ser humano tiene que tener una respuesta anti gravitatoria mínima, que junto al control postural, postura correcta y alineación postural nos van a permitir mantener una postura específica y poder desplazarnos<sup>14</sup>, una postura correcta alinea el cuerpo sobre el centro de gravedad permitiendo que las fuerzas se igualen hacia todos los lados del cuerpo<sup>21</sup>. Cuando el cuerpo está alineado los movimientos son más eficientes y se somete a menos tensiones musculares, nerviosas y de los órganos<sup>21</sup>.

Para mantener la postura dentro de los límites adecuados, en concreto, para no caer, existen tres técnicas que nuestro cuerpo emplea para equilibrar las fuerzas desestabilizadoras<sup>1</sup>, estas son la *técnica de tobillo*, la *técnica de cadera* y por último la *técnica del paso*. Se entiende como técnica el movimiento para

contrarrestar la fuerza que nos está desestabilizando, esta fuerza se realiza en el eje del movimiento con la articulación respectiva<sup>1</sup>.

La mayoría de las veces la razón de una caída es multifactorial<sup>4-12-20</sup>, incluyendo elementos fisiológicos, musculo esqueléticos intrínsecos y ambientales extrínsecos<sup>7</sup>. El mecanismo de la caída se basa en que las grandes articulaciones son utilizadas para hacer el soporte contra gravedad con un mínimo de actividad motora durante la posición de pie, manteniéndose la postura, siempre que la línea que pasa por el centro de gravedad caiga dentro de la base de sustentación ubicada entre los dos pies. Los movimientos alteran esa línea media y hacen necesaria la existencia de maniobras posturales reflejas correctoras<sup>14</sup>.

Existen algunos cambios en las estrategias desarrolladas durante la postura para evitar caer y estas se encuentran alteradas en el adulto mayor; la inestabilidad se incrementa con el paso de los años, en parte, debido a alteraciones en las vías sensoriales eferentes y a la inadecuada respuesta motora asociado al enlentecimiento de los procesos coordinadores centrales<sup>14</sup>.

#### **2.4.1 Estrategias posturales**

Frente a un desequilibrio en el plano sagital, como primera opción, el sistema tiende a estabilizarse con la *estrategia de tobillo*, intentando vencer a la gravedad con la flexión dorsal o plantar de tobillo. Si el desequilibrio es más potente usamos la *estrategia de cadera*, comúnmente acompañada de la columna; y por último es la *estrategia del paso* cambiando la base de sustentación por una diferente más específica para la nueva posición<sup>1-22</sup>.

Frente a un estímulo en el plano frontal es parecido. Primero se realiza la técnica de tobillo con una eversión del tobillo contralateral, luego ocurre una abducción de cadera e inclinación ipsilateral de la columna, y en última instancia

se recurre al paso. De esta manera nos adecuamos a la superficie y a los distintos factores que disminuyen la orientación postural<sup>1</sup>.

#### **2.4.2 Estrategias en el adulto mayor**

Si se compara a jóvenes sanos versus adultos mayores, la organización de la respuesta es similar en cuanto al orden de activación muscular, ya que en ambos primero se activa la musculatura de tobillo y luego la de cadera<sup>1</sup>.

Sin embargo, en los adultos mayores la activación de los músculos dorsiflexores es más lenta, tanto que en ocasiones los músculos proximales se activan antes que los distales. Como se mencionó anteriormente el tobillo pierde sensibilidad y la velocidad de activación muscular disminuye, por lo que el adulto mayor no utiliza mucho la estrategia de tobillo; incluso ante fuerzas bruscas o inesperadas tienden a rigidizar el tobillo y utilizar la estrategia de cadera<sup>1-17-22</sup>.

De esta forma, por el deterioro propio de la edad y la declinación de las respuestas reactivas al ambiente, el adulto mayor está más susceptible a caer. Este tema es de gran importancia en grupos geriátricos por la potencial severidad del daño en caso de que ocurra un accidente. Una caída puede ser prevenible, pero requiere de un manejo informado del tema junto a un manejo adecuado<sup>14</sup>.

Existen distintos test para evaluar la inestabilidad y el riesgo de caídas, los que principalmente incluyen pruebas de caminata rápida, mantener posiciones en apoyo unipodal, bipedestación en superficies inestables, análisis de la postura, etc<sup>1</sup>.

## **2.5 Isquiotibiales**

La rodilla humana es quizás el complejo articular más complejo del cuerpo y consta de dos articulaciones<sup>24</sup>, están entre sus funciones el soporte de cargas y la estabilidad, teniendo un gran rango de movimiento principalmente en la flexo extensión<sup>25-24</sup>. Parte de esta estabilidad está dada por la musculatura, destacando la participación del cuádriceps y de los isquiotibiales en el plano sagital<sup>24</sup>.

Los isquiotibiales son músculos que se ubican en la zona posterior del muslo<sup>25</sup> teniendo a la tuberosidad isquiática como origen común, con excepción de la cabeza corta del bíceps femoral, atraviesan la rodilla por su zona posterior para insertarse distalmente en la tibia junto a otras estructuras vecinas<sup>26-27</sup>. Al ser musculatura biarticular<sup>25</sup> su acción ocurre en dos articulaciones produciendo la flexión de rodilla y secundariamente la extensión y aducción de la cadera. Cuando la rodilla se encuentra flexionada los isquiotibiales tienen acción de rotadores medial y lateral dependiendo de cuál músculo es el que ejerce el movimiento<sup>26-27</sup>.

Se dividen anatómicamente en dos compartimientos, un compartimiento lateral compuesto por el músculo bíceps femoral, cabeza larga y cabeza corta inervadas por el nervio tibial y peroneo común respectivamente, y un compartimiento medial compuesto por los músculos semitendinoso y semimembranoso inervados ambos por el nervio tibial<sup>26-5</sup>.

### **2.5.1 Rango de movimiento y flexibilidad**

El rango de movimiento pasivo en la articulación de la cadera y rodilla ayuda a establecer el estado y función de las estructuras internas; es un movimiento asistido a lo largo del rango de movimiento<sup>5</sup>. Para evaluarla se usa tradicionalmente la goniometría, que corresponde a la evaluación de la posición de una articulación en el espacio; se trata de un procedimiento estático que se utiliza para objetivar y cuantificar la ausencia de movimiento de una articulación<sup>23</sup>. La

posición de inicio de la goniometría es la posición neutra de la articulación a evaluar, la posición final es cuando la articulación se encuentra en el final del rango de movimiento en plano y dirección específicos para ese movimiento<sup>23</sup>.

La flexibilidad es más funcional y específica para los músculos que para las articulaciones<sup>28</sup>, de manera que la musculatura isquiotibial por sí sola se evalúa a través de los siguientes test:

- “*Straight Leg Raise Test*” (SLR): Es un test de flexibilidad pasiva de la musculatura isquiotibial. Esta prueba consiste en llevar la pierna del paciente pasivamente con la rodilla extendida a una flexión de cadera hasta que sienta tensión de estos y no genere algún tipo de compensación por parte de la columna lumbar. La flexión de cadera se debe medir con un goniómetro, utilizando como fulcro el trocánter mayor del fémur. A grandes rasgos si el paciente obtiene menos de 70° se considera que esta acortado. Esta estandarización tiene cabida solo en personas sedentarias ya que en deportistas de elite se exige tener al menos 90°<sup>28</sup>.
- “*Active Knee Extension*” (AKE): Es un test de extensibilidad activa de la musculatura isquiotibial. Esta es una prueba que se realiza activamente por parte del paciente. El paciente se encuentra decúbito supino y con una flexión de 90° de cadera. Se le solicita que realice activamente extensión de rodilla. Esta prueba es un muy buen indicador para ver si además de tener este grupo muscular acortado, presenta una fuerza de cuádriceps deficiente. Pero para eso hay que comparar los resultados con los del SLR<sup>28</sup>.

