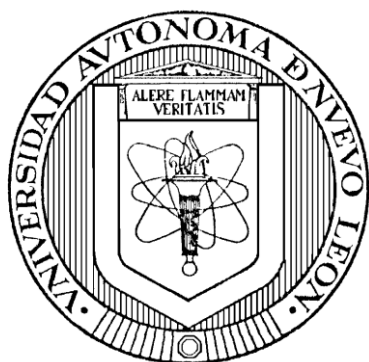


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Fuerza Muscular, Velocidad de la  
Marcha y Actividad Física en Adultos Mayores

Por

Lic. Cassandra Álvarez Ramos

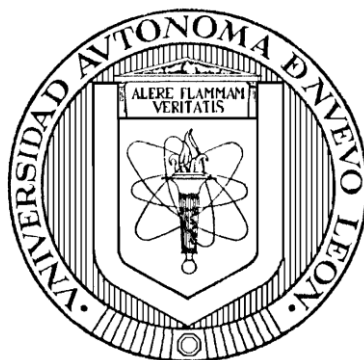
Director de Tesis:

MC. María Eugenia Garza Elizondo

Como requisito para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE ENFERMERÍA

Diciembre 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Fuerza Muscular, Velocidad de la  
Marcha y Actividad Física en Adultos Mayores

Por

Lic. Cassandra Álvarez Ramos

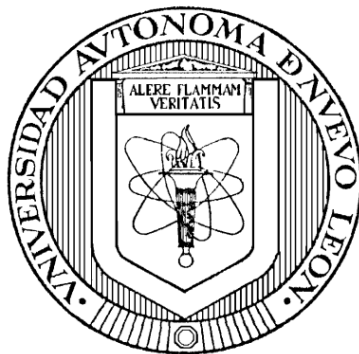
Co-Director de Tesis:

PhD Bertha Cecilia Salazar González

Como requisito para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE ENFERMERÍA

Diciembre 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Fuerza Muscular, Velocidad de la  
Marcha y Actividad Física en Adultos Mayores

Por:

Lic. Cassandra Álvarez Ramos

Asesor Estadístico:

PhD Marco Vinicio Gómez Meza

Como requisito para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE ENFERMERÍA

Diciembre 2012

FUERZA MUSCULAR, VELOCIDAD DE LA MARCHA Y ACTIVIDAD FÍSICA  
EN ADULTOS MAYORES

Aprobación de Tesis

---

MC. María Eugenia Garza Elizondo

Director de Tesis

---

MC. María Eugenia Gaza Elizondo

Presidente

---

PhD. Bertha Cecilia Salazar González

Secretario

---

Dr. Ricardo Cerda Flores

Vocal

---

Dra. María Magdalena Alonso Castillo

Subdirector de Posgrado e Investigación

## **Agradecimientos**

A el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por las facilidades otorgadas y apoyo brindado para poder hacer posible esta etapa.

A las Autoridades Educativas de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) por su visión y disposición.

A la Dra. Magdalena Alonso Castillo, Subdirector de Posgrado e Investigación de la UANL por sus atenciones y estar siempre al tanto de la evolución de esta maestría.  
A la MC.

María Eugenia Garza Elizondo, es un honor haber sido guiada en este proyecto por su gran experiencia y por una gran persona. Además gracias por bendecirme con su amistad y los consejos que me ha brindado para guiarme en mi carrera profesional y personal

A los adultos mayores que participaron en este estudio. Muchas gracias por haberme dado la oportunidad de aprender de Ustedes y con Ustedes. Sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible.

A todos mis profesores, quienes contribuyeron a mi formación, gracias por exigirnos al máximo y por enseñarnos a romper todos y cada uno de nuestros límites para convertirnos en mejores profesionales.

A mis nuevos amigos, por compartir conmigo estos dos años que ahora se ven culminados exitosamente. Gracias por su compañía, apoyo, alegrías, tristezas y por todos los momentos vividos en esta etapa de nuestras vidas personales y profesionales.

## **Dedicatoria**

A Dios, por todas las bendiciones que me ha brindado.

A mis padres, por el apoyo y amor incondicional. Ellos me enseñaron a dar siempre lo mejor de mí y a nunca rendirme para alcanzar mis sueños y metas. ¡Gracias mamá, Gracias papá!

A mi familia y amigos por sus buenos deseos y por siempre estar ahí cuando necesitaba de un abrazo o palabras de aliento.

A mi tío Martín Álvarez y mi tía Belia del Pilar Ramos, por apoyarme y cuidarme todos estos años desde algún lugar del cielo.

A mi amiga Ingrid Treviño, por los innumerables momentos que pasamos en estos dos años. Gracias por brindarme tu valiosa amistad y tu apoyo. ¡Muchísimas gracias amiga!

A la Dra. Juana Edith Cruz Quevedo, por confiar y creer en mí.

## Tabla de Contenido

Contenido	Página
Capítulo I	
Introducción	1
Marco de Referencia	4
Estudios Relacionados	7
Definición de Términos	12
Objetivo General	12
Objetivos Específicos	12
Capítulo II	
Metodología	
Diseño del estudio	13
Población, Muestra y Muestreo	13
Mediciones	13
Procedimiento de recolección de datos	15
Consideraciones éticas	16
Plan de análisis	17
Capítulo III	

Resultados	18
Características Sociodemográficas de los Adultos Mayores	18
Actividad Física, Fuerza Muscular y Marcha	19
Capítulo IV	
Discusión	26
Conclusiones	28
Recomendaciones de investigación	28
Recomendaciones de salud	28
Referencias	29
Apéndices	
A.    Cédula de Datos	36
B.    Consentimiento Informado	37
C    Cuestionario de Actividad Física para el Adulto Mayor	40
D    Códigos de costos de energía	44
E    Instrucciones para el uso del GaitRite	46
F    Método para la utilización del Dinamómetro	47
G    Registro de Fuerza Muscular	49



## Lista de Tablas

Tabla		Página
1	Enfermedades crónicas de los adultos mayores	18
2	Fuerza Muscular en 130 Adultos Mayores	19
3	Características de la Marcha en 130 Adultos Mayores	20
4	Correlación entre la Fuerza Muscular y la Velocidad de la Marcha	21
5	Características de la Marcha por Actividad Física de 130 Adultos Mayores	22
6	Fuerza Muscular de acuerdo a la Actividad Física en 130 Adultos Mayores	23
7	Características de la marcha por sexo en 130 Adultos Mayores	24
8	Fuerza muscular por sexo en 130 Adultos Mayores	25

## Resumen

Cassandra Álvarez Ramos  
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Enfermería

Fecha de Graduación: Diciembre 2012

Título: FUERZA MUSCULAR, VELOCIDAD DE LA MARCHA Y ACTIVIDAD FÍSICA EN ADULTOS MAYORES.

Número de páginas: 49

Candidato para obtener el grado de  
Maestría en Ciencias de Enfermería

LAGC: Funcionalidad y Adaptación ante el Envejecimiento

**Propósito y Método del Estudio:** El propósito fue establecer la relación que existe entre el nivel de actividad física, fuerza muscular miembros inferiores y la marcha de los adultos mayores; además la diferencia de fuerza muscular y características de la marcha de acuerdo al nivel de actividad física. El diseño fue correlacional. La población se conformó por 130 personas de 65 años y más, que contaban con ambos miembros inferiores. El muestreo fue no probabilístico por conveniencia. Se utilizó el Cuestionario de Actividad Física para Adultos Mayores (activo  $\geq 9$  puntos, inactivo  $< 9$  puntos), el tapete electrónico GaitRite y dinamómetro análogo para la fuerza muscular. Para el análisis de datos se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión. En virtud de la falta de normalidad de los datos (según prueba de Kolmogorov-Smirnov), se utilizó la correlación de Spearman y U de Mann-Whitney.

**Contribución y Conclusiones:** El presente estudio permitió conocer los niveles de actividad física y fuerza muscular, así como las características de la marcha que presentaron los adultos mayores. El 74.6% de los adultos mayores resultó ser inactivo. La extensión de miembros inferiores fue el movimiento que presentó mayor fuerza muscular, con una media de 4.51 ( $DE= 1.73$ ) en el miembro dominante y de 3.48 ( $DE= 1.38$ ) en el miembro no dominante; la velocidad de marcha fue de 90cm/s ( $DE= 23.7$ ). La mayor parte de las variables, no mostraron relación significativa entre la actividad física con la fuerza muscular y características de la marcha ( $p > 0.05$ ); Se reportó una relación débil entre las variables de fuerza muscular y velocidad de la marcha ( $p < 0.05$ ). Se recomienda implementar programas para mejorar la actividad física y tomar en cuenta variables como el peso, talla e índice de masa corporal, para valorar la relación con la actividad física, fuerza muscular y características de la marcha.

**FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS** \_\_\_\_\_

## **Capítulo I**

### **Introducción**

En México la estructura poblacional se ha transformado a lo largo del tiempo debido al cambio paulatino en el desarrollo de los grupos de edad predominantes. La disminución en las tasas de fecundidad y natalidad, además del incremento en la esperanza de vida han provocado un aumento significativo de la edad media de la población y una proporción ascendente de los adultos mayores. En el 2008, los adultos mayores eran 5.8 millones cantidad que se cuadruplicará hasta alcanzar alrededor de 25.9 millones para el 2050 (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2008).

