

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



CAPACIDAD ARTICULAR Y CARACTERÍSTICAS TEMPORO
-ESPACIALES DE LA MARCHA EN EL ADULTO MAYOR

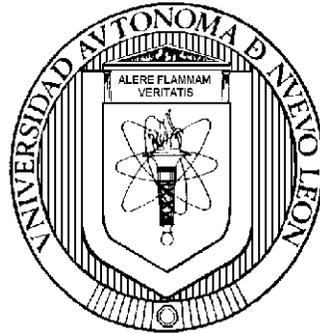
Por

LIC. MARIO ENRIQUE GÁMEZ MEDINA

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

JULIO, 2011

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



CAPACIDAD ARTICULAR Y CARACTERÍSTICAS TEMPORO
-ESPACIALES DE LA MARCHA EN EL ADULTO MAYOR

Por

LIC. MARIO ENRIQUE GÁMEZ MEDINA

Director de Tesis

BERTHA CECILIA SALAZAR GONZÁLEZ, PhD

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

JULIO, 2011

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



CAPACIDAD ARTICULAR Y CARACTERÍSTICAS TEMPORO
-ESPACIALES DE LA MARCHA EN EL ADULTO MAYOR

Por

LIC. MARIO ENRIQUE GÁMEZ MEDINA

Co-Director de Tesis

MC. MARÍA EUGENIA GARZA ELIZONDO

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

JULIO, 2011

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



CAPACIDAD ARTICULAR Y CARACTERÍSTICAS TEMPORO
-ESPACIALES DE LA MARCHA EN EL ADULTO MAYOR

Por

LIC. MARIO ENRIQUE GÁMEZ MEDINA

Asesor Estadístico

MARCO VINICIO GÓMEZ MEZA, PhD

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

JULIO, 2011

CAPACIDAD ARTICULAR Y CARACTERÍSTICAS TEMPORALES
-ESPACIALES DE LA MARCHA EN EL ADULTO MAYOR

Aprobación de tesis

Bertha Cecilia Salazar González PhD
Director de Tesis

Bertha Cecilia Salazar González PhD
Presidente

MC. María Eugenia Garza Elizondo
Secretario

MCE. Mirtha Idalia Celestino Soto
Vocal

Dra. María Magdalena Alonso Castillo
Subdirectora de Posgrado e Investigación

Agradecimientos

A Dios por permitirme culminar una etapa más de mi vida y guiarme por el camino correcto hacia todas mis metas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo brindado durante estos dos años al otorgarme la beca de estudios de posgrado.

Al MSP. Lucio Rodríguez Aguilar, Director de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por mantener y fortalecer a una de las mejores instituciones educativas.

A la Dra. María Magdalena Alonso Castillo, Subdirectora de Posgrado e Investigación, por aceptarme al programa de maestría y cumplir una de mis metas.

A las autoridades y docentes de la Escuela Superior de Enfermería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa, por contar con su apoyo en todo momento, en especial a la MSP. María Victoria Padilla Zepeda y a la MC. Reyna Teresa Soto Flores.

A mis maestros que me aportaron todos sus conocimientos y que me ayudaran a ser un mejor profesional de la Enfermería.

A mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y de mi estancia en Monterrey.

A mis compañeros y amigos de maestría por sus convivencias y apoyo mostrados.

A mi Directora de tesis Bertha Cecilia Salazar González, PhD, un agradecimiento especial por su guía y gran paciencia en la realización de esta tesis.

A las autoridades del DIF Nuevo León por las facilidades prestadas al momento de realizar mi trabajo de investigación, en particular a la Lic. Imelda Castro Ramírez, coordinadora del programa Adulto Mayor.

Dedicatoria

A mis padres Mario Gámez y Enriqueta Medina, por ser tan buenos conmigo y brindarme todo su apoyo.

A mis hermanos Luis Alejandro y María Guadalupe por darme su cariño y animarme a seguir adelante.

A mi sobrino José Isaí, por servirme de inspiración en mi formación profesional.