Para palpar los isquiotibiales primero se le pide al paciente que se ubique en posición prono sobre la camilla con las rodillas en semiflexión, el evaluador por

el lado de la camilla coloca su palma sobre la fosa poplítea y con la otra mano resiste la flexión activa de la rodilla<sup>5</sup>.

Los músculos semitendinoso y semimebranoso se palpan en el borde medial la fosa poplítea, se sienten dos tendones siendo el medial y lateral respectivamente. El bíceps femoral se palpa desde el borde lateral de la fosa poplítea, siendo el tendón común de ambas cabezas<sup>5</sup>. Desde este punto se recorren los vientres musculares evaluando el tono muscular hasta su inserción en la tuberosidad isquiática<sup>5</sup>.

### **2.5.2 Biomecánica de los isquiotibiales**

Son muchos los factores que pueden provocar una lesión o afectar en el normal funcionamiento de la musculatura estabilizadora y anti gravitatoria<sup>29</sup>. Por ejemplo, cuando la cadera se encuentra en extensión los isquiotibiales biarticulares presentan una desventaja mecánica respecto a los monoarticulares sobrecargándolos frente a la carga a sostener<sup>25</sup>. El aumento de la elongación isquiotibial ha sido confirmado como una de las formas más efectivas para reducir los efectos que debilitan la performance funcional muscular<sup>30</sup>.

La mayor funcionalidad de los isquiotibiales ocurre en cadena cinética cerrada en co-contracción con el cuádriceps al mantener la rodilla en extensión para permitir la bipedestación y la marcha<sup>5</sup>; sin embargo también tiene un rol importante en cadena cinética abierta al frenar el avance de la pierna durante el ciclo de la marcha<sup>24-5</sup>. Como estabilizador postural de la rodilla, a nivel muscular, los isquiotibiales actúan más que su antagonista el cuádriceps<sup>5</sup> y durante la marcha su contracción excéntrica en el balanceo desacelera el movimiento. Estas son las principales acciones que tiene esta musculatura en el riesgo de caídas.

### **2.5.3 Alteraciones biomecánica de isquiotibiales**

Las alteraciones a nivel músculo tendíneo asociadas a la edad afectan principalmente a los músculos biarticulares produciendo una disminución del rango de movimiento y de los torques sobre las articulaciones<sup>30</sup>. La falta de flexibilidad en los músculos isquiotibiales puede derivar en una disminución de la movilidad de la pelvis que lleva al cambio biomecánico en la distribución de presiones de la columna vertebral<sup>29</sup>.

El acortamiento de estos traerá consigo rigidez muscular que se irá notando con el paso del tiempo, ya que no permitirá realizar movimientos habituales de flexión y extensión de cadera con normalidad, además de llegar a causar dolor, calambres y/o molestias que no dejarán realizar un óptimo balance de las fuerzas del entorno<sup>14-23</sup>.

Los problemas de una mala flexibilidad de la musculatura isquiotibial pueden ser leves, pero en muchos casos debe requerir atención médica a causa de que el dolor y las molestias que provoca son muy elevados. Normalmente se produce a causa de la acumulación de tensión en esta zona, y la falta de relajación muscular que lleva a que las fibras que conforman los isquiotibiales se concentren y terminen por montarse las unas con las otras haciendo que el músculo sea más corto<sup>14-16-20</sup>.

Un acortamiento mantenido en el tiempo de isquiotibiales ocasionará un aumento de la curvatura dorsal (cifosis torácica) y alteraciones de la zona lumbosacra con afectación de los discos intervertebrales (protusiones y hernias discales lumbares). Además, durante la flexión del tronco y la posición de sentado, el acortamiento funcional de esta musculatura ocasiona retroversión de la pelvis y con ello una inversión o cambio de la curvatura lumbar normal (pérdida de lordosis).

Por otro lado, al tener un acortamiento de la musculatura isquiotibial se produce una alteración en la proyección del centro de gravedad dentro de la base de sustentación del sujeto, la cual se describe como un desplazamiento hacia posterior de esta, produciendo que el sujeto realice una inclinación hacia anterior de tronco para volver a desplazar el centro de gravedad hacia anterior o viceversa. En consecuencia, se alteran las estrategias de tobillo y cadera, las principales de los adultos mayores para mantener el equilibrio, haciendo al sujeto más susceptible a caer ante perturbaciones pequeñas<sup>20-23</sup>.

Otra consecuencia del desplazamiento hacia posterior del centro de gravedad en la base de sustentación, es que el sujeto tendrá que dar pasos más cortos para desplazarse.

Si hay unos isquiotibiales acortados, habrá repercusiones no solo en el muslo, sino variadas molestias y patologías mayoritariamente en la zona lumbar y pelvis, y en algunos casos la zona media de la espalda<sup>29</sup>. Al tener este grupo muscular acortado se limitará la flexión de tronco con rodillas extendidas, y además podría llegar a limitarse la extensión de rodilla, factores que alteran la alineación óptima del cuerpo<sup>29</sup>.

La práctica deportiva también es un factor predisponente a generar una alteración a la extensibilidad de los isquiotibiales, ya que los deportes en los que se mantiene una posición constante de semiflexión de rodillas, como el esquí, el rugby y el tenis pueden generar que este músculo pierda su capacidad de estirarse<sup>14</sup>.

La edad, historial de lesiones, flexibilidad de isquiotibiales y fuerza muscular de isquiotibiales no han sido aún validados como factores de riesgo para una disminución de la longitud muscular<sup>23</sup>, sin embargo las personas mayores son más predisponentes a sufrir acortamiento de isquiotibiales<sup>31</sup>. Estudios han comprobado que las personas disminuyen entre un 20-30% la flexibilidad muscular entre los 30

y 70 años en la mayoría de las articulaciones. En las mujeres se ha visto que la flexibilidad empieza a disminuir lentamente entre los 20 y 35 años, y empieza a disminuir de forma más rápida a partir de los 40 años. Si se realizara un trabajo de flexibilidad desde que comienzan estos cambios, mejoraría el rango de movimiento y aumentaría la funcionalidad muscular, por lo que la prevalencia de este síndrome en adultos mayores sería menor<sup>30-31</sup>.

## **2.6 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Los adultos mayores son la población más propensa a caer y son muchos los factores de riesgo que se presentan en edades avanzadas. La flexibilidad muscular disminuye en gran medida y un caso específico de deterioro son los isquiotibiales. Además, existe una predisposición a cambios posturales y a una disminución de la alineación del cuerpo que podría influir aún más en el riesgo de caídas. ¿Hay alguna correlación entre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y el riesgo de caídas en los adultos mayores institucionalizados?

## **2.7 HIPÓTESIS CIENTÍFICA**

Existe una correlación lineal directa significativa entre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y el riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados.

## **HIPÓTESIS NULA**

No existe una correlación entre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y el riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados.

## 2.8 OBJETIVOS

### 2.8.1 OBJETIVO GENERAL

Correlacionar las variables flexibilidad de la musculatura isquiotibial y riesgo de caída en adultos mayores institucionalizados pertenecientes al Hogar N°7 de Fundación Las Rosas de la comuna de Independencia.

### 2.8.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la flexibilidad de la musculatura isquiotibial de la muestra a través de los test “*Straight Leg Raise* y *Active Knee Extention*”.
- Determinar el riesgo de caídas de la muestra a través del test de valoración del Riesgo de Caídas de Tinetti.
- Correlacionar las mediciones y datos obtenidos en busca de una correlación entre las dos variables del estudio.
- Comparar la flexibilidad isquiotibial con las mini pruebas del test para riesgo de caídas de Tinetti y su posible importancia, riesgo y correlación.
- Pesquisar una posible variación de la hipótesis en los distintos rangos etarios de la muestra.

### **3 MATERIALES Y MÉTODO**

#### **3.1 Tipo de estudio**

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo. El diseño de esta tesis es de tipo descriptivo, observacional, transversal y retrospectivo.