Esta situación es similar para el estado de Nuevo León, en el año 2000 la población mayor de 65 años representaba un 7% de la población total; y se proyecta que para el año 2030 incrementé a 18%. Lo que obliga a pensar en las futuras necesidades de salud, económicas, sociales y políticas que ello implica tanto para el adulto mayor como para su familia y la sociedad (CONAPO, 2008).

El envejecimiento gradual de la población está acompañado de una serie de alteraciones en los diversos sistemas del organismo, evidenciando un declive en el desempeño neuromotor, la actividad física disminuye, produciendo una pérdida en las capacidades y habilidades físicas como la agilidad y la fuerza de los miembros inferiores (Carville, Perry, Rutherford, Smith & Newham, 2007; Doherty, 2003; Gac, 2000; Hunter, McCarthy & Bamman, 2004). Esto trae como consecuencia sedentarismo y una disminución considerable de su funcionalidad (Mahecha, 2003), por lo cual el individuo tiene la necesidad de tener una asistencia o ayuda para realizar sus actividades (Walter, 1999), cambiando así las rutinas y las relaciones de la familia (Montorio & Lozada, 2004); respecto al aspecto económico, en muchos de los casos los adultos mayores se encuentran en condiciones precarias y se tienen que incorporar al ámbito laboral con bajas remuneraciones (Consejo de Desarrollo Social de Nuevo León, 2006).

En el modelo del proceso de discapacidad existe una cadena causal, en la cual la enfermedad (aguda o crónica) conduce a una disminución de la fuerza muscular dificultando la realización de actividades diarias; una baja actividad física causa mayores dificultades para realizar sus tareas creando un círculo vicioso dando lugar a un mayor descenso de la fuerza muscular (Rantanen et al., 1999).

Se puede observar que alrededor de un 30% de los adultos mayores entre 65 y 74 años son inactivos y dedican muy poco de su tiempo a actividades recreativas o de esparcimiento; es conocido que la práctica de actividad física en los adultos mayores ayuda a mantener la flexibilidad, el equilibrio, el tono y la fuerza muscular, logrando así un envejecimiento exitoso (Stanley, Blair & Gauntlett, 2009).

Conforme pasan los años la fuerza muscular de los adultos mayores se va reduciendo, al igual que la movilidad, el equilibrio y la marcha; ya que entre los 20 a 28 años se alcanza un pico máximo y disminuye en un 1% por año, incrementándose hasta un 15% por cada década transcurrida hasta llegar a los 60 o 70 años (Salinas, Cocca, Ocaña & Viciano, 2007). Debido a esto, el deterioro de la marcha y la disminución de la actividad física en este grupo de edad está relacionado con la pérdida del funcionamiento físico, la reducción de la fuerza muscular y la capacidad de energía, las cuales sufren una disminución (Anderson & Pandy, 2001; Winter, Patla, Frank & Patla, 1990).

Al igual que la fuerza muscular, la marcha ha sido estudiada desde tiempos remotos y los métodos para su evaluación han avanzado, este proceso está modulado o modificado por diversos factores fisiológicos (envejecimiento), los cuales provocan un cambio. Existen diferencias notables en la forma de caminar según avanza la edad; algunas debido al propio envejecimiento y otras a patologías subyacentes, por lo que la marcha se hace más rígida, entorpecida, menos flexible, además se disminuye la velocidad y la longitud del paso, variaciones encaminadas a conseguir una marcha más

segura, y al mismo tiempo son factores causantes de un aumento en el consumo de energía durante la de ambulación.

Algunos estudios nos mencionan que a mayor edad, la fuerza muscular, energía y velocidad de contracción se deterioran ( $p = 0.001$ ), trayendo como consecuencia velocidad más lenta al caminar ( $p < 0.01$ ), un mayor riesgo de caídas y una reducción de la capacidad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria, lo cual contribuirá a la pérdida de la independencia y la reducción de la calidad de vida (Doherty, 2003; Ishiyama, 2009; Lanza, Towse, Caldwell, Wigmore & Kent-Braun, 2003; Ochala, Lambertz, Pousson, Goubel & Hoecke, 2004; Petrella, Kim, Tuggle, Hall & Bamman, 2005; Shaffer & Harrison, 2007; Thom, Morse, Birch & Narici, 2007). Cuando la fuerza muscular está muy por encima del nivel mínimo requerido, existe una capacidad de reserva, aunque el aumento de la fuerza muscular no corresponde a un aumento de la velocidad de la marcha (Rantanen et al., 1999).

En los últimos años, la relación entre actividad física, como factor conductual modificable, y el riesgo de enfermedades crónicas y el declive funcional en las personas mayores ha sido objeto de un creciente interés para las investigaciones. Es indudable que la actividad física debe ser considerada como una recomendación fundamental para la mayoría de los ancianos, enfermos o no; es necesario precisar los beneficios de la actividad física sobre la salud, la funcionalidad y la calidad de vida en la población mayor (Garatachea & Paz, 2005).

Este panorama es transcendental para el profesional de enfermería, quien debe de proveer educación a esta población sobre actividades que retarden o minimicen los efectos degenerativos del envejecimiento y reducir las consecuencias de malas posturas, movilidad reducida, posibles lesiones o molestias que vienen acompañadas de este proceso. En nuestro país la información acerca de este fenómeno es limitada y no es determinante. Esta investigación nos permitirá analizar de manera objetiva la fuerza

muscular y la marcha, además de analizar subjetivamente la actividad física mediante un cuestionario de actividad física para el adulto mayor. Por lo anterior se ha decidido investigar estas variables en el contexto de nuestra población, en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León.

Se plantearon las siguientes preguntas de investigación ¿Existe relación entre la fuerza muscular en miembros inferiores, la marcha y la actividad física en los adultos mayores? y ¿Existe diferencia entre la fuerza muscular según al nivel de actividad física?

### **Marco de referencia**

A continuación se describen aspectos relevantes en relación a algunos cambios funcionales en el adulto mayor, relacionando la importancia de la fuerza muscular y la marcha.

El envejecimiento es un proceso complejo que varía en la forma en que afecta a las personas e incluso a los diversos órganos. Todos los órganos vitales comienzan a perder su funcionalidad a medida que se va envejeciendo; estos cambios se han encontrado en las células, tejidos y órganos del cuerpo que afectan el funcionamiento de los sistemas corporales (Martin, 2007; Stanley et al., 2009).

El tejido conectivo cambia volviéndose más inflexible y algunos tejidos presentan dificultad para recibir el oxígeno y nutrientes, y eliminar el dióxido de carbono y los desechos (Martin, 2007). Los músculos proporcionan la fuerza y resistencia para moverse, a la vez que el apoyo y la estructura del cuerpo esta proporcionado por el esqueleto. La disminución de la masa ósea tiene como consecuencia la pérdida del contenido mineral, haciendo que los huesos sean más delgados y porosos. Las articulaciones se vuelven más rígidas y menos flexibles, tal es el caso de la cadera y la rodilla las cuales presentan, además, una pérdida de cartílago articular, mismo que tiene una menor actividad de condrocitos, una disminución en la

remodelación interna y la reducción de fibras de colágeno, aminorando así la flexibilidad y la amplitud de movimiento (Martin, 2007; Minaker, 2007; Stanley et al., 2009).

Los cambios del sistema músculo esquelético relacionados con la edad en los adultos mayores implican la reducción de la estatura, debido al acortamiento del tronco y la columna; redistribución de la masa corporal magra y subcutánea, mayor porosidad de los huesos, atrofia muscular, movimientos lentos, menor fortaleza o debilidad, inmovilidad de las articulaciones, reducción de los reflejos y la talla (cambios en los músculos y tendones) (Stanley et al., 2009). Lo anterior se ve reflejado en la disminución de la funcionalidad, por lo que se debe disminuir los efectos y preservar la funcionalidad mediante la realización de actividad física (Mahecha, 2003).

Es conocido que la actividad física y el ejercicio son términos que con frecuencia son confundidos entre sí y en ocasiones se utilizan de manera indistinta. La actividad física se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos que dan como resultado un determinado gasto de energía. La actividad física en la vida diaria puede ser clasificada en actividades ocupacionales, acondicionamiento, deporte, del hogar o de otro tipo; el nivel de actividad se puede dividir en ligeras, moderadas o intensas, aquellas que son voluntarias u obligatorias, incluso aquellas que se practican entre semana o en fin de semana (Caspersen, Powel & Christensen, 1985).

Un decline de la actividad física puede ser derivado de la pérdida muscular y la reducción de la fuerza. La fuerza muscular en los miembros inferiores es de vital importancia para llevar a cabo actividades diarias (Minaker, 2007; Stanley et al., 2009).

La fuerza muscular se define como la capacidad neuromuscular de soportar o vencer una sobrecarga, que puede generar un músculo o un grupo muscular durante un solo movimiento (American College of Sports Medicine [ACSM], 2005b; Heyward, 2002; Howley & Franks, 2003). La fuerza generada es específica de los músculos

implicados, así como la velocidad y el ángulo de contracción que tiene como fin vencer, mantener o generar la fuerza suficiente para superar determinada resistencia (ACSM, 2005b). Esta fuerza puede ser estimada de forma subjetiva por el grado de resistencia de los grupos musculares u objetivamente a través del uso de un ergómetro y/o dinamómetro; o también por medio de los resultados de la prueba de resistencia que se expresan generalmente en términos de la cantidad de peso levantado durante la prueba de 1 repetición máxima (1RM).