A mis compañeras de casa, Jesica Guadalupe y Rosario Edith por tolerarme y hacerme más agradable mi estancia.

Tabla de Contenido

Contenido	Página
Capítulo I	
Introducción	1
Marco de Referencia	3
Estudios Relacionados	6
Definición de Términos	12
Objetivos	13
Hipótesis	13
Capítulo II	
Metodología	14
Diseño del Estudio	14
Población, Muestreo y Muestra	14
Criterios de Inclusión	15
Descripción de las Mediciones	15
Procedimiento de Recolección de Datos	16
Consideraciones Éticas	16
Plan de Análisis de Datos	18
Capítulo III	
Resultados	20
Características de los Participantes	20
Prueba de Hipótesis y Pregunta de Investigación	23

Tabla de Contenido

Contenido	Página
Capítulo IV	
Discusión	41
Conclusiones	44
Limitaciones	45
Recomendaciones	45
Referencias	46
Apéndices	51
A. Cédula de Datos Generales (CDG)	52
B. Hoja de Registro de las Características Temporo-Espaciales de la Marcha (GAITRite)	54
C. Hoja de Registro de los Arcos de Movilidad (HRAM)	55
D. Procedimiento para la Medición de las Características Temporo-Espaciales de la Marcha (Sistema GAITRite)	57
E. Técnica Gonimétrica	58
F. Consentimiento Informado	61
G. Tabla G1. Coeficientes de Correlación de Spearman entre características temporo-espaciales de la marcha y arcos de movilidad en hombres	64
H. Tabla H1. Coeficientes de Correlación de Spearman entre características temporo-espaciales de la marcha y arcos de movilidad en mujeres	66

Lista de Tablas

Tabla	Página
1. Distribución de frecuencias de características de los adultos mayores	20
2. Datos descriptivos y Prueba de Kolmogorov-Smirnov de arcos de movilidad	22
3. Datos descriptivos y prueba de Kolmogorov-Smirnov de características temporo-espaciales de la marcha	23
4. Prueba U de Mann-Whitney: arcos de movilidad y características de la marcha por sexo	25
5. Datos de descriptivos: arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha por sexo	26
6. Prueba de U de Mann-Whitney: arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha por grupos de edad	29
7. Datos de descriptivos: arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha por grupos de edad	30
8. Coeficientes de Correlación de Spearman entre número de caídas y arcos de movilidad	33
9. Coeficientes de Correlación de Spearman entre número de caídas y características temporo-espaciales de la marcha	33
10. Coeficientes de Correlación de Spearman entre número de enfermedades y arcos de movilidad	35
11. Coeficientes de Correlación de Spearman entre número de enfermedades y características temporo-espaciales de la marcha	35
12. Coeficientes de Correlación de Spearman entre arcos de movilidad y las características temporo-espaciales de la marcha	37

Resumen

Lic. Mario Enrique Gámez Medina
Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Enfermería

Fecha de Graduación: Julio, 2011

Título del Estudio: CAPACIDAD ARTICULAR Y CARACTERÍSTICAS TEMPORO-ESPACIALES DE LA MARCHA EN EL ADULTO MAYOR

Número de páginas: 67

Candidato para obtener el grado de
Maestría en Ciencias de Enfermería

LGAC: Adaptación y funcionalidad ante el envejecimiento

Propósito y Método del Estudio: El propósito del estudio fue determinar la relación entre los arcos de movilidad de las articulaciones de miembros inferiores (capacidad articular) y las características temporo-espaciales de la marcha en adultos mayores del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. El diseño del estudio fue descriptivo correlacional, en 156 personas de 60 años y más. Se realizaron dos tipos de mediciones, una para los arcos de movilidad, en la que se empleó la técnica gonimétrica y otra para las características temporo-espaciales de la marcha, que fueron medidas por el tapete electrónico GAITRite. Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva e inferencial.