#### **3.2 Población y universo**

La muestra del estudio está compuesta por un grupo de hombres y mujeres de adultos mayores institucionalizados, pertenecientes de Fundación Las Rosas en la comuna de Independencia, RM, Chile.

La muestra se seleccionó con los respectivos criterios de inclusión como de exclusión. Se incluyeron en la muestra el 100% de los sujetos que cumplan con los criterios de selección y que acepten voluntariamente someterse al estudio.

Se realizó un muestreo no probabilístico de serie consecutiva de voluntarios adultos mayores. El número de sujetos de la muestra es 30. Los cuales firmaron un consentimiento informado. La muestra no se dividió.

### **3.3 Criterios de inclusión**

- Pertener al hogar N°7 de Fundación Las Rosas de la comuna de Independencia.
- Edad mínima de 60 años.
- Debe ser capaz de realizar sus ABVD sin restricción.
- Debe ser capaz de realizar sus AIVD sin restricción.
- Tener la capacidad de caminar seis metros o más con o sin ayudas técnicas.
- Pacientes que deseen participar en el estudio y que hayan firmado el consentimiento informado.
- Sujetos con consentimiento informado de todos los procedimientos y objetivos (ANEXO 1).

### **3.4 Criterios de exclusión**

- Tener contraindicaciones médicas como enfermedades terminales o deterioro progresivo de salud.
- Incapacidad de seguir órdenes simples.
- Cualquier patología articular y/o músculo-esquelética que impida la marcha normal como: esguinces, fracturas, luxaciones recientes, artritis o artrosis avanzada.
- Sujetos con patologías neurológicas como: accidente vascular encefálico y/o enfermedades neurológicas degenerativas.
- Sujetos con patologías crónicas no controladas como: epilepsia, diabetes, hipertensión arterial y/o cardiopatías.
- Pacientes con alteración severa de los sistemas somatosensoriales.

### **3.5 METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN**

La investigación se realizó en el hogar N°7 de Fundación Las Rosas ubicado en la comuna de Independencia, ciudad de Santiago de Chile. La recolección de datos se llevó a cabo durante el mes de Marzo del 2013 hasta el mes de Noviembre 2013.

#### **3.5.1 Procedimiento**

Primero se citó a los sujetos para explicar todo el proceso que involucra participar en este estudio; se les leyó y explicó el consentimiento informado (ANEXO 1), y luego de su aprobación se procedió a evaluar.

Se evaluó a 30 sujetos adultos mayores institucionalizados, voluntarios de Fundación Las Rosas, que cumplieron con los criterios de selección.

Se realizó una entrevista con la ficha personal (ANEXO 2) en la que se preguntó al paciente sobre su estado de salud general, por la existencia y el número de caídas en este último año. Todos estos datos fueron corroborados con una revisión de la ficha clínica de cada paciente con el fin de minimizar las variables que puedan influir en las mediciones.

Para medir la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, se realiza el test de aumento pasivo con pierna recta (SLR), lo medimos con el método goniométrico. Se utilizó un goniómetro de acrílico duro transparente de calidad profesional. Mide 35 cm de largo (abierto) y 4 cm de ancho, círculo completo 360°, marca Enraf (ANEXO 3). El sujeto se posicionó decúbito supino sobre una camilla en posición neutra. Con un lápiz dermatográfico marcamos la posición del trocánter mayor (fulcro), cóndilo femoral externo (proyección del brazo móvil del goniómetro) y el brazo fijo del goniómetro se proyectó paralelo al borde de la camilla. El evaluador realizó fijación a nivel de las espinas ilíacas anterosuperiores, para evitar

movimientos compensatorios. Este test se evaluó bilateralmente. El evaluador llevó pasivamente la pierna evaluada a flexión de cadera, definiendo como límite del movimiento la sensación de molestia o tirantez referida por el sujeto. Posteriormente el evaluador registró los datos obtenidos en la tabla N°1. (ANEXO 4).

Además se midió la flexibilidad dinámica (activa) de la musculatura isquiotibial, mediante el test de extensión activa de rodilla (AKE), para esta medición inicialmente el sujeto se ubicó en posición decúbito supino, la extremidad se posiciona con la cadera en un ángulo de 90°, la pierna contralateral en posición neutra (extendida completamente). Una vez determinada esta posición se le pidió al sujeto evaluado que extienda su rodilla manteniendo el ángulo de cadera, registrando goniométricamente el grado de extensión de rodilla alcanzado, teniendo como fulcro el cóndilo lateral del fémur, el trocánter mayor como proyección del brazo fijo del goniómetro y el maléolo lateral como proyección del brazo móvil del goniómetro.

El riesgo de caída, se midió con el test de Tinetti, el cual es una escala observacional que permite evaluar, a través de dos sub-escalas: la marcha y el equilibrio. La sub-escala de equilibrio consta de 13 ítems cuyas respuestas se categorizan como normal, adaptativa o anormal. La sub-escala de marcha responde a normal o anormal y consta de 9 ítems (ANEXO 5). El puntaje totalizado se registró en la tabla N°2.

Luego de haber recopilado toda la información del estado de la musculatura isquiotibial y los resultados del test de Tinetti se procedió a realizar la correlación.

### **3.5.2 Evaluadores**

El evaluador fue el alumno tesista Matías Taub, encargado de realizar las mediciones goniométricas y realizar el test de Tinetti; al ser el único evaluador se disminuyó la probabilidad de sesgo por una diferencia en el método de recolección

de datos. Con esto también se evitó una diferencia en la estimulación del paciente, ya sea en el tono, volumen o intensidad de ésta al ser solo una persona la que realice las evaluaciones. Todos los datos serán registrados en la ficha personal de cada paciente.

### **3.5.3 Instalaciones e Instrumentos**

Las evaluaciones fueron realizadas en el gimnasio kinésico de las instalaciones del hogar N°7 de la Fundación Las Rosas de la comuna de Independencia.

- Se utilizaron las camillas del gimnasio para evaluar las mediciones del test de AKE y SLR. Las pautas para anotar resultados fueron impresas previamente.
- La evaluación del test de Tinetti se realizó dentro del gimnasio y pasillo Nororiental del patio central del hogar N°7 de la Fundación Las Rosas. Las pautas para anotar resultados fueron impresas previamente.
- Se utilizó goniómetro para medir la flexibilidad de la musculatura isquiotibial en los test de SLR y AKE.

## 3.6 VARIABLES

**3.6.1 Variable Independiente:** Flexibilidad muscular de la musculatura isquiotibial

Definición conceptual: Posición de mayor elongación de la musculatura isquiotibial<sup>16-23</sup>.

Definición operacional: Es el ángulo que se forma entre la posición inicial y final en los test de SLR y AKE<sup>23</sup>.

Indicador:

SLR:

Normal  $\geq 75^\circ$   
Moderado  $61^\circ-74^\circ$   
Severo  $\leq 60^\circ$

AKE:

Normal 0-15°  
Moderado 16-34°  
Severo  $\geq 35^\circ$

Escala: Cuantitativa ordinal.

**3.6.2 Variable Dependiente:** Riesgo de caídas

Definición conceptual: Cuantificación de los factores que afectan en el riesgo de caídas<sup>14</sup>.

Definición operacional: Mini pruebas que sitúan al adulto mayor en situaciones de riesgo de caídas, se ponen a prueba la mantención del equilibrio y la movilidad en la marcha<sup>32</sup>.

Indicador:

Test de Tinetti

Alto riesgo de caídas	<19 puntos
Moderado riesgo de caídas	19-24 puntos
Sin riesgo de caídas	> 24 puntos

Escala: Cuantitativa ordinal.

### **3.6.3 Variables Desconcertantes:**

- Motivación de los pacientes durante la realización del test.
- Dificultades climáticas para acceder al gimnasio kinésico del hogar N°7 de Fundación Las Rosas de Independencia
- Ánimo y motivación del sujeto el día en que se toma el test de Tinetti.