Las contracciones que se ven implicadas en la fuerza muscular son las isométricas e isotónicas. La contracción isométrica consiste en el incremento de la tensión muscular sin cambiar la longitud del músculo que mueve la articulación, tensando y relajando de manera alterna un grupo de músculos. La isotónica conserva la fuerza de los músculos y huesos, sin cambiar la longitud del músculo ni alterar su tensión.

El mantenimiento de la marcha es de vital importancia para la movilidad y la independencia, ya que es un proceso de locomoción en el cual el cuerpo humano en posición erguida se mueve hacia delante y su peso es soportando alternativamente por ambas piernas. Los músculos principales de las extremidades inferiores están activos durante el ciclo de la marcha, especialmente al principio y al final de la fase de apoyo y al principio de la fase de oscilación, pues en estos períodos del ciclo existen aceleraciones y desaceleraciones de la extremidad y transferencias del peso del cuerpo de un pie al otro (Nuñez, Mariano & Luis, 1997; Viladot, Cohi & Clavel, 1991).

En cada ciclo de la marcha una de las extremidades inferiores pasa por una fase de apoyo y otra de oscilación. Se denomina como doble apoyo posterior o de empuje al momento en que los dos pies presentan un apoyo en el suelo, en el momento en que el pie de referencia se encuentra en situación posterior, el pie apoyado en el suelo impulsa el cuerpo hacia delante. El doble apoyo anterior o de frenado es el momento en el que el



pie de referencia se encuentra en situación anterior, en la que el talón choca en el suelo, produciendo un frenado en la aceleración del cuerpo hacia delante. La fase de apoyo comienza con el contacto inicial, es decir, con el choque de talón, y finaliza con el despegue del ante pié. La fase de oscilación se inicia con el despegue del ante pié y finaliza cuando el pie vuelve a contactar con el suelo (Ducroquet & Ducroquet, 1972; Magee, 1994; Plas, Viel & Blanc, 1996; Ramos, 2000; San Gil, 1991; Sánchez, 1993; Sastre, 1991; Viladot, 2000).

El aumento de la longitud del paso y de la velocidad no se debe únicamente a una adaptación funcional de los miembros inferiores, sino también, a mejor coordinación, equilibrio y mayor precisión de movimientos. La velocidad es la distancia que recorre el cuerpo hacia delante por unidad de tiempo, midiéndose en centímetros o metros por segundo. La velocidad media adoptada espontáneamente por adultos sanos entre 18 y 64 años y de ambos sexos puede variar entre 1.28 y 1.40 m/seg (Baumgartner & Stinus, 1997; Nuñez et al., 1997; Ramos, 2000; Sánchez, 1993; Viladot et al., 2000).

Las reducciones de la fuerza muscular y la capacidad de energía pueden contribuir a los cambios en la marcha relacionados con la edad, ya que los movimientos son más lentos y limitados haciéndolos más inestables. Particularmente la flexión del tobillo genera una fuerza significativa en la marcha normal, por lo que los impedimentos musculares mencionados anteriormente pueden inducir cambios en la coordinación de la marcha (Graf, Jufge, Ounpuu & Thelen, 2005).

### **Estudios relacionados**

En el siguiente apartado se muestran los estudios relacionados empleados para el presente trabajo, los cuales están ordenados por antigüedad de publicación, englobando las tres variables a emplearse en este documento actividad física, marcha y fuerza muscular.

García, Días, Días, Santos y Zampa (2011) evaluaron la relación entre la función muscular de las extremidades inferiores, la circunferencia de la pantorrilla, la fuerza de la empuñadura, la movilidad funcional y el nivel de actividad física que realizaron 81 personas en los diferentes grupos de edad (65-69, 70-79 y 80+) . La medición de la marcha se realizó con un multisprint Kit, la función muscular con un dinamómetro Biodex isocinetico y para la actividad física se utilizó el perfil de actividad física con un análisis estadístico de ANOVA, correlación de Pearson y las curvas de ROC.

Obteniendo como resultado que la velocidad al caminar de manera habitual en el grupo de 65-69, 70-79 y 80 o más ( $1.2 \pm 0.2$ ;  $1.1 \pm 0.2$ ;  $1.1 \pm 0.2$ ; respectivamente) con un tamaño de efecto de 0.09 ( $p = 0.02$ ) y la caminata de manera rápida ( $1.7 \pm 0.3$ ;  $1.5 \pm 0.2$ ;  $1.4 \pm 0.3$ ; respectivamente) un tamaño de efecto de 0.16 ( $p < 0.001$ ), la potencia máxima promedio de la cadera, rodilla y tobillo ( $p < 0.05$ ) fueron menores en el grupo de más de 80 años, que para el grupo de 65 a 69 años (los autores no muestran el dato del estadístico de ANOVA). No hubo diferencia en el nivel de actividad física entre los grupos de edad. Se encontró una moderada correlación significativa ( $p < 0.05$ ) entre algunos parámetros de la función muscular con velocidad al caminar y nivel de actividad física ( $p < 0.05$ ). En conclusión el estudio demostró una asociación entre la fuerza muscular y la velocidad de la caminata rápida y la disminución de estos parámetros con la edad.

Morie, et al. (2010) determinaron de manera objetiva la asociación de los niveles de actividad física con problemas de función física y de movilidad en 82 hombres de 65 años o más que reportaron limitaciones en la movilidad, dividiéndolos en dos grupos, uno de baja y otro de alta actividad física, basándose en el promedio de actividad diaria. La actividad física fue medida mediante tres ejes de acelerómetros, la funcionalidad física y la movilidad por medio de una batería corta de rendimiento físico (SPPB). La velocidad de la marcha fue el tiempo que tardó el participante en recorrer

una distancia de 50 metros, la capacidad aeróbica se midió mediante el consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ), finalmente, la fuerza y poder muscular se midieron mediante una repetición máxima (1RM) de la pierna y pecho, utilizando una maquina de resistencia neumática (Keiser, A420). Obteniendo como resultado que los hombres con niveles más altos de actividad física tenían un promedio de 1.4 puntos en la batería de rendimiento físico (SPPB) y una velocidad de marcha de 0.35m/s más que los de menos actividad, la fuerza muscular y las medidas de potencia no fueron significativamente diferentes entre los dos grupos. Los análisis de correlación y regresión lineal múltiple, mostraron que la actividad física se asocia positivamente con todas las funciones físicas y las medidas de movilidad ( $r = 0.48, p < 0.001$ ), la fuerza de las piernas ( $r = 0.29, p < 0.05$ ) y el  $\text{VO}_2 \text{ máx.}$  ( $r = 0.23, p < 0.05$ ). Concluyendo que los hombres con niveles más altos de actividad física muestran una mejor función física y movilidad que sus compañeros menos activos, por otra parte, los niveles de actividad física son predictivos del rendimiento en las mediciones de la función física y la movilidad en los hombres mayores.

Daly et al. (2008) investigaron los efectos a largo plazo de la actividad física habitual sobre los cambios del sistema musculo esquelético y el rendimiento funcional en 358 adultos mayores de ambos sexos de 50 años en adelante que fueron seguidos por 10 años. Se realizaron mediciones de la densidad ósea radial distal, de equilibrio, velocidad de la marcha y la actividad de trabajo y tiempo libre fueron reevaluadas después de 10 años. Los cambios anuales fueron comparados entre los participantes que tuvieron variación de la actividad física habitual clasificándolos en inactiva-inactiva, inactivo-activo, activo-inactivo y activo-activo. La tasa anual de pérdida de masa ósea fue del 0.6% en individuos clasificados como activos en ambos puntos de tiempo, hubo una significativa reducción de la velocidad de marcha (hombres  $\bar{X} = 0.5\%$ ,  $IC\ 95\%$  0.8 a 0.2 vs mujeres  $\bar{X} = 0.6\%$ ,  $IC\ 95\%$  0.9 a 0.3 por año) y también en la fuerza muscular

de agarre (hombres  $\bar{X} = 2.9\%$ ,  $IC\ 95\%$  3.1 a 2.6 vs mujeres  $\bar{X} = 2.4\%$ ,  $IC\ 95\%$  2.6 a 2.2 por año). Encontraron mayor proporción de hombres que realizaban actividad física que mujeres (50.7% vs 15.5%,  $p < 0.05$ ). Concluyendo que los adultos mayores que mantuvieron una actividad física durante 10 años tuvieron menos desgaste ósea y mejor preservación del equilibrio, no hubo evidencia que sugiera que el incremento o disminución de la actividad física habitual se relacione con la función del sistema músculo esquelético.

Lauretani et al. (2003) describieron como la fuerza isométrica, el poder y la sección cruzada de los músculos cambia con la edad, en 1,030 personas de 20 a 102 años que no presentaron ningún deterioro neurológico. La fuerza isométrica se evaluó en ocho grupos de músculos en los miembros inferiores por un dinamómetro que se coloca en la mano, el poder muscular se midió en una sola extensión de la pierna y la velocidad de la marcha fue medida por dos fotocélulas conectadas a una grabadora cronometrada colocada al inicio y final de cuatro metros. Realizaron cinco puntos de corte de fuerza muscular, el menor correspondió a 395.4 Newton/decímetro (N/dm) y 240.3 N/dm en hombres y mujeres, respectivamente. En este punto encontraron que el 29.2% de hombres y 58,2% de mujeres caminaban  $< 0.8$  m/s. Además que el 19.5% de hombres y 26.9% de mujeres tuvieron dificultad para caminar 1Km. Concluyendo que personas con menor fuerza tienen menor movilidad.