Resultados y Conclusiones: Se observó que las mujeres y aquellos mayores de 75 años de edad mostraron más limitaciones en sus arcos de movilidad y en las características temporo-espaciales de la marcha que los hombres y los menores de 75 años de edad. El número de caídas no mostró relación con los arcos de movilidad, en cambio si se relacionaron con las características temporo-espaciales de la marcha. El número de enfermedades mostró relación con flexión de cadera y casi con todas las características temporo-espaciales de la marcha. Los arcos de movilidad mostraron relación con la mayoría de las características temporo-espaciales de la marcha; las correlaciones más fuertes fueron: flexión de cadera y rodilla con velocidad, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo, apoyo sencillo y doble apoyo. Entre mejor se encuentren los arcos de movilidad de miembros inferiores (flexibilidad) mejor es la velocidad (cm/s), longitud de paso y zancada del adulto mayor. Es importante mantener en buen estado la capacidad articular en los adultos mayores a fin de que sean capaces de desplazarse mejor y más importante de manera independiente.

FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS _____

Capítulo I

Introducción

La transición demográfica en México genera un envejecimiento gradual de la población, debido en parte al aumento de la esperanza de vida, al constante y rápido descenso de los niveles de fecundidad y mortalidad. De acuerdo al último censo de población, las personas de 60 años y más representan el 8.9% del total de personas en el país (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010); se proyecta que se incrementen hasta 17.1% en el 2030 y 27.7% en el 2050 (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2007). En Nuevo León, la proporción de personas de 60 años y más en el año 2010 fue 8.7% (INEGI, 2010) y se estima que en el año 2030 esta cifra aumente al 18% (Consejo de Desarrollo Social, 2006).

En otro orden de ideas, el envejecimiento puede producir involución de las capacidades físicas lo cual origina deterioro del estado físico. Conforme avanza la edad, se produce una pérdida en la fuerza muscular, un descenso en la capacidad aeróbica y una reducción progresiva no lineal de los movimientos articulares o flexibilidad; en consecuencia, hay una disminución en la funcionalidad física (Carbonell, Aparicio, & Delgado, 2009). Algunos estudios refieren que la disminución funcional repercute en la calidad de vida de los adultos mayores, ya que a menor funcionalidad, afrontarán situaciones de previsible dependencia; es decir, situaciones en las que no podrán valerse por sí mismos y necesitarán ayuda para realizar las actividades de la vida diaria. Esto significa que requerirá la presencia de otra persona (en muchas ocasiones de algún familiar), para que intervenga directamente en el cuidado del adulto mayor, incluso para la satisfacción de sus necesidades más básicas (Ávila-Funes, Melano-Carranza, Payette, & Amieva, 2007; Holland, Tanaka, Shingematsu, & Nakagaichi, 2002). La dependencia funcional en el adulto mayor tiene gran impacto en la familia ya que implica de apoyo económico y asistencial (Salgado & Castro, 2008) además de cambiar sus rutinas, en

especial de la persona que se desempeña como cuidador principal (Manrique, Salinas, & Téllez, 2008). Para el Estado también representa costos.

Uno de los factores que influyen en la funcionalidad es la flexibilidad de las articulaciones, que es uno de los principales componentes del desempeño físico relacionado con la salud y rendimiento físico. La capacidad articular se refiere a la capacidad de las articulaciones para ejecutar movimientos corporales dentro de un rango o arco de movilidad. Dichos movimientos son de flexión, extensión, abducción y aducción y los arcos de movilidad se miden en grados (Araujo, 2008).

Estudios muestran que con el envejecimiento se reducen los arcos de movilidad de cadera, rodilla y tobillo, alterando las características temporo-espaciales de la marcha como velocidad, cadencia, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo, apoyo sencillo y doble apoyo (Begg & Sparrow, 2006; Bejek, Paróczai, Illyés, & Kiss, 2005; Kemoun, Thoumie, Boisson, & Guieu, 2002; Paróczai, Bejek, Illyés, Kocsis, & Kiss, 2006). Así mismo, se conocen múltiples factores que pueden alterar las características temporo-espaciales de la marcha, como las condiciones mórbidas presentes, antecedentes de caídas, el uso de medicamentos entre otros (Barrantes, García, Gutiérrez, & Miguel, 2007; Calandre, Conde, & Bermejo, 2005; Dorantes, Ávila, Mejía, & Gutiérrez, 2007; Kemoun et al., 2002; Verghese et al., 2006). Sin embargo, los estudios no han visto específicamente la relación de los arcos de movilidad (cadera, rodilla y tobillo) y las características temporo-espaciales de la marcha en adultos mayores.