### **3.7 Análisis Estadístico**

La presente investigación tiene carácter no experimental de tipo transversal correlacional, ya que solo se obtuvieron datos que existen en la naturaleza y no se fueron modificados en este estudio.

Para el análisis de las variables acortamiento de la musculatura isquiotibial y riesgo de caídas se ocupó el programa estadístico Graphpad Prism 5.0.

Para la confección de tablas se usa el programa Microsoft Excel.

## 4 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis de los datos recopilados durante este estudio, comparando los valores obtenidos en cada medición: Flexibilidad de la musculatura isquiotibial y riesgo caída. Se comparó el test de Tinetti en sus dos etapas (equilibrio estático y dinámico)

Tabla N°1: Distribución de la muestra según edad y sexo.

	<b>Mujeres</b>		<b>Hombres</b>	
<b>Edad</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>60 – 69</b>	2	6,6	7	23,3
<b>70 – 79</b>	3	10	11	36,6
<b>80 – 89</b>	1	3,3	6	20
<b>90 y más</b>	0	0	0	0
<b>Total</b>	6	100	24	100

\*Perteneientes a la Fundación las Rosas; Comuna de Independencia; Santiago de Chile.

Tabla N°2: Puntajes obtenidos Test de Tinetti de cada sujeto.

	Puntaje		Total		Puntaje		Total
Sujeto	Estático	Dinámico		Sujeto	Estático	Dinámico	
<b>N1</b>	10	5	15	<b>N16</b>	10	9	19
<b>N2</b>	16	12	28	<b>N17</b>	15	12	27
<b>N3</b>	16	12	28	<b>N18</b>	15	12	27
<b>N4</b>	14	9	23	<b>N19</b>	12	9	21
<b>N5</b>	16	12	28	<b>N20</b>	16	12	28
<b>N6</b>	14	11	25	<b>N21</b>	13	9	22
<b>N7</b>	14	11	25	<b>N22</b>	12	9	21
<b>N8</b>	14	9	23	<b>N23</b>	14	11	25
<b>N9</b>	15	12	27	<b>N24</b>	14	12	26
<b>N10</b>	15	6	21	<b>N25</b>	16	12	28
<b>N11</b>	16	10	26	<b>N26</b>	10	9	19
<b>N12</b>	16	12	28	<b>N27</b>	15	6	21
<b>N13</b>	14	11	25	<b>N28</b>	12	9	21
<b>N14</b>	14	12	26	<b>N29</b>	15	12	27
<b>N15</b>	13	8	21	<b>N30</b>	10	6	16

\*pertenecientes a la Fundación las Rosas; Comuna de Independencia; Santiago de Chile.

Tabla N°3: Distribución resultado riesgo de caída según edad.

Riesgo caída/Edad	65 – 69	70 - 74	75 -79	80 - 84
<b>Alto riesgo</b>		1		1
<b>Moderado riesgo</b>	3	2	2	4
<b>Sin riesgo</b>	6	4	5	2
<b>Total</b>	9	7	7	7

\*Se consignaron los resultados obtenidos del test de Tinetti con respecto a la edad de los sujetos, para otorgar una información clara y sencilla respecto a cuál grupo etario se encuentran los sujetos con mayor probabilidad de sufrir una caída.

Tabla N°4: Distribución de los puntajes de cada prueba en el test de Tinetti.

<b>Equilibrio/puntaje</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Marcha/puntaje</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Equilibrio sentado</b>		30		<b>Iniciación de la marcha</b>		30	
<b>Levantarse</b>		9	21	<b>Longitud/altura paso derecho</b>		4	26
<b>Intentos para levantarse</b>			30	<b>Longitud/altura paso izquierdo</b>		13	17
<b>Equilibrio en bipedestación inmediata</b>			30	<b>Simetría del paso</b>	4	26	
<b>Equilibrio bipedestación</b>		14	16	<b>Fluidez del paso</b>	4	26	
<b>Empujar</b>	4	6	20	<b>Trayectoria</b>	2	5	23
<b>Ojos cerrados</b>	2	28		<b>Tronco</b>		3	27
<b>Vuelta 360°</b>		7	23	<b>Postura al caminar</b>	18	12	
<b>Sentarse</b>		17	13				

\*Se consignaron las distribuciones de los resultados del test de Tinetti, otorgando información clara y sencilla de cuáles fueron las mejores y peores pruebas realizadas dentro del test.

Tabla N°5: Distribución de los resultados de la medición de flexibilidad según edad.

<b>Nivel acortamiento/Edad</b>	<b>65 - 69</b>	<b>70 - 74</b>	<b>75 -79</b>	<b>80 – 84</b>
<b>Acortamiento severo</b>	5	4	4	5
<b>Acortamiento leve</b>		1	1	2
<b>Normal</b>	4	2	2	
<b>Total</b>	9	7	7	7

\*Se consignaron los resultados de la medición de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial según edad de los sujetos, otorgando información clara y sencilla respecto a dentro de cuál grupo etario se encuentran los con peor y mejor flexibilidad.

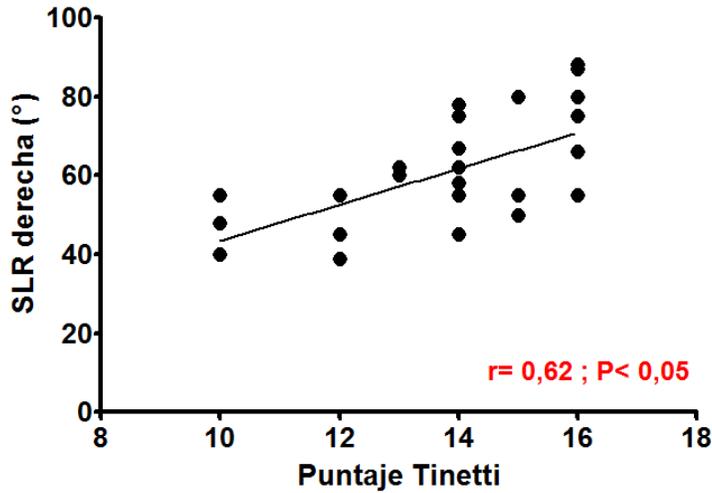
Tabla N°6: Correlación entre acortamiento de la musculatura isquiotibial y riesgo de caída en la muestra.

<b>Riesgo caída/ acortamiento muscular</b>	<b>Severo</b>	<b>Moderado</b>	<b>Normal</b>
<b>Alto</b>	2		
<b>Medio</b>	10	1	
<b>Sin riesgo</b>	6	3	8

\*Se consignaron la correlación entre acortamiento de la musculatura isquiotibial y riesgo de caída en la muestra, otorgando información de si hay una correlación entre ambas variables.

Grafico N°1:

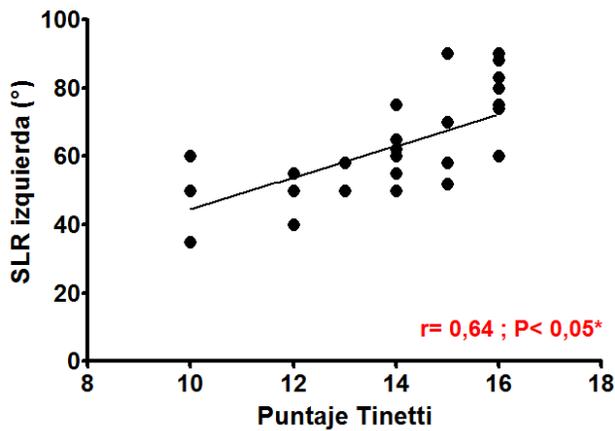
### Correlación entre Puntaje Tinetti Parte 1 y SLR pierna derecha



\* Grafico que muestra correlación lineal directa, significativa.