Aquino et al. (2002) evaluaron la fuerza muscular de la flexión - extensión de la rodilla en 26 mujeres de 75 a 83 años, sin algún problema en miembros inferiores. Utilizaron un dinamómetro isokinético midieron el ángulo de torsión máxima, y la tasa de esfuerzo de torsión en la flexión - extensión. No encontraron diferencias entre las extremidades dominantes (D) y no dominante (ND) de los valores máximos de la rodilla ( $p > 0.05$ ). Los movimientos flexores (D =  $42.46 \pm 9.09$  Newton/metro; ND =  $40.65 \pm 9.38$  Newton/metro [N/m]) y extensor (D =  $76.92 \pm 13.97$  N/m; ND =  $77.65 \pm 15.21$

N/m) no mostraron diferencias entre ellos ( $p = 0.05$ ). En conclusión los valores de par máximo para el lado contra lateral se puede utilizar como referencia para la rehabilitación con alguna enfermedad de la rodilla y la velocidad angular de  $60^\circ/s$  es propia y segura para la evaluación isocinética de las personas mayores.

Ringsberg, Gerghem, Johansson y Obrant (1999) vieron si existe relación entre pruebas clínicas y de laboratorio para balance, fuerza muscular y marcha en un estudio aleatorizado con 230 mujeres utilizando una plataforma computarizada para el balance. La fuerza muscular fue medida mediante un dinamómetro computarizado, además del tiempo y número de pasos para caminar 30 metros de distancia. Los resultados de la extensión y flexión, la fuerza de dorsiflexión de rodilla (*Mediana [Mdn] = 276.7*) y el tobillo (*Mdn = 88.5*), velocidad (*Mdn = 22.0*) y número de pasos en 30 m (*Mdn = 47*). Encontraron que a mayor fuerza en la extensión de la rodilla menor tiempo para caminar 30 m ( $r = -0.37$ ;  $p < 0.001$ ). En conclusión la fuerza muscular se relaciona con la marcha.

Buchner, Larson, Wagner, Koepsell y Lateur (1996) estudiaron la relación entre la fuerza muscular y velocidad de la marcha. Su población se formó de 409 adultos de 60 a 96 años, midieron fuerza de la pierna en cuatro grupos de músculos (flexión de rodilla, extensión de rodilla, flexión plantar del tobillo y dorsiflexores de tobillo) en ambas piernas. Utilizaron un dinamómetro isocinético para la fuerza muscular y para la velocidad de la marcha se midió con cronómetro caminando una distancia de 15.2 metros. Encontraron una relación de la fuerza muscular con la velocidad de marcha ( $r = 0.42$ ,  $p < 0.05$ ). Los resultados apoyan la hipótesis de una relación no lineal entre la fuerza de la pierna y la velocidad de la marcha.

En síntesis los estudios, mencionan que la fuerza muscular de las piernas y la marcha tiene una correlación de 37% al 42% ( $p < 0.05$ ) (Buchner et al., 199; Ringsberg et al., 1999), no se reportaron diferencias entre la pierna dominante y no dominante

(Aquino et al., 2002). Mencionando además, que las personas con menor fuerza muscular presentan menor movilidad y velocidad en la marcha (Lauretani et al., 2003; Garcia et al., 2011).

### **Definición de términos**

La fuerza muscular es aquella contracción isométrica generada por un grupo de músculos de la rodilla y tobillo de la pierna, durante una sola repetición máxima en ambas piernas, la cual fue medida mediante un dinamómetro, que se expresa en kilogramos.

La marcha comprende las fases de apoyo y oscilación de los miembros inferiores, en una determinada distancia y tiempo que el cuerpo recorre expresado en metros por segundo (m/s), el número de pasos que realiza en el tiempo determinado y la distancia lineal entre los puntos sucesivos de contacto del mismo pie.

La actividad física es el nivel que reporta el adulto mayor de las actividades que implican los movimientos corporales realizados dentro de la ocupación que tengan y el tiempo libre del adulto mayor que dan como resultado un gasto de energía.

### **Objetivo general**

Establecer la relación que existe entre el nivel de actividad física, fuerza muscular y la marcha de miembros inferiores de los adultos mayores. Además de la diferencia de fuerza muscular y características de la marcha de acuerdo al nivel de actividad física.

### **Objetivos específicos**

Determinar el nivel de actividad física que realiza el adulto mayor.

Determinar la fuerza muscular de miembros inferiores en los adultos mayores.

Determinar características de la marcha de miembros inferiores en los adultos mayores.

Determinar la fuerza muscular, la marcha y la actividad física por sexo.

## **Capítulo II**

### **Metodología**

En el presente capítulo se describe la metodología que se utilizó en el proyecto, se encuentra el diseño utilizado, la población, muestra y muestro; además del procedimiento que se siguió, los instrumentos empleados, consideraciones éticas y plan de análisis de resultados.

#### **Diseño del estudio**

El diseño del estudio es correlacional, ya que describe las variables y estudia la relación entre ellas (Burns & Grove, 2004). Se ve la relación entre los niveles de actividad física, la fuerza muscular y la marcha.

#### **Población, muestreo, y muestra**

La población de este estudio se conformó por personas de 65 años y más, que contaban con ambos miembros inferiores y que pertenecían a dos casa club del adulto mayor del Desarrollo Integral de la Familia (DIF) de la Zona Metropolitana de Monterrey.

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, al llegar a la casa club, si cumplían con los criterios de inclusión se les invitó a participar hasta completar el tamaño de muestra, esta última se calculó en el paquete estadístico n`Query Advisor, con base a una prueba correlacional bilateral con un efecto de .30, con un nivel de significancia de .05 y una potencia de .90, obteniendo así un tamaño de muestra de 113 participantes, se agregó una tasa de no respuesta de un 10% incrementó a 130 participantes.

#### **Mediciones**

En el siguiente apartado se muestran las técnicas para la medición de las variables de estudio, se utilizó una cédula de datos de datos generales (Apéndice A)

para obtener información del participante tal como edad, sexo, estado civil o si utiliza algún tipo de apoyo para caminar. Las características de la marcha se midieron mediante el sistema de GAITRite, el cual consiste en un tapete electrónico de 90 centímetros de ancho y 550 de largo, conectado a una computadora provista de un software (Standard GAITRite) en el cual se procesaron las pisadas de los participantes, este sistema reporta una confiabilidad para su medición de 0.91 a 0.99 (Webster, Wittwer & Feller, 2004), cuyos datos fueron transferidos de manera directa del programa a una hoja de Excel y posteriormente a la base de datos de SPSS.

Para la medición de la actividad física se aplicó el Cuestionario de Actividad Física para el Adulto Mayor (CAFAM), el cual valoró el nivel de actividad desarrollada en el hogar, en su tiempo libre y en algún deporte, reportándose una confiabilidad de 0.89 determinado por una prueba de test-retest (Vorrrips, Ravelli, Deurenberg & Van Steaveren, 1990). Consta de varias secciones, las actividades del hogar son 10 reactivos de opción múltiple. Los siguientes 6 reactivos conciernen a actividades que están relacionadas con el deporte o ejercicio, calificándose de acuerdo a la postura y movimientos que implican la actividad reportada por el adulto mayor.

A cada actividad reportada se le asignó un código de intensidad (propuesto por los autores) que refleja el gasto de energía por cada una. Todos los códigos de tipo de ejercicio, hora por semana y meses al año se multiplican para cada opción de ejercicio. En caso de que se realicen dos actividades el producto de sus respectivos códigos se suma. Las actividades de tiempo libre se manejaron con los mismos criterios (Apéndice D). La clasificación que realizaron los autores a través de tertiles es recomendado como un método confiable para clasificar a los adultos mayores en categorías de alta (mayor a 16.5), media (de 9.4 a 16.5) y baja (menos a 9.4) actividad física (Kalapotharakos et al., 2004).



La fuerza muscular se midió por medio de un dinamómetro análogo push/pull, con una confiabilidad de .97, reportada por la empresa Baseline Evaluation Instruments, utilizado para mediciones de la fuerza muscular en pruebas funcionales, ideal para una amplia gama de músculos.

### **Procedimiento de recolección de datos**

El presente proyecto fue evaluado por las comisiones de Ética e Investigación de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León para su debida aprobación. Posteriormente se acudió a los centros DIF ya acordados para solicitar los permisos pertinentes para trabajar en ellos.

Se revisaron las instalaciones de cada centro DIF y se identificó un área adecuada donde se realizaron las mediciones. El equipo de trabajo estuvo integrado por una persona, para la medición de la marcha en el tapete electrónico, la entrevista de actividad física, la toma de la fuerza muscular de los miembros inferiores, con previa capacitación para el manejo del instrumento de lápiz y papel, así como del uso del tapete electrónico (GAITRite) y el dinamómetro. Se preparó un área amplia donde se colocó el GAITRite para la medición de la marcha y la fuerza muscular.