Por lo anterior es de suma importancia que los profesionales de la salud en especial el personal de enfermería identifique la relación entre estas variables, a fin de diseñar intervenciones de ejercicio que contribuyan a mejorar la flexibilidad con énfasis en articulaciones que más se atrofién y puedan a su vez mejorar o mantener los parámetros de marcha e independencia funcional.

En este estudio se exploró la capacidad articular de los miembros inferiores y su

relación con las características temporo-espaciales de la marcha en una muestra de adultos mayores del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León.

Se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿Existe relación entre la capacidad articular de miembros inferiores y las características temporo-espaciales de la marcha?

Marco de Referencia

A continuación se describen aspectos relevantes en relación a la capacidad articular medida a través de sus arcos de movilidad, se particulariza en las extremidades inferiores y enseguida las características de la marcha. Se incluye algunos cambios observados en el adulto mayor.

Los movimientos articulares o arcos de movilidad juegan un papel importante en la marcha, particularmente las de miembros inferiores. Cada arco de movilidad posee funciones particulares (flexión, extensión, abducción, aducción), que en el envejecimiento pueden limitarse y afectar la efectividad de la marcha.

En base a artículos clásicos (Basmajian & De Luca, 1985; Busquet, 1999; Inman et al., 1981; Kottke & Lehmann, 1997; Perry, 1992; Plas, Viel, & Blanc 1996; Saunders & Inman, 1953; Shiavi, 1985) se describen, las relaciones angulares de los segmentos de la extremidad inferior durante el ciclo de la marcha de sujetos adultos, primeramente de cadera, después de rodilla y por último de tobillo.

La articulación de la cadera, está aproximadamente a 30 grados de flexión cuando el talón va a hacer contacto con el suelo, pero después de dicho contacto, empieza a moverse hacia la extensión. Cuando el pie está totalmente en contacto con el suelo, el ángulo de flexión disminuye alrededor de 20 grados, en el apoyo medio llega a la posición neutra. La cadera continúa moviéndose hacia la extensión y cuando el talón deja el contacto con el suelo, se encuentra en una hiperextensión de 10 a 15 grados. Después del despegue del talón y poco antes de que los dedos despeguen el suelo,

alcanza una hiperextensión de 20 grados y cuando los dedos despegan del suelo, la cadera se acerca a una posición neutral y se mueve en dirección de flexión. Entre el despegue del pie y la fase media de balanceo, la articulación de la cadera se mueve de una posición neutral, a una flexión aproximadamente de 30 grados al alcanzar la fase media de balanceo. Hasta el final de la fase de balanceo y el contacto del talón con el suelo el ángulo de la cadera (30 grados flexión) no cambia mucho.

La articulación de la rodilla, está en extensión completa (180 grados) cuando el talón va a hacer contacto con el suelo, después de dicho contacto, la rodilla empieza a flexionarse y continúa flexionándose hasta que la planta del pie está totalmente apoyada en el suelo. Después de haber alcanzado esta posición del pie, la rodilla está flexionada aproximadamente 20 grados y comienza a moverse hacia la extensión, en el apoyo medio, alcanza aproximadamente los 10 grados de flexión y continúa moviéndose en extensión. Antes de que el talón despegue del suelo, la rodilla tiene 4 grados de flexión. Entre el despegue de talón y el de los dedos, la articulación de la rodilla se mueve de casi una extensión completa a unos 40 grados de flexión. Entre el despegue del pie y la parte media del balanceo, la rodilla alcanza su máxima flexión de aproximadamente 65 grados. En el último instante de la fase de balanceo, la rodilla se extiende completamente.