Grafico N°2:

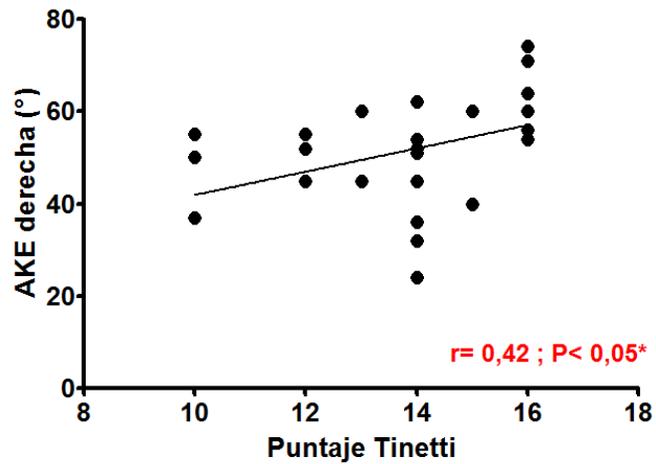
### Correlación entre Puntaje Tinetti Parte 1 y SLR pierna izquierda



\* Grafico que muestra correlación lineal directa, significativa.

Grafico N°3:

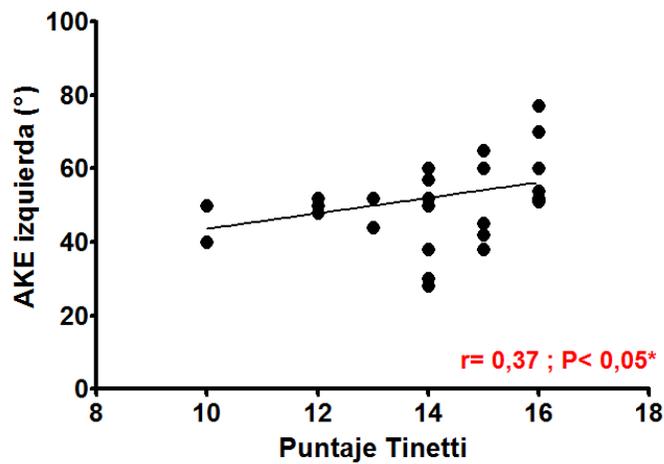
**Correlación entre Puntaje Tinetti Parte 1 y AKE pierna derecha**



\* Grafico que muestra correlación lineal directa. Significativa.

Grafico N°4:

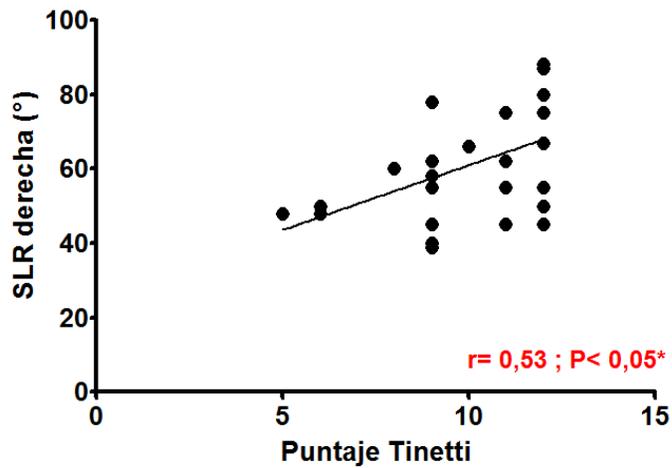
**Correlación entre Puntaje Tinetti Parte 1 y AKE pierna izquierda**



\* Grafico que muestra correlación lineal directa. Significativa.

Grafico N°5:

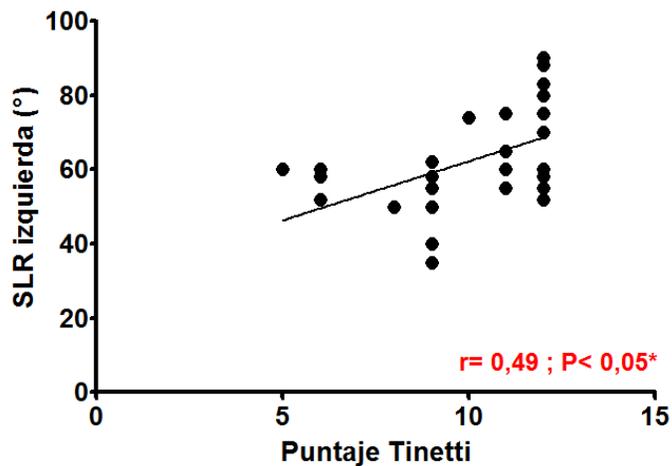
**Correlación entre Puntaje Tinetti Parte 2 y SLR pierna derecha**



\* Grafico que muestra correlación lineal directa. Significativa.

Grafica N°6:

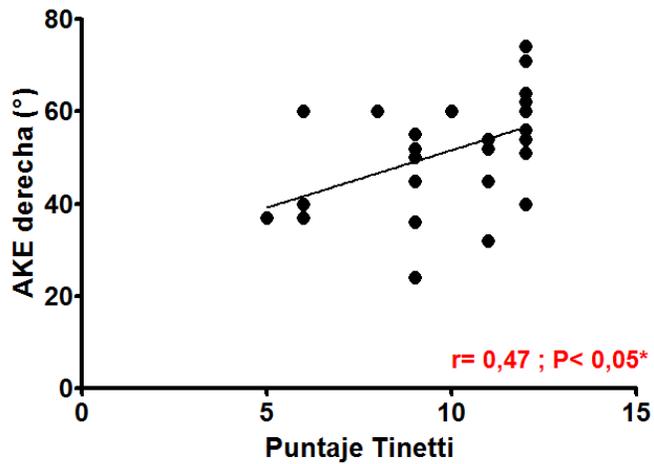
**Correlación entre Puntaje Tinetti Parte 2 y SLR pierna izquierda**



\* Grafico que muestra correlación lineal directa. Significativa.

Grafico N°7:

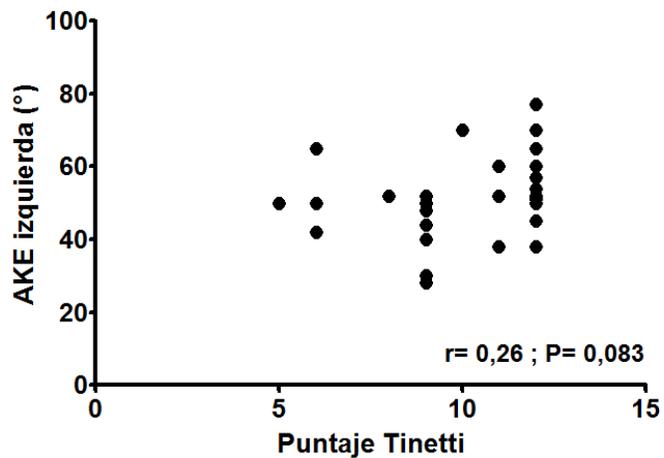
**Correlación entre Puntaje Tinetti Parte 2 y AKE pierna derecha**



\* Grafico que muestra correlación lineal directa. Significativa.

Grafico N°8:

**Correlación entre Puntaje Tinetti Parte 2 y AKE pierna izquierda**



\* Grafico que muestra correlación lineal directa. No significativa.

## 5 DISCUSIÓN

El presente estudio es uno de los primeros en Chile que establece una correlación entre el riesgo de caídas y la flexibilidad de la musculatura isquiotibial en adultos mayores institucionalizados. Destacando además, que hay múltiples estudios a nivel mundial sobre los distintos factores que predisponen a riesgo de caídas en adultos mayores.

En este estudio se encontró una correlación lineal directa entre el acortamiento de la musculatura isquiotibial y el riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados. Dichos resultados apoya antecedentes encontrados en la bibliografía, los cuales atribuyen que se produce un acortamiento de la musculatura isquiotibial con el paso de los años (3,9). Estos describen que la fuerza muscular y movilidad articular de extremidades inferiores puede reducirse en hasta un 40% desde los 30 a 80 años, detallando que esta afección es más grave y con mayor progresión en los residentes de hogares de ancianos. Es estos estudios se describe que una pérdida de la flexibilidad espinal puede generar una postura flexionada, asociándose con una variación en el desplazamiento vertical del centro de gravedad hacia los talones. Cambiando la posición de este dentro de la base de sustentación, produciendo que aumente el riesgo caída.