De cada lugar de reunión se seleccionaron a los adultos mayores que cumplieron con los criterios de inclusión. A cada participante se le explicó de manera breve el objetivo de estudio, se les leyó el consentimiento informado (Apéndice B); si el participante aceptaba, se le aplicaba de la cédula de datos y posteriormente el CAFAM (Apéndice C). Tras terminar la aplicación de los instrumento de lápiz y papel, se continuó con la medición de la marcha en el tapete electrónico en donde se le explicó de manera detallada el procedimiento a realizar en él, como se describe en el Apéndice E, posteriormente se midió la fuerza muscular de ambos miembros inferiores, colocando al participante en un área adecuada y explicándole las instrucciones que debe seguir, como

se menciona en el Apéndice F y finalmente fueron registrados los datos (Apéndice G). Al término de las pruebas se le agradeció al adulto mayor su participación.

### **Consideraciones éticas**

El estudio se apegó a los lineamientos establecidos por la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud (Secretaría de Salud, 1987). Del Título II Capítulo I, Artículo 13, señala la prevalencia del respeto a la dignidad, realizando las mediciones de manera privada en un área adecuada para llevar a cabo los procedimientos necesarios, la protección de los derechos y el bienestar de los participantes del estudio, cuidando que no se presentase ningún obstáculo en el área donde se llevaron a cabo las mediciones.

El presente estudio contó con la autorización de las Comisiones de Ética e Investigación de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León, así como la autorización DIF Nuevo León (Artículo 14, Fracción I, V, VI, VII y VIII).

Se protegió la privacidad de los participantes durante las mediciones por lo que en una habitación sólo estuvo el participante y el entrevistador para mayor intimidad. Para garantizar el anonimato en los instrumentos solo se identificó con un código. La información se dio a conocer con fines científicos de manera general y no contendrá datos de los participantes (Artículo 16).

El presente estudio se consideró de riesgo mínimo, ya que solo se midió la fuerza muscular de los miembros inferiores y la marcha, lo cual implicó movimientos por parte del adulto mayor (Artículo 17 Fracción II). La investigación se habría suspendido de inmediato al advertir algún riesgo o daño a la salud del participante. En el caso de que el participante se hubiera sentido mal o sufriera algún accidente en las pruebas se verificaría en los datos del participante si contaba con algún tipo de seguro,

en caso contrario el investigador correría con los gastos. En tal caso se daría por finalizada la participación del adulto mayor si así lo deseara (Artículo 18).

Se entregó por escrito el consentimiento informado al adulto mayor quien decidiese su participación voluntaria en el estudio, con conocimiento general de los objetivos del estudio y la importancia de estos. Se le informó que su participación sería voluntaria y se le garantizó la confidencialidad de la información, así como también se le respondió cualquier duda sobre los procedimientos (Artículo 20 y 21, Fracciones I, II, VI, VII y VIII).

### **Plan de análisis**

Los datos fueron analizados por medio del paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 17, para caracterizar la población estudiada se usó estadística descriptiva: medidas de tendencia central y dispersión, frecuencias absolutas y relativas.

Para responder al objetivo general se utilizó una correlación de Spearman en virtud a la distribución de los datos reportados en la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con la corrección de Lilliefors. En los objetivos específicos uno y dos se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión. Para responder el objetivo específico número tres el cual es una variable categórica, se utilizaron frecuencias absolutas y relativas. Por último para el objetivo específico cuatro se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión, además de la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

### Capítulo III

#### Resultados

En el presente capítulo se muestran los resultados del estudio. Como primer punto se describen las características socio demográficas, para posteriormente describir las variables de actividad física, fuerza muscular, características de la marcha y la relación entre ellas y sus diferencias por sexo de los participantes.

#### Características socio demográficas de los adultos mayores

La población estudiada se conformó por un 76.2% de mujeres, con una edad promedio de 71.2 ( $DE = 5.9$ ) años, el 50% de la población correspondía a la edad de 65 a 70 años, en lo que refiere al estado civil el 59.2% (77) no tenía pareja y solo el 5.3% (7) utilizaban bastón o andador como apoyo para caminar. La población presentó un promedio de enfermedades de 1.6 ( $DE= 1.06$ ), la hipertensión y la diabetes fueron las más frecuentes con un 57.7% y 32.3% respectivamente, como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

#### *Enfermedades crónicas de los adultos mayores*

Variable	<i>f</i>	%
Enfermedades		
Diabetes	42	32.3
Hipertensión	75	57.7
Cardiopatía	12	9.2
Osteoporosis	20	15.4
Artritis	13	10.0

Fuente: Cédula de datos

n=130

### Actividad física, fuerza muscular y marcha

Para responder al objetivo específico número uno, el cual es determinar la actividad física en los adultos mayores; el 74.6% de los adultos mayores resultó ser inactivo. La población estudiada presentó un puntaje promedio del CAFAM de 5.9 ( $DE = 3.7$ ), con un rango de 0.6 a 16.8 de actividad física. Para responder al objetivo específico número dos que es determinar la fuerza muscular en miembros inferiores, se observó que la fuerza muscular fue mayor en los movimientos del miembro dominante. La extensión fue el movimiento que presentó mayor fuerza reportando una media de 4.51 ( $DE = 1.73$ ) en el miembro dominante y de 3.48 ( $DE = 1.38$ ) en el miembro no dominante, en la tabla 2 se presenta la fuerza muscular de ambos miembros inferiores.

Tabla 2

#### *Fuerza Muscular en 130 Adultos Mayores*

Variables							IC95%	
	$\bar{X}$	$DE$	$Mdn$	Min	Max	$LI$	$LS$	
<b>Fuerza Muscular</b>								
Abducción dominante	3.0	1.1	2.7	1.4	8.2	2.8	3.2	
Abducción no dominante	2.6	0.9	2.3	1.4	8.2	2.4	2.8	
Aducción dominante	3.0	1.1	2.7	0.9	7.2	2.8	3.2	
Aducción no dominante	2.7	0.9	2.3	1.4	7.7	2.5	2.8	
Extensión dominante	4.5	1.7	4.5	1.8	9.1	4.2	4.8	
Extensión no dominante	3.5	1.4	3.2	1.4	9.1	3.2	3.7	

Nota:  $Mdn$  = Mediana, Min= Mínimo, Max= Máximo,  $LS$  = Límite Superior,  $LI$  = Límite Inferior,  $IC 95\%$  = Intervalo de Confiabilidad de 95%

Para responder el objetivo específico número tres, el cual describe las características de la marcha. Los adultos mayores reportaron una velocidad de marcha de 90cm/s ( $DE = 23.7$ ) como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

*Características de la Marcha en 130 Adultos Mayores*

Variables	$\bar{X}$	DE	Mdn	Min	Max	IC 95%	
						LI	LS
Número de pasos	14.2	3.5	14.0	6.0	28.0	13.6	14.8
Longitud del paso	52.2	9.7	52.7	21.7	77.6	50.8	54.2
Velocidad de la marcha	90.0	23.7	93.6	17.8	137.1	85.9	94.1

Nota: *Mdn* = Mediana, *Min* = Mínimo, *Max* = Máximo, *LS* = Límite Superior,

*LI* = Límite Inferior, *IC 95%* = Intervalo de Confiabilidad de 95%

En lo que respecta al objetivo general, el cual consiste en determinar la relación que existe entre el nivel de actividad física con la fuerza muscular y la marcha de miembros inferiores de los adultos mayores, se realizaron las correlaciones de las variables, no se observó ninguna relación significativa entre éstas ( $p > 0.05$ ). Se reportó una relación débil entre las variables de fuerza muscular y velocidad de la marcha, excepto en la extensión del miembro no dominante, como se observa en el Tabla 4.

Tabla 4

*Correlación entre la Fuerza Muscular y la Velocidad de la Marcha*

Fuerza Muscular	$r_s$	$p$
Características de la marcha		
Abducción dominante	.244	.005
Abducción no dominante	.251	.004
Aducción dominante	.363	.000
Aducción no dominante	.314	.000
Extensión dominante	.201	.022
Extensión no dominante	.153	.082
$r_s$ : Correlación de Spearman		n = 130

En virtud de que las variables no presentaron distribución normal, se utilizó la U de Mann-Whitney para diferenciar medianas. No se encontraron diferencias significativas de las características de las marcha según actividad física (tabla 5), ni de la fuerza muscular por actividad física (tabla 6). En lo referente a la actividad física, fuerza muscular y características de la marcha por sexo, en la tabla 7 se observa que las mujeres presentan mayor numero de pasos ( $p = 0.005$ ), mientras que los hombres presenta mayor longitud del paso ( $p = 0.03$ ). En la tabla 8 se observa que el sexo masculino presentó mayor fuerza muscular en todos los movimientos ( $p < 0.05$ ).

Tabla 5

*Características de la Marcha por Actividad Física de 130 Adultos Mayores*

Variables	$\bar{X}$	DE	Mdn	U	p
Características de la marcha					
Numero de pasos					
Activo	14.5	3.3	14.0		
Inactivo	14.0	3.5	14.0	1497	0.557
Longitud del paso					
Activo	52.1	10.1	52.7		
Inactivo	52.6	8.8	52.6	1569	0.868
Velocidad de la marcha					
Activo	93.6	24.5	93.2		
Inactivo	88.8	21.1	97.2	1421	0.337

Nota: DE = Desviación Estándar, Mdn = Mediana, U = U de Mann-Whitney.