La articulación del tobillo está en posición neutra cuando el talón contacta con el suelo, pero inmediatamente después de dicho contacto la articulación comienza a moverse hacia la flexión plantar, hasta alcanzar los 15 grados en el momento en que la planta del pie está en contacto con el suelo. Cuando la planta del pie está plana en el suelo, la tibia bascula hacia delante a partir del pie todavía inmóvil y pasa aproximadamente hasta los 5 grados de dorsiflexión. Al despegar el talón del suelo, la articulación del tobillo está aproximadamente en 15 grados de dorsiflexión. En el tiempo de elevación del talón y el despegue del pie la articulación pasa de 15 grados de dorsiflexión hasta unos 20 grados de flexión plantar. Entre la elevación del pie y el

punto medio de balanceo, el pie se mueve de la flexión plantar a una posición neutral, que se mantiene durante el resto de la fase de balanceo.

La flexibilidad o capacidad articular de las articulaciones por las mañanas (después del reposo en cama) es menos flexible que por las tardes. Es decir a medida que se van usando a través de las actividades cotidianas las articulaciones se vuelven más flexibles (Grosser, Starischka & Zimmermann, 1988)

La marcha humana como sistema de locomoción posee una característica exclusiva, el desplazamiento del peso corporal desde un punto a otro que se realiza de forma bípeda. La marcha humana es un fenómeno complejo resultado de la acción integradora de la médula espinal, en la que se interrelacionan diversos actos reflejos produciendo una actividad motora continua, gradual y coordinada. Consta de una serie de movimientos rítmicos sucesivos y alternantes de las extremidades inferiores (Inman, Ralston, & Todd 1981; Viosca, 1993), las cuales contactan la superficie de desplazamiento (Smitd, 1990).

El ciclo de marcha o zancada tiene lugar entre dos repeticiones consecutivas de cualquier suceso de la marcha. Se considera el inicio del ciclo al momento en que uno de los pies toma contacto con el suelo (Sánchez-Lacuesta et al., 1993; Smitd, 1990). Cada zancada se compone de dos fases: fase de apoyo, durante la cual al menos un pie se encuentra en contacto con el suelo y fase de balanceo en la cual el pie se halla en el aire, al tiempo que avanza como preparación para el siguiente paso. La fase de apoyo representa el 60% del ciclo de marcha y la fase de balanceo el 40%, a velocidad espontáneamente adoptada por el sujeto. A esta velocidad hay un momento en el que ambos pies contactan en el suelo. Dicho momento se llama fase de doble apoyo representa el 10% de la fase de apoyo para cada pie. Esta fase es función de la velocidad de marcha, de forma que a mayor velocidad, menor duración de la fase de doble apoyo, hasta su desaparición durante la carrera. De la misma manera, el tiempo del ciclo disminuye con el aumento de la velocidad (Turnbull, Charteris, & Wall, 1995).

Se denomina período de apoyo sencillo al momento durante el cual sólo un miembro se encuentra sobre el suelo, estando el miembro contralateral en su fase de balanceo. El tiempo de apoyo de un pie equivale a la suma del tiempo de apoyo sencillo de dicho pie y de los dos tiempos de doble apoyo constituyendo lo que se llama tiempo de paso izquierdo y tiempo de paso derecho. La distancia del centro del talón de un pie al otro se le llama longitud del paso y la distancia entre dos apoyos consecutivos del mismo pie se denomina longitud de zancada (Viosca, 1993).

Algunos cambios observados con el envejecimiento, son marcha más rígida y menos flexible, también son frecuentes las alteraciones del equilibrio y las caídas, por ello el adulto mayor adopta una marcha cauta a fin de sentirse más seguro al deambular (Ducroquet, 1972). Por lo tanto, los adultos mayores disminuyen la longitud del paso y la velocidad, ajustes que a su vez aumentan el consumo de energía durante la marcha (Sánchez-Lacuesta et al., 1993).