Al comparar la distribución de la muestra según género y edad, se observó que de los 30 sujetos de la muestra, 24 son de sexo masculino y 6 femeninos, además proporcionó información respecto entre que rango etarios se encuentra la muestra, revelando que entre 70 a 79 años de edad se encuentra el 47% de sujetos aprox de toda la muestra. Estos datos son comparables con los obtenidos por Pedro Paulo Marín L, el al (2) quienes describen que en Chile hay aproximadamente 1.668 residencias de ancianos, en las cuales existe una población de 1.717.478 adultos mayores institucionalizados. De estos 14.178 AM posiblemente institucionalizados en la región Metropolitana, destacando que más

del 50% de la población de adultos mayores institucionalizados son mujeres. Y que la tasa de institucionalización aumenta directamente proporcional con la edad.

En relación al análisis de los resultados de cada individuo y su respectiva suma total de las dos partes del test de Tinetti (parte 1 de equilibrio estático y parte 2 equilibrio dinámico), se encontró que existe mayor dificultad para realizar las pruebas de equilibrio dinámico, parte en la cual se encontraron la mayor cantidad de pruebas con mínimo puntaje. Dentro de estas pruebas la de peor resultado es la prueba de postura al caminar, la cual entrega puntaje respecto a la posición de los talones en el momento de marcha, otorgando 0 puntos cuando los sujetos caminan con los talones juntos. En esta prueba, más del 50% de toda la muestra, tiene puntaje 0. Conclusiones similares a las encontradas por Camila Rodríguez Guevara, et al (37) quienes describen que la escala de Tinetti de marcha y equilibrio ha demostrado ser una herramienta válida y confiable para la evaluación de la movilidad ( $r$  0.74-0.93), además, tiene una alta fiabilidad inter-observador (0.95). Esta investigación muestra que la escala es válida y confiable para ser aplicada por diferentes personas y en diferentes momentos en adultos mayores de 65 años. Estudio en el cual también se encontraron peores resultados en la parte de equilibrio dinámico.

Al comparar los resultados obtenidos del test de Tinetti con respecto a la edad de los sujetos en este estudio, se reveló que hay una relación lineal directa entre la edad y el riesgo de sufrir una caída, es decir, a mayor edad mayor riesgo de caída. Por otro lado, también se encontró una relación lineal inversa que entre menor es la edad de los sujetos, mayor es la probabilidad de no tener riesgo de caídas. Como refleja en los datos entregados por Alicia Villalobos C, et al (38), quienes estiman que uno de cada tres adultos mayores que vive en la comunidad sufre una o más caídas al año. A nivel nacional, la encuesta SABE Chile de OPS (2001) arrojó una prevalencia de un 35,3% anual de caídas en adultos mayores viviendo en la comunidad. Quienes realizaron estudio en comunidad muestra que

la incidencia anual incrementa conforme a la edad: entre los adultos mayores jóvenes (65 – 70 años) la prevalencia es del 25% y llega al 35 – 45% en edades más avanzadas (80 – 85 años).\* Cifras comparable con la información que entrega Varas F, Castro M (3) que informa que la prevalencias de caídas va en aumento conforme aumenta la edad de los adultos mayores. Donde la concurrencia de estos hechos llega a un 75%.

Por otro lado, al comparar la flexibilidad de la musculatura isquiotibial según edad de los sujetos, se demostró en este estudio que la distribución es casi homogénea entre edad y nivel de acortamiento, pero detalla que hay una pequeña tendencia, mientras mayor es la edad del sujeto, mayor es la probabilidad de tener algún grado de acortamiento en la musculatura isquiotibial, como muestra los resultados de la tabla N°5. Estos datos son respaldados por los encontrados por Alicia Villalobos C, Rubén López L. (38) que menciona que estudios han comprobado que las personas disminuyen entre un 20-30% la flexibilidad muscular entre los 30 y 70 años en la mayoría de las articulaciones. También vieron en estudios que en las mujeres se ha visto que la flexibilidad empieza a disminuir lentamente entre los 20 y 35 años, y empieza a disminuir de forma más rápida a partir de los 40 años. Conjunto con los resultados descritos por Sainz de Baranda, P (31) que menciona que las personas mayores, mientras más longevas son, mayor es su predisposición a sufrir acortamiento de isquiotibiales.

Según el análisis de los resultados entre la correlación del acortamiento de la musculatura isquiotibial y riesgo de caída, se demostró que si hay una correlación lineal directa entre ambas variables. A mayor grado de acortamiento de la musculatura isquiotibial, mayor es el riesgo de caída. La información es respaldada en los gráficos N°1 al N°6, los cuales muestran una correlación lineal directa y significativa. Estos resultados son concordantes con los encontrados por Gac E, Marín P, Catsro L (20) que menciona que un acortamiento de la musculatura isquiotibial se produce una alteración en la proyección del centro de gravedad dentro de la base de sustentación del sujeto, la cual se describe como

un desplazamiento hacia posterior de esta, produciendo que el sujeto realice una inclinación hacia anterior de tronco para volver a desplazar el centro de gravedad hacia anterior o viceversa. En consecuencia, se alteran las estrategias de tobillo y cadera, haciendo al sujeto más susceptible a caer ante perturbaciones pequeñas.

Con respecto a las limitaciones de este estudio, que pudieron haber influido en los resultados de esta investigación, podemos mencionar el diseño del mismo, debido a que este estudio de tipo transversal no nos permitió tener un control adecuado de las variables, como por ejemplo la información obtenida por parte de los sujetos de la muestra, ya que no son datos 100% fidedignos. Por otro lado, los resultados del presente estudio pueden no ser lo suficientemente concluyentes debido al tamaño de la muestra en estudio. Debido a que si se quiere tener una mayor representatividad de la muestra y extrapolación de datos a la población completa, debemos tener un N de pacientes mayor a través de un estudio en diversos centros de adultos mayores institucionalizados de todo el país.

Otra limitación dentro de este estudio, es que aunque respalde la bibliografía el uso del test de Tinetti para cuantificar el riesgo de caídas, en adultos mayores institucionalizados. Se podrían haber usado otros test, que determinan de manera más exacta el riesgo de caídas y que no incluyen dentro de su participación, a adultos mayores que tengan indicación de ayudas técnicas.

Para futuras investigaciones, se propone un estudio de tipo experimental con el correspondiente seguimiento de los grupos a estudiar, donde además de observar, se pueda hacer intervenciones. Para así poder identificar cuáles son las mejores formas para poder intervenir a los adultos mayores, logrando alcanzar la prevención de la pérdida de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, disminuyendo así, el riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados y sus respectivas consecuencias, que inclusive pueden terminar en la muerte.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados analizados para esta muestra de estudio, se encontró una correlación lineal directa significativa entre acortamiento musculatura isquiotibial y riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados, medidos con test de SLR y AKE para flexibilidad y con test de Tinetti para medir el riesgo de caídas, por lo que se acepta la hipótesis de investigación (H1).

Los adultos mayores van a responder de manera distinta frente a un déficit de los sistemas sensoriales encargados del equilibrio, y dicha respuesta va a depender de la experiencia, aprendizaje y estrategia personal de cada sujeto. Lo que refleja la importancia de una evaluación integral de todos los subsistemas de balance, para tener un óptimo conocimiento sobre que está alterando el equilibrio.

Es necesario realizar una mayor cantidad de estudios que nos ayuden a diferenciar cuales son los reales factores que predisponen a tener riesgos de caídas en adultos mayores, para así poder diferenciar entre cuales son prevenibles y cuáles no. Con esto podríamos contribuir a disminuir el número de caídas que sufren los adultos mayores, disminuyendo la tasa de accidentes, con su consecuente resultado, en el aumento de calidad de vida.