Tabla 6

*Fuerza Muscular de acuerdo a la Actividad Física en 130 Adultos Mayores*

Variables	$\bar{X}$	DE	Mdn	U	p
<b>Fuerza muscular</b>					
Abducción dominante					
Activo	2.9	0.8	2.7		
Inactivo	3.0	1.2	2.7	1596	0.969
Abducción no dominante					
Activo	2.5	0.7	2.3		
Inactivo	2.6	0.9	2.3	1549	0.775
Aducción dominante					
Activo	3.0	0.9	2.7		
Inactivo	3.0	1.2	2.7	1520	0.662
Aducción no dominante					
Activo	2.6	0.7	2.3		
Inactivo	2.7	0.9	2.3	1513	0.631
Extensión dominante					
Activo	4.2	1.4	4.0		
Inactivo	4.6	1.8	4.5	1465	0.467
Extensión no dominante					
Activo	3.3	1.1	3.2		
Inactivo	3.5	1.5	3.2	1508	0.619

Nota: DE = Desviación Estándar, Mdn = Mediana, U = U de Mann-Whitney

Tabla 7

*Características de la marcha por sexo en 130 Adultos Mayores*

Variables	$\bar{X}$	DE	Mdn	U	p
Características de la marcha					
Número de pasos					
Femenino	14.7	3.6	14		
Masculino	12.8	2.7	12	1029	0.005
Longitud del paso					
Femenino	51.5	8.9	51.9		
Masculino	55.3	11.7	55.5	1141	0.032
Velocidad de la marcha					
Femenino	88.9	22.3	91.1		
Masculino	93.3	27.6	97.2	1357	0.332

Nota: DE= Desviación Estándar, Mdn= Mediana, U= U de Mann- Whitney

Tabla 8

*Fuerza muscular por sexo en 130 Adultos Mayores*

Variabes	$\bar{X}$	DE	Mdn	U	p
Fuerza muscular					
Abducción dominante					
Femenino	3.8	0.7	2.7		
Masculino	3.8	1.7	3.6	983.5	0.002
Abducción no dominante					
Femenino	2.4	0.6	2.3		
Masculino	3.2	1.3	2.7	842	0.001
Aducción dominante					
Femenino	2.8	0.7	2.7		
Masculino	3.8	1.7	3.6	1004	0.003
Aducción no dominante					
Femenino	2.5	0.6	2.3		
Masculino	3.3	1.3	3.2	833.5	0.001
Extensión dominante					
Femenino	4.1	1.3	4.1		
Masculino	5.7	2.2	5.4	909.5	0.001
Extensión no dominante					
Femenino	3.2	1.1	3.2		
Masculino	4.2	1.8	4.5	1043	0.007

Nota: DE= Desviación Estándar, Mdn= Mediana, U= U de Mann- Whitney

## Capítulo IV

### Discusión

Sabemos que el envejecimiento está acompañado por una serie de alteraciones en todos los sistemas del organismo que afectan de forma importante la cuestión física. La población de adultos mayores se ha estado incrementando en nuestro país, por lo que es preciso tomar en cuenta los problemas físicos que pudiesen llegar a tener o desarrollar y tomar las debidas precauciones.

En este sentido, los resultados del presente estudio mostraron que la mayor parte de los adultos mayores no realizan actividad física suficiente, resultados que son similares a los reportados por Daly et al. (2008). Difiriendo con lo reportado por Garcia et al. (2011), donde los autores mencionan que la mayoría de sus adultos mayores son activos. Esta diferencia pudiera explicarse a que la población que estos autores manejaron realizaba actividad física regularmente de moderada a muy activa. Por lo que será necesario en futuras investigaciones incorporar la intensidad de la actividad que realizan los adultos mayores, situación que no fue estudiada en este trabajo; por otra parte, es conocido el beneficio de la actividad física en los adultos mayores (Haskell et al., 2007), la implementación de estos programas en lugares de reunión serán de gran beneficio para esta población.

El siguiente aspecto estudiado fue la fuerza muscular, los resultados de este estudio coinciden con lo que reportan García et al. (2011) y Buchner et al. (1996) quienes reportan que el miembro dominante tiene mayor fuerza. En lo referente al tipo de movimiento, el de extensión resultó ser el que presentó mayor fuerza en los adultos mayores, resultado similar a lo mencionado por Aquino et al. (2002). A pesar de ello, los autores reportan cifras de fuerza muscular superiores a las que presentan la población de este estudio, esto puede deberse a que en su mayoría eran inactivos. La

reducción de la actividad física puede contribuir a la pérdida de la fuerza muscular, es por ello que diversos autores como Kreamer et al. (2002) sugieren realizar un entrenamiento para el incremento de la fuerza muscular de una baja a moderada intensidad.

En relación a las características de la marcha, los adultos mayores obtuvieron una velocidad de la marcha baja al igual que los autores Lauretani et al. (2003) y Daly et al. (2008). En lo que respecta a Ringsberg et al. (1999) y Buchner et al. (1996) reportaron que los adultos mayores caminan más metros por segundo y con mayor número de pasos en comparación con la población estudiada en este trabajo, esto pudiera deberse a que la población de los autores mencionaba contar con buen salud, además reportaban no tener sobrepeso, datos que no se tomaron en cuenta para este estudio. Con el paso de los años la marcha se hace más rígida y menos flexible, disminuyendo así la velocidad de la marcha y la longitud del paso, lo cual provoca que los adultos mayores tengan dificultades para mantener el equilibrio, por lo que es importante que realicen ejercicios que fortalezcan sus miembros inferiores, su coordinación y equilibrio como lo menciona Fahlman, McNevin, Boardley, Morgan y Topp (2011).

Los resultados de las correlaciones entre las variables de fuerza muscular y velocidad de la marcha fue débil, coincidiendo con lo reportado por Aquino et al. (2002), Garcia et al. (2011) y Lauretani et al. (2003). No hubo evidencia significativa en donde la fuerza muscular se vea relacionada por la actividad física que realizan los adultos mayores, resultado similar a lo que reporta Daly et al. (2008); esto tal vez puede deberse a que el cuestionario de actividad física se aplicó en un tiempo específico, por lo que en futuras investigaciones tal sea conveniente realizar mediciones repetidas.

## **Conclusiones**

Los adultos mayores en su mayoría fueron inactivos, con una fuerza muscular mayor en el miembro inferior dominante y en los movimientos de extensión de ambos miembros inferiores. La población estudiada presentó una velocidad de la marcha baja, según la literatura esto los pondría en un riesgo de caída. La fuerza muscular de los miembros inferiores y la velocidad de la marcha tuvieron una relación débil entre ellas. La actividad física y la fuerza muscular no presentaron relación significativa.

## **Recomendaciones de investigación**

Es necesario tomar en cuenta variables como el peso, talla e índice de masa corporal, para ver la relación que tendrían con la actividad física, fuerza muscular y características de la marcha. Realizar mediciones repetidas y medir el nivel de intensidad en la variable de la actividad física.

## **Recomendaciones de salud**

Se recomienda la implementación de programas que incrementen la fuerza muscular en los miembros inferiores, los cuales traerán un mejoramiento de la coordinación y equilibrio. Este tipo de programas deben aplicarse en lugares de reunión o asilos de adultos mayores, con intensidades moderadas.

## Referencias

American College of Sports Medicine (ACSM). 2005b. *ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Anderson, F. & Pandy, M. (2001). Dynamic optimization of human walking. *Journal of Biomechanic Engine*, 123, 381-90.

Aquino, M., Garcez, L., Amatuzzi, M., Andréa, J., Terreri, A., Andrusaitis, F. & Carvalho. (2002). Isokinetic Assessment of knee flexor/ extensor muscular strength in elderly women. *Revista del hospital clínica* 57(4), 131-134.

Baumgartner, R. & Stinus, H. (1997). *Tratamiento ortésico-protésico del pie*. Barcelona: Masson

Buchner, D., Larson, E., Wagner, E., Koepsell, T. & de Lateur, B. (1996). Evidence for a non-linear relationship between leg strenght and gait speed. *Age Ageing*, 25(5), 386-91.

Burns, N. & Grove, S. K. (2004). *Investigación en enfermería* (3ª Ed.). España: Elseivier. Capítulo 7. Diseños de Investigación (pp. 210).

Carville, S., Perry, M., Rutherford, O., Smith, I. & Newham, D. (2007). Steadiness of quadriceps contractions in young and older adults withand without a history of falling. *European Journal of Applied Physiology*, 100(5), 527-533.

Caspersen, C., Powel, K. & Christenson, G. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Research*, 100, 126-131.

Consejo Nacional de Población, (2008). Programa Nacional de Población, 25

Consejo de Desarrollo Social de Nuevo León, (2006). Tercer Informe de Actividades, 20

Daly, R., Ahlborg, H., Ringsberg, K., Gardsell, P., Sernbo, I. & Karlsson M. (2008). Association between changes in habitual physical activity and changes in bone

density, muscle strength, and functional performance in elderly men and woman.

*American Geriatrics Society*, 56, 2252-2260.

Doherty, T. (2003). The influence of aging and sex on skeletal muscle mass and strength. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 4(6), 503-508.

Ducroquet, R., Ducroquet, J. & Ducroquet, P. (1972) *Marcha normal y patológica*. Barcelona: Toray Masson.

Fahlman, M., McNevin, N., Boardley, D., Morgan, A. & Topp, R. (2011). Effects of resistance training on functional ability in elderly individuals. *American Journal of Helath Promotion*, 25(4), 237-243.

Gac, H., (2000). Algunos Cambios Asociados al Envejecimiento. *Boletín de la Escuela de Medicina*, 29, 1-2.