Cuando se observa la marcha del adulto mayor se aprecia además de la disminución de la velocidad una lentitud extrema de otros movimientos como, disminución del braceo, disminución de la flexión plantar del tobillo en el despegue del talón y de la dorsiflexión, lo que condiciona una disminución de la fuerza de reacción vertical y de presión durante el apoyo (Comín, Pérez, Villarroja, Nerín, & Moros, 1999; Ribera, Veiga, & Torrijos, 1991), así como aparición de cifosis y adopción de postura encorvada con flexión de rodillas (Pérez-Melero, 2000; Ribera et al., 1991). Según estos últimos autores el motivo de que el adulto mayor adopte esta posición en flexión es la disminución de la elasticidad y flexibilidad de ligamentos y tendones, que da lugar a la flexión de las articulaciones.

Estudios Relacionados

A continuación se describen los estudios que se han realizado respecto a la marcha y el arco de movilidad del adulto mayor.

Lark, Buckley, Jones y Sargeant (2004) estudiaron a 12 participantes masculinos ingleses sanos (6 adultos mayores y 6 jóvenes pareados por altura y peso de los adultos mayores) con el propósito de comparar la cinemática de las articulaciones del miembro inferior durante la fase de apoyo sencillo y durante la siguiente fase (de balanceo) cuando el miembro apoyado es levantado para dar el paso. Los adultos mayores fueron reclutados de una comunidad local.

Todos los adultos mayores se autodescribieron como capaces de movilizarse (función locomotora independiente) sólo uno señaló apoyarse en barandales cuando estaban disponibles. Todos los participantes reportaron realizar ejercicio moderado, los adultos mayores indicaron realizar entre 30 y 60 minutos por día, a excepción de dos que señalaron realizar menos de 30 minutos por día.

Para la medición de los arcos de movilidad pasivos (ROM por sus siglas en inglés) fue utilizado un inclinómetro, el cual midió la flexión y extensión pasiva de cadera, rodilla y tobillo de la pierna de apoyo. Todos los arcos se midieron tres veces y se obtuvo el promedio. La cinemática de la cadera, rodilla y ángulo del miembro apoyado se determinó con una cámara óptica. Los participantes fueron filmados bajando escalones, con los brazos cruzados sobre su tórax, en cuatro alturas (200, 250, 300 y 335 mm) por tres ocasiones.

Los arcos de movilidad de cadera, flexión y extensión de los adultos mayores fueron menores 31% y 11% respectivamente comparada con la de los jóvenes ($p < .05$). Resultados similares se encontraron en la flexión de rodilla; los adultos mayores presentaron 12% menos flexión que los jóvenes ($p < .05$). En la flexión plantar y dorsiflexión de los adultos mayores hubo 26% y 35% menor flexibilidad respectivamente en comparación a los jóvenes ($p < .05$). Los datos estadísticos no se ofrecen en el artículo. Otro hallazgo importante es que los adultos mayores sostenían la dorsiflexión y el pie contrario en la fase de apoyo por un período mayor (20% más que los jóvenes, $p < .05$).

Paróczai et al. (2006) estudiaron en Hungría a dos grupos, uno de 31 adultos mayores sanos (14 mujeres y 17 hombres) y otro de 51 jóvenes sanos (31 hombres y 20 mujeres) pareados por peso y estatura. El propósito fue determinar cómo los parámetros seleccionados (cinemática, cinética y electromiografía) cambian como resultado del envejecimiento.

El análisis del movimiento se realizó apoyado con un ultrasonido de Zebris system CMS-HS (ZEBRIS, Medizintechnik GmbH, Alemania) el cual permite medir los cambios de potencial eléctrico generados en los músculos en el transcurso del movimiento mientras graba la cinemática de las características del movimiento, sin alguna sincronización posterior.

Para la comparación de dos grupos fue utilizado el análisis de varianza (ANOVA). Encontraron que la longitud del paso en la fase de doble apoyo fue menor para los adultos mayores en comparación con el grupo de los jóvenes ($p < .007$) el dato estadístico no se muestra. El rango de movimiento funcional de cadera de los adultos mayores estuvo reducido en ambos lados en relación a los jóvenes ($\bar{X} = 59.20$ vs. 65.02 , respectivamente, $p < .0004$) y de rodilla ($\bar{X} = 41.15$ vs. 56.86 , respectivamente, $p < .0004$).