Por otro lado, al disminuir la tasa de accidentes por caídas, gracias a la intervención oportuna de los factores que desencadenan estos, podemos optimizar los recursos disponibles en prevención y rehabilitación del adulto mayor.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Shumway-cook A, Woollacott M. Motor control. En: Aging and postural control. Chapter 9. pages 212-232. Lippincott: Williams & Wilkins. 2007.
- 2 Marin P, Guzmán J, Araya G. Adultos Mayores institucionalizados en Chile ¿Cómo saber cuántos son? Revista médica de Chile. 2004; 132(7): 832-838.
- 3 Varas F, Castro M. Caídas en ancianos de la comunidad: prevalencia, consecuencias y factores asociados. Atención Primaria. 2006; 38(8):450-455.
- 4 Cortez N, Alma R, et al. Evaluación geriátrica integral del adulto mayor. Rev Med Chile. 2011; 139: 725-731
- 5 Cael C. Functional Anatomy. 2ª.ed. United State: Philadephia. 2010.
- 6 Marin P, Guzmán J, Araya G. Adultos Mayores institucionalizados en Chile ¿Cómo saber cuántos son? Revista médica de Chile. 2004; 132(7): 832-383.
- 7 Shumway-cook A, Woollacott M. Motor control. Chapter 8. En: Normal Postural Control. United State: Philadephia 2007. pp. 189-212.
- 8 Minor L, Kaemppffmam G. Problemática del anciano institucionalizado. Argentina, Buenos Aires; 2004.
- 9 Oyarzo, C. Desarrollo y validación del instrumento de evaluación y entrenamiento del balance. Comparación del balance bípedo en deportistas y no deportistas. Comparación del balance sedente en sujetos normales y con síndrome de dolor lumbar. España: Universidad de Cordova; 2012
- 10 Granacher U, Muehlbauer T, Gruber M. Balance and Strength Performance in Healthy Older Adults Impact for Testing and training: Alemania: Universidad de Konstanz; 2012
- 11 Crepeau E, Cohn E. y Schell B. Terapia Ocupacional. 10ª. ed. United Stade, Philadelphia: Panamericana; 2011.

- 12 Osorno D, Morelo L. Inestabilidad, caídas e inmovilidad en el anciano. Colombia, Bogota: Pontificia Universidad Javeriana. 2006.
- 13 Leyva, B. Movilidad, equilibrio y caídas en los adultos mayores. Cuba, La Habana: Geroinfo. 2008
- 14 Cartier, L. Caídas y alteraciones de la marcha en los adultos mayores. Rev. méd. Chile 2002. 130(3): 332–337.
- 15 Coppa M, Pérez V. Alteraciones vestibulares determinadas por la pauta EHV de Norré y riesgo de caída en adultos mayores sobre 65 años fracturados de cadera institucionalizados de sexo femenino. Tesis para optar al grado de licenciado en Kinesiología. Chile, Santiago: Universidad de Chile; 2004.
- 16 Bernal E, Bernal R, Faus V. Presbivértigo: Ejercicios vestibulares. Madrid: Gerokomos; 2006.
- 17 Gac E, Marín P, Catsro L. Caídas en adultos mayores institucionalizados: Descripción y evaluación geriátrica. Rev. méd. Chile. 2003; 131(8): 887-894.
- 18 Wright K. Structural balancing. 3 ed. United State: Philadelphia; 2011.
- 19 Suárez H, Arocena M. Las alteraciones del equilibrio en el adulto mayor. Rev. med. clin. 2009; (20): 297 – 306.
- 20 Taboadela C. Goniometría Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. 1 ed. Buenos Aires: Asociart ART; 2007.
- 21 Nordin M, Frankel V. Biomecánica básica del musculo esquelético. Madrid: Mc Graw-Hill Internacional, 2004. Pág 187-195.
- 22 Miralles R. Biomecánica clínica del aparato locomotor. 2ª. ed. Barcelona: Masson; 2000.
- 23 Cailliet R. Anatomía funcional, biomecánica. Bogotá: Panamericana: Pág. 224-230. 2004
- 24 Taboadela C. Goniometría Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART; 2007.
- 25 Da silva DR, Gómez CA. Síndrome de los isquiotibiales acortados. Fisioterapia. 2008;.30(4):163–210.

- 26 Gallon D. The effects of stretching on the flexibility, muscle performance and functionality of institutionalized older women. *Braz J Med Biol Res.* 2011; 44(3):229-35.
- 27 Sainz de Baranda, P. Valoración de la musculatura isquiosural en personas mayores. *Rev España Geriatria Gerontologica.* 2005; 40:Supl.2: 31 – 35.
- 28 Feland, JB, Myrer, JW, Schulthies, SS, Fellingham, GW, Measom, GW El efecto de la duración del estiramiento del grupo de músculos isquiotibiales para aumentar el rango de movimiento en personas de 65 años o más. *Fisioterapia,* 2001; 81(5):1110-1117.
- 29 Sandoval C, Camargo M, González D, Vélez Y. Programa de ejercicio físico para los adultos mayores del club nueva vida de la ciudad de Tunja. *Rev. Cienc. Salud,* 2007; 5(2): 60-71.
- 30 Burbank PM, Reibe D, Padula CA, Nigg C. Exercise and older adults: changing behavior with the transtheoretical model. *Orthopedic Nursing.* 2002; 21(4): 51-63.
- 31 Petreca D, Benedetti T, Silva D. Validação do teste de flexibilidade da AAHPERD para idosos Brasileiros. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.* 2011; 13(6):455-460.
- 32 Horak FB, Kuo A. Postural adaptation for altered environments, task and intentions. *Biomechanics and Neural control of posture and movement.* England: Oxford University; 2000.
- 33 Fay B. Horak. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls. *Mechanistic and physiological aspects.* England: Oxford University; 2006.

## ANEXO 1



### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Al firmar este consentimiento, libre y voluntariamente acepto participar, y declaro que he sido debidamente informado acerca de mi participación en la investigación **“Correlación entre flexibilidad de la musculatura isquiotibial y riesgo de caídas en adultos mayores institucionalizados pertenecientes a Fundación Las Rosas en la comuna de Independencia”** a cargo del alumno de Kinesiología de la Universidad Finis Terrae Matías Taub, donde se respetará mi privacidad y no se divulgarán mis datos o información personal.

En caso de ser incluido según los criterios, en una primera instancia se llevará a cabo una entrevista personal, esta no supera los 10 minutos. En segunda instancia se realizarán los test de SLR y AKE para medir la flexibilidad isquiotibial en conjunto con la medición del test de Tinetti que evalúa el riesgo de caídas, este proceso debería durar 30 minutos como máximo.

He recibido una completa información acerca de las evaluaciones e intervenciones del estudio, sobre la naturaleza, propósitos y beneficios de esta investigación. Sé que tengo derecho de negarme a contestar algunas preguntas y que puedo retirar mi participación en cualquier momento.

<input type="checkbox"/>	Acepto	<input type="checkbox"/>	No acepto
--------------------------	--------	--------------------------	-----------

\_\_\_\_\_  
Nombre del sujeto

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Fecha

## ANEXO 2

### Ficha Personal

#### Datos personales:

Nombre: \_\_\_\_\_ R.U.N: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ años.