Garatachea, N. & Paz, J.(2005). Cuantificación de la actividad física en personas mayores. *Revista Española de Geriatria y Gerontologia*, 40(1), 47-52.

Garcia, P., Dias, J., Dias, R., Santos, P. & Zampa, C. (2011). A study on the relationship between muscle function, functional mobility and level of physical activity in community dweling elderly. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 15(1), 15-22.

Graf, A., Judges, J., Ounpuu, S. & Thelen, D. (2005). The effect of walking speed on lower-extremity joint powers among elderly adults who exhibit low physical performance. *Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(8), 2177-83.

Haskell, et al (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. *Journal of the American College of Sports Medicine*,39, 1423-1434.

Heyward, V. (2002). *Advance Fitness Assessment and Exercise Prescription*. Champaign, IL: Human Kinetics.



- Howley, E. & Franks, B. (2003). *Health Fitness Instructor`s Handbook* (4<sup>th</sup> ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hunter, G., McCarthy, J. & Bamman, M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34(5), 329-348.
- Ishiyama, G. (2009). Imbalance and Vertigo: The Aging Human Vestibular Periphery. *Seminars in Neurology*, 29(5), 491-499.
- Kalapotharakos V, Michalopoulou, M., Godolias, G. Tokmakidis, S., Malliou, P. & Gourgoulis, V. (2004). The effects of high- and moderate-resistance training on muscle function in the elderly. *Journal of Aging and Physical Activity* 12(2), 131-43.
- Kreamer, W., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G., Dooly, C., Feigenbaum, M., Fleck, S. ... Tripplett- McBride, T. (2002). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 364-80.
- Lanza, I., Towse, T., Caldwell, G., Wigmore, D., & Kent-Braun, J. (2003). Effects of age on human muscle torque, velocity, and power in two muscle groups. *Journal of Applied Physiology*, 95(6), 2361-2369.
- Lauretani, F., Russo, C., Bandinelli, S., Bastali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., Corsi, A. ... Ferrucci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect in mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1851-1860.
- Magee, D. (1994). *Ortopedia*. México. Mc.Graw-Hill.
- Mahecha, S. (2003). *Actividad física y salud para el adulto mayor*. Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul.
- Martin, G. (2007). *Biology of aging*. In: Goldman Goldman. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier.
- Minaker, K. (2007). *Common clinical sequelae of aging*. In: Goldman . Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier.

Montorio, I. & Lozada, A. (2004). Perfiles y tendencias. *Boletín sobre el Envejecimiento*, 13 2–15.

Morie, M., Reid, K., Miciek, R., Lajervardi, N., Choong, K., Krassnoff, J., Storer, T. ...LeBrasseur, N. (2010). Habitual physical activity levels are associated with performance in measures of physical function and mobility in older adults. *American Geriatrics Society*, 58, 1727-1733

Núñez, S., Mariano, L. & Luis, F.(1997). *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. Barcelona: Masson S.A.

Petrella, J., Kim, J., Tuggle, S., Hall, S., & Bamman, M. (2005). Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. *Journal of Applied Physiology*, 98(1), 211-220.

Plas, F., Viel, E. & Blanc, Y. (1996). *La marcha humana*. Barcelona: Masson.

Ramos S. (2000) Utilidad del análisis tridimensional de la marcha como sistema evaluador del estado clínico y funcional de pacientes sometidos a artroplastia de rodilla. Tesis doctoral. Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Rantanen, T., Guralnik, J., Sakari, R., Leveille, S., Simonsick, E., Ling, S. & Fried, L. (1999). Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the women's health and aging study. *Physical Medical Rehabilitation*. 80, 130–135.

Ringsberg, K., Gerdhem, P., Johansson, J. & Obrant, K. (1999). Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75 year old women. *British Geriatrics Society*, 28, 289-293.

Salinas, F., Cocca, A., Ocaña, F. & Viciano, J. (2007). Efectos del entrenamiento de fuerza sobre el estado de salud de las personas mayores. *Efdeportes*, 12, 1-5.

Sánchez, L. (1993). *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.

San Gil Sorbet, M<sup>a</sup> Amaya (1991). Análisis dinámico de la marcha. estudio de los centros de presión sobre la huella plantar. Influencia de los distintos calzados. Tesis Doctoral. Facultad de medicina de la Universidad de Alcalá de Henares.

Sastre-Fernández, S. (1991). *Fisioterapia del pie. Podología Física*. Barcelona: Publicaciones de la Universidad de Barcelona.

Secretaria de Salubridad y Asistencia (1987). *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. México: Editorial Porrúa.

Shaffer, S. & Harrison, A. (2007). Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Physical Therapy*, 87(2), 193-207.

Stanley, M., Blair, K. & Gauntlett, P. (2009). *Enfermería Geriátrica*. Mc Graw-Hill.

Toji, H., & Kaneko, M. (2007). Effects of aging on force, velocity, and power in the elbow flexors of males. *Journal of Physiological Anthropology*, 26(6), 587- 592.

Thom, J., Morse, C., Birch, K., & Narici, M. (2007). Influence of muscle architecture on the torque and power-velocity characteristics of young and elderly men. *European Journal of Applied Physiology*, 100(5), 613-619.

Viladot, R., Cobi, O., Clavell, S. (1991). *Ortesis y prótesis del aparato locomotor extremidad inferior*. Barcelona: Masson S.A.

Viladot, A. (2000) *Quince lecciones sobre patología del pie*. Barcelona: Springer- Verlag Ibérica.

Vorrips, L., Ravelli, A., Deurenberg, P. & Van Steaveren, W. (1990). A physical activity questionnaire for the elderly. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 23(8), 974-979.

Walter, A. (1999). *Vejez y protección social a la dependencia en Europa*. Madrid: Instituto de Migraciones y Servicios Sociales.

Webster, K., Wittwer, J. & Feller, J. (2004). Validity of the GAITRite1 walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait & Posture, 10*, 1-5.

Winter, D., Patla, A., Frank, J. & Walt, F. (1990). Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Physical Therapy, 70*, 340-347.

## Apéndices

## Apéndice A

### Cédula de Datos Socio demográficos

Llene la información requerida en los espacios correspondientes o marque con una X según corresponda.

Nombre_____		Código_____
Fecha de nacimiento_____		Edad_____
Sexo	(1) Femenino                      (2) Masculino	
Estado civil	(1) Con Pareja                      (2) Sin Pareja	
Servicio médico	(1) Si                      (2) No                      ¿Cual?_____	
	Nombre y número telefónico de un familiar_____	
¿Padece alguna de las siguientes enfermedades?		
(1) Diabetes                      (3) Hipertensión                      (5) Cardiopatía		
(2) Osteoporosis                      (4) Artritis                      (6) Fracturas                      (7) Otras		
Utiliza sistema de apoyo                      (1) Si                      (2) No		
¿Qué tipo?		
(1) Andador                      (2) Bastón                      (3) Ambos                      (4) Otro		

## Apéndice B

### Consentimiento Informado

Entiendo que la Lic. Cassandra Alvarez Ramos, solicita mi participación en un estudio de personas de mi edad, me pide que lea o me lean este documento donde me informa el objetivo, los beneficios y los riesgos de participar en el estudio. Me ha aclarado que después de leer esta hoja no estoy obligado a participar, pero en caso de que firme mi participación esta será libre y voluntaria. En el momento en que yo desee dejar de participar podré hacerlo sin que cambie mi relación con el centro DIF al que acostumbro asistir.

Me ha explicado que los datos que yo le dé en caso de que quiera participar serán usados para reportar resultados de su estudio encaminado a conocer el funcionamiento de las personas como yo. Entiendo que caminaré sobre un tapete electrónico y haré fuerza con mis piernas, recibiendo ayuda si la necesito. Este estudio está coordinado con la Facultad de Enfermería de la UANL.

### Procedimiento

La Lic. Cassandra Alvarez me ha explicado que necesita a personas de mi edad (65 años o más) que puedan caminar; también me ha indicado que es importante que yo no tenga enfermedades del corazón o musculares que me impidan hacer ejercicio. Sé que si acepto participar, contestaré algunos cuestionarios y luego valorarán la manera en que camino utilizando un tapete que mide mi forma de andar y la fuerza de mis piernas, mientras esté sentado con un aparato en el que hare fuerza.

### Riesgo

Me ha informado que han tomado medidas para mi bienestar. Siempre estaré vigilado(a) por un estudiante de maestría preparado para atenderme cuando camine por el tapete o al hacer fuerza. Si en cualquier momento siento fatiga debo avisar, dejar de hacer lo que estoy haciendo y sentarme. En caso de necesitar consulta médica, si cuento con algún tipo de seguridad social, se me llevara el lugar donde consulto y no tendré que pagar los gastos.

### Beneficios

Estoy enterado (a) de que no obtendré ningún tipo de beneficio o compensación económica por participar, entiendo que con los resultados del estudio se podrá ayudar a personas de mi edad a mantener o mejorar su funcionamiento físico.

**Participación voluntaria/Abandono**

Me ha informado que mi participación es voluntaria y que aún después de iniciado el programa si deseo dejar de participar en el estudio lo podré hacer sin tener consecuencia alguna.

**Confidencialidad**

Me ha explicado que la información que yo proporcione durante el programa será guardada por un año en forma segura por ella y no se dará a conocer mi nombre al terminar el estudio.