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_

#### Antecedentes mórbidos

	Si	Especificar
Patología Neurológica		
Patología Respiratoria		
Patología Cardíaca		
HTA		
DM		
Otras		

**Historial de lesiones previas:** Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Cuáles \_\_\_\_\_

**Historial de cirugías previas:** Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Cuáles \_\_\_\_\_

Observaciones

---

---

---

---

**Historia de caídas dentro del último año:** Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Cuántas: \_\_\_\_

Observaciones:

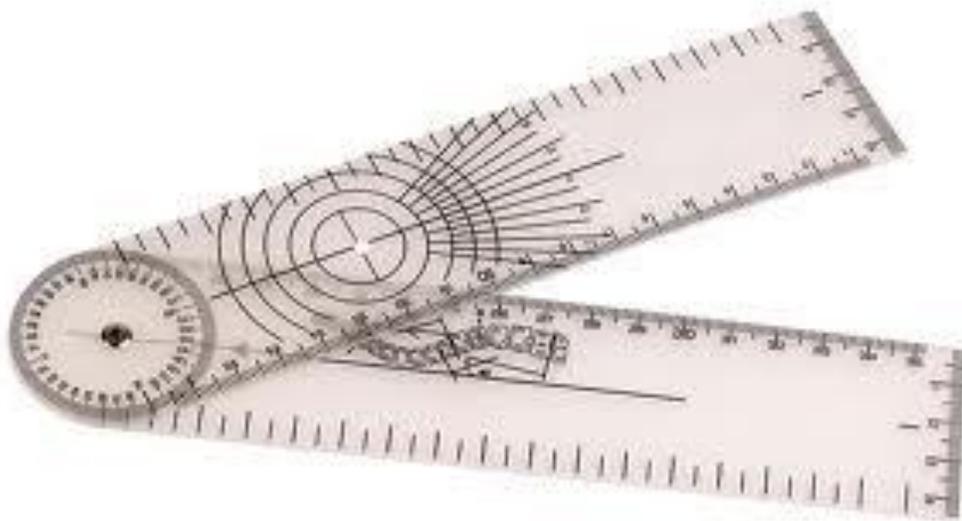
---

---

---

**ANEXO 3**  
**IMPLEMENTOS**

**FIGURA 1.** Goniómetro



#### ANEXO 4

**FIGURA 2. Resultados medición flexibilidad.**

<b>Nombre del sujeto</b>	<b>Grados SLR izquierdo</b>	<b>Grados SLR derecho</b>	<b>Grados AKE izquierdo</b>	<b>Grados AKE derecho</b>
Sujeto 1	60°	48°	50°	37°
Sujeto 2	83°	87°	77°	74°
Sujeto 3	88°	88°	54°	64°
Sujeto 4	50°	78°	30°	24°
Sujeto 5	80°	80°	70°	71°
Sujeto 6	60°	62°	38°	32°
Sujeto 7	75°	75°	52°	54°
Sujeto 8	62°	58°	28°	36°
Sujeto 9	70°	80°	38°	40°
Sujeto 10	58°	50°	42°	40°
Sujeto 11	74°	66°	70°	60°
Sujeto 12	90°	80°	60°	60°
Sujeto 13	65°	55°	60°	45°
Sujeto 14	55°	45°	50°	51°
Sujeto 15	50°	60°	52°	60°
Sujeto 16	35°	40°	40°	50°
Sujeto 17	58°	55°	45°	60°
Sujeto 18	52°	50°	65°	60°
Sujeto 19	50°	55°	50°	55°
Sujeto 20	60°	55°	51°	56°
Sujeto 21	58°	62°	44°	45°
Sujeto 22	40°	39°	48°	45°
Sujeto 23	55°	45°	52°	52°
Sujeto 24	60°	67°	57°	62°
Sujeto 25	75°	75°	52°	54°

<b>Sujeto 26</b>	<b>50°</b>	<b>55°</b>	<b>50°</b>	<b>55°</b>
<b>Sujeto 27</b>	<b>52°</b>	<b>50°</b>	<b>65°</b>	<b>60°</b>
<b>Sujeto 28</b>	<b>55°</b>	<b>45°</b>	<b>52°</b>	<b>52°</b>
<b>Sujeto 29</b>	<b>90°</b>	<b>80°</b>	<b>60°</b>	<b>60°</b>
<b>Sujeto 30</b>	<b>60°</b>	<b>48°</b>	<b>50°</b>	<b>37°</b>

## ANEXO 5

**FIGURA 3. Test de Tinetti.**

Equilibrio. El paciente está situado en una silla dura sin apoyabrazos. Se realizan las siguientes maniobras:	
1. Equilibrio sentado	
• Se inclina o se desliza en la silla	= 0
• Se mantiene seguro	= 1
<hr/>	
2. Levantarse	
• Imposible sin ayuda	= 0
• Capaz, pero usa los brazos para ayudarse	= 1
• Capaz sin usar los brazos	= 2
<hr/>	
3. Intentos para levantarse	
• Incapaz sin ayuda	= 0
• Capaz, pero necesita más de un intento	= 1
• Capaz de levantarse con sólo un intento	= 2
<hr/>	
4. Equilibrio en bipedestación inmediata (primeros 5 s)	
• Inestable (se tambalea, mueve los pies), marcado balanceo del tronco	= 0
• Estable pero usa el andador, bastón o se agarra a otro objeto para mantenerse	= 1
• Estable sin andador, bastón u otros soportes	= 2
<hr/>	
5. Equilibrio en bipedestación	
• Inestable	= 0
• Estable, pero con apoyo amplio (talones separados más de 10 cm) o usa bastón u otro soporte	= 1
• Apoyo estrecho sin soporte	= 2
<hr/>	
6. Empujar (bipedestación con el tronco erecto y los pies tan juntos como sea posible). El examinador empuja suavemente el esternón del paciente con la palma de la mano, 3 veces	
• Empieza a caerse	= 0
• Se tambalea, se agarra, pero se mantiene	= 1
• Estable	= 2
<hr/>	
7. Ojos cerrados (en la posición de 6)	
• Inestable	= 0
• Estable	= 1
<hr/>	
8. Vuelta de 360°	
• Pasos discontinuos	= 0
• Continuos	= 1
• Inestable (se tambalea, se agarra)	= 0
• Estable	= 1
<hr/>	
9. Sentarse	
• Inseguro, calcula mal la distancia, cae en la silla	= 0
• Usa los brazos o el movimiento es brusco	= 1
• Seguro, movimiento suave	= 2
<hr/>	
Puntuación total equilibrio (máximo 16)	

<b>Marcha. El paciente permanecerá de pie con el examinador, camina por el pasillo o por la habitación (unos 8 metros) a «paso normal», luego regresa a «paso rápido pero seguro»</b>	
10. Iniciación de la marcha (inmediatamente después de decir que ance)	
• Algunas vacilaciones o múltiples intentos para empezar	= 0
• No vacila	= 1
-----	
11. Longitud y altura de paso	
a) Movimiento del pie derecho	
• No sobrepasa al pie izquierdo con el paso	= 0
• Sobrepasa al pie izquierdo	= 1
• El pie derecho no se separa completamente del suelo con el paso	= 0
• El pie derecho se separa completamente del suelo con el paso	= 1
b) Movimiento del pie izquierdo	
• No sobrepasa al pie derecho con el paso	= 0
• Sobrepasa al pie derecho	= 1
• El pie izquierdo no se separa completamente del suelo con el paso	= 0
• El pie izquierdo se separa completamente del suelo con el paso	= 1
-----	
12. Simetría del paso	
• La longitud de los pasos con los pies derecho e izquierdo no es igual	= 0
• La longitud parece igual	= 1
-----	
13. Fluidez del paso	
• Paradas entre los pasos	= 0
• Los pasos parecen continuos	= 1
-----	
14. Trayectoria (observar el trazado que realiza uno de los pies durante unos 3 m)	
• Desviación grave de la trayectoria	= 0
• Leve/moderada desviación o usa ayudas para mantener la trayectoria	= 1
• Sin desviación o ayudas	= 2
-----	
15. Tronco	
• Balanceo marcado o usa ayudas	= 0
• No balancea pero flexiona las rodillas o la espalda o separa los brazos al caminar	= 1
• No se balancea, no flexiona, no usa los brazos ni otras ayudas	= 2
-----	
16. Postura al caminar	
• Talones separados	= 0
• Talones casi juntos al caminar	= 1
-----	
Puntuación marcha (máximo 12)	
-----	
Puntuación total (equilibrio y marcha) = (máximo 28)	