**Preguntas/Dudas**

En caso de tener dudas puedo preguntar en el momento que yo lo desee. También que puedo llamar a Raquel Alicia Benavides, PhD., presidenta del comité de ética la Facultad de Enfermería, UANL al teléfono 8348-1847 Ext. 111



## CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

He leído o me han leído toda la información y acepto participar en el estudio.

---

Firma y Nombre del Participante

Fecha

---

Firma y Nombre de la Investigadora

Fecha

---

Firma, Nombre del Primer Testigo

---

Firma, Nombre del Segundo Testigo

## Apéndice C

### Cuestionario de Actividad Física para Adultos Mayores (CAFAM)

Conteste correctamente las preguntas, señalando la opción que corresponda a las respuestas dadas por los participantes.

Actividades de la casa

1.-¿Hace trabajo liviano en casa (sacudir, lavar platos, coser, etc.)?

0	Nunca (menos de una vez al mes)
1	Algunas veces (solo cuando no haya alguien que lo haga)
2	La mayoría de las veces (alguna vez me ayuda una persona)
3	Siempre (sola o con ayuda de alguien)

2.-¿Hace trabajo pesado en casa (lavar pisos, ventanas, cargar bolsas de basura, etc.)?

0	Nunca (menos de una vez al mes)
1	Algunas veces (solo cuando no haya alguien que lo haga)
2	La mayoría de las veces (alguna vez me ayuda una persona)
3	Siempre (sola o con ayuda de alguien)

3.- ¿Cuántas personas (incluyéndose usted) viven en la casa que usted limpia \_\_\_\_\_

4.-¿Cuántos cuartos limpia (incluyendo, cocina, baño recamara, garaje, despensa, etc.)?

0	Nunca limpio la casa
1	1-6
2	7-9
3	10 o más cuartos

5.- Si usted mantiene todos os cuartos ¿en cuántos pisos se divide? \_\_\_\_\_

6.- ¿Prepara comida casera usted solo o ayuda alguien más a prepararla?

0	Nunca
1	Algunas veces (una vez o dos a la semana)
2	La mayoría de las veces (3 a 5 veces a la semana)
3	Siempre (más de 5 veces a la semana)

7.- ¿Cuántas escaleras sube al día?

0	Nunca subo escaleras
1	1 a 5
2	6 a 10
3	Más de 10

8.- ¿Si va a alguna parte de la ciudad, que tipo de transportación usa?

0	Nunca salgo
1	Carro
2	Transporte público (camión)
3	Bicicleta
4	Camino

9.- ¿Con que frecuencia va de compras?

0	Nunca (menos de una vez a la semana)
1	Unas vez a la semana
2	2 a 4 veces por semana
3	Todos los días

10.- ¿Si va de compras que transporte usa?

0	Nunca salgo
1	Carro
2	Transporte público (camión)
3	Bicicleta
4	Camino

Actividades relacionadas con el deporte o ejercicio

Pregunta	Respuesta
1.- ¿Qué deporte o ejercicio realiza más frecuentemente?	(D1a)
¿Cuántas horas a la semana utiliza para esta actividad?	(D1b)
¿Cuántos meses del año realiza esta actividad?	(D1c)
2.-¿Practica usted un segundo deporte?	(D2a)
¿Cuántas horas a la semana utiliza para esta actividad?	(D2b)
¿Cuántos meses del año realiza esta actividad?	(D3c)

Puntaje de Ejercicio:  $\Sigma = \frac{2}{1} (\text{Dia} * \text{Dib} * \text{Dic})$

## Actividades de tiempo libre

Pregunta	Respuesta
1.-¿Realiza alguna otra actividad en su tiempo libre?	(L1a)
¿Cuántas horas a la semana utiliza para esta actividad?	(L1b)
¿Cuántos meses del año realiza esta actividad?	(L1c)
2.-¿Cuál es la segunda actividad que con mayor frecuencia usted realiza en su tiempo libre?	(L2a)
¿Cuántas horas a la semana utiliza para esta actividad?	(L2b)
¿Cuántos meses del año realiza esta actividad?	(L3c)

Puntaje de actividad de tiempo libre:  $\Sigma = \Sigma = \frac{2}{1} (L1a * Lib * Lic)$

## Apéndice D

### Códigos de costos de energía

a = Intensidad		Código
0	Acostado, relajado	0.028
1	Sentado, relajado	0.146
2	Sentado, movimientos de manos y brazos	0.297
3	Sentado, movimientos corporales	0.703
4	Parado, relajado	0.174
5	Parado, movimientos de manos o brazos	0.397
6	Parado, movimientos corporales. Caminata	0.890
7	Caminando, movimientos de manos o brazos	1.368
8	Caminando, movimientos corporales (bicicleta, nadar, etc.)	1.890
b = Horas por semana		Código
1	Menos de 1 hora por semana	0.5
2	Entre 1- 1:59 horas por semana	1.5
3	Entre 2- 2:59 horas por semana	2.5
4	Entre 3- 3:59 horas por semana	3.5
5	Entre 4- 4:59 horas por semana	4.5
6	Entre 5- 5:59 horas por semana	5.5
7	Entre 6- 6:59 horas por semana	6.5
8	Entre 7- 7:59 horas por semana	7.5
9	8 y más horas por semana	8.5
c = Meses al año		Código

1	Menos de 1 mes por año	0.04
2	1-3 meses	0.17
3	4-6 meses	0.42
4	7-9 meses	0.67
5	Más de 9 meses por año	0.92

## Apéndice E

### Instrucciones para el uso del GAITRite

Antes de comenzar con el procedimiento se buscará un lugar adecuado para colocar el tapete electrónico, dejando un espacio para la colocación de la computadora sin que esta interfiera con el tapete electrónico.

Al participante se le medirá la longitud de ambas piernas (del trocante mayor hasta el suelo), se le preguntará el número de calzado, fecha de nacimiento para ingresar los datos en el programa.

Se le explicará al participante el procedimiento a realizar en términos generales. Se le pidió que se colocara al inicio del tapete, y cuando se le ordena, comenzará a caminar como normalmente lo hace, a lo largo de todo el tapete. Las características de la marcha quedarán registradas en el programa de la computadora.

1. Se conectará debidamente a la computadora y se comprobará si fue hecho correctamente.
2. Se introducirá la clave para el acceso al software del GAITRite.
3. Se introducirán los datos del participante en el apartado de nuevo sujeto.
4. Se le explicará al participante que debe de caminar por en medio del tapete como normalmente camina, dando 2 vueltas.
5. Se acompañará al participante caminando por un lado de él fuera del tapete.
6. En la segunda vuelta se le dará un “click” en el apartado de comenzar a caminar para registrar la marcha del participante.



## Apéndice F

### Método para la utilización del Dinamómetro

A continuación se presenta las instrucciones para la colocación del participante y la realización del proceso de registro de la fuerza muscular en los miembros inferiores. Todas las mediciones deben ser realizadas por la misma persona, a fin de evitar sesgos por diferencias al ejercer fuerza en la medición.

1. El participante deberá estar sentado en una silla con la espalda recta en una posición estable.
2. El evaluador se coloca frente al participante y explica los movimientos a realizar con ambas piernas.
3. El evaluador pregunta al participante cual es su lado dominante y lo registra.
4. El evaluador se coloca a la altura de las piernas del participante, fija la pierna colocando su mano izquierda a dos centímetros arriba de la rodilla derecha del participante ejerciendo una ligera presión sobre el muslo a fin de que no lo mueva junto con la pierna y se coloca el dinamómetro a dos centímetros por encima del área del tobillo. Se realiza el mismo procedimiento con la otra pierna.
5. Se pide al participante que flexione hacia atrás la pierna contraria a ser medida para que no obstaculice los movimientos de aducción.
6. Se pide al participante que la cuenta de tres lleve hacia afuera (abducción) su pierna a nivel de rodilla lo más que pueda, mientras el evaluador sostiene firmemente el dinamómetro ejerciendo resistencia (esto mismo se realiza con los movimientos de aducción y extensión de pierna).
7. El sujeto inicia los movimientos y ejerce toda su fuerza contra el dinamómetro.
8. Se registran los kg donde se detuvo la aguja del dinamómetro; representa la fuerza muscular máxima del participante.



#### Abducción de la pierna

El participante ejercerá toda la fuerza posible hacia afuera, hasta que el evaluador lo indique.



#### Aducción de la pierna

El participante ejercerá toda la fuerza posible hacia adentro, hasta que el evaluador lo indique.



#### Extensión de la pierna

El participante ejercerá toda la fuerza posible hacia el frente, hasta que el evaluador lo indique.

**Apéndice G****Registro de Fuerza Muscular**

Medición de Fuerza Muscular			
Pierna Derecha		Pierna Izquierda	
Abducción		Abducción	
Aducción		Aducción	
Extensión		Extensión	

## **Resumen Biográfico**

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Ciencias de Enfermería.

**Título:** FUERZA MUSCULAR, VELOCIDAD DE LA MARCHA Y ACTIVIDAD FÍSICA EN ADULTOS MAYORES.

**Biografía:** Nacida el 11 de Mayo de 1989, en la ciudad de Monterrey, Nuevo León; hija de Cesar Adán Álvarez Aguilar y Berenice Patricia Ramos Balderas.

**Educación:** Egresada de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con el grado de Licenciada en Enfermería en el 2010. Realice mi servicio social como instructora en el Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González. Miembro de la Sociedad de honor Sigma Theta Tau.

E-mail: lic\_kase89@hotmail.com