Begg y Sparrow (2006) estudiaron a 24 adultos Australianos sanos (12 jóvenes y 12 adultos mayores) con el propósito de determinar si los ángulos de las articulaciones en eventos críticos de la marcha y durante la mayor generación/absorción de energía en las fases del ciclo de la marcha podrían distinguir de manera fiable su degeneración relacionada con la edad durante la marcha sin obstáculos. Los jóvenes fueron reclutados de la Universidad de Victoria y las personas de edad avanzada de un club de la tercera edad local.

Para analizar la marcha se utilizó el PEAK Motus (sistema de análisis de movimiento), interconectado a una computadora que analizaba los movimientos de las extremidades inferiores antes de ser analizados; a los sujetos se les tomaron las medidas

antropométricas y posteriormente se les pidió que caminaran descalzos (para eliminar variaciones debido al calzado) 10 m en forma recta hasta completar 10 ensayos.

El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS 10.0. Los efectos de edad y género en las variables dependientes fueron determinados por el análisis multivariado de varianza (MANOVA).

Los adultos mayores caminaron más lento que los jóvenes (1.13 ± 0.20 m/s comparado con 1.36 ± 0.16 m/s, $p = .003$); sin embargo, la longitud del paso de los dos grupos no fue significativamente diferente. Los adultos mayores estaban mayor tiempo en la fase de apoyo que los jóvenes (62.3% vs 60.3%, $p < .05$), en lo que respecta a los arcos de movilidad, se encontró menor flexibilidad de rodilla en los adultos mayores que los jóvenes (43° vs 47.7° , $p < .05$). La flexión plantar durante la transición de la fase de balanceo, fue menor en los adultos mayores que en los jóvenes (16.9° comparado con 31.3° , $p = .023$).

Bejek, et al. (2005) estudiaron en Hungría a 20 pacientes con osteoartritis severa unilateral de cadera con edades entre 60 y 82 años (12 hombres y 8 mujeres), 20 pacientes con osteoartritis severa de rodilla con edades de 45 a 93 años (12 hombres y 8 mujeres) y 20 participantes sanos con edades entre 52 y 84 años (12 hombres y 8 mujeres). Los objetivos fueron analizar el impacto de la velocidad de la marcha en los parámetros de la marcha por medio de un control mecánico de una caminadora especial y comparar los patrones de marcha de los pacientes con osteoartritis de articulaciones de cadera y de rodilla con los patrones de marcha de los participantes sanos. Los parámetros evaluados fueron velocidad de la marcha, cadencia, longitud del paso, soporte sencillo, fase de doble soporte, fase de oscilación, arco de movilidad de rodilla y cadera.

Para cada participante los promedios y desviaciones estándar de los parámetros fueron determinados de seis ciclos completos de marcha. Para la comparación entre los dos grupos de pacientes con osteoartritis fue utilizada la *t* de Student. Para la

comparación de los tres grupos y diferencias en la velocidad de la marcha se utilizó el análisis de varianza (ANOVA). Las comparaciones entre los tres grupos de los patrones de marcha fueron hechas por el análisis de multivarianza (Wilk's). La significancia estadística se definió como $p < .05$. No muestran datos estadísticos particulares.

Todos los participantes sanos, nueve con osteoartritis de cadera y 11 con osteoartritis de rodilla fueron capaces de desplazarse a una velocidad de 4 km/h en la caminadora, misma que se definió como la velocidad máxima. Cuatro pacientes con osteoartritis de cadera y tres con osteoartritis de rodilla tuvieron una velocidad de marcha de 3 km/h, mientras que siete pacientes con osteoartritis severa de cadera y seis con osteoartritis severa de rodilla presentaron una velocidad de marcha de 2 km/h.

Se mostró diferencia significativa en 13 parámetros (cadencia, longitud del paso, base de marcha, tiempo en el doble apoyo, arco de movilidad de la rodilla del lado con osteoartritis, arco de movilidad de cadera, flexión y movimiento de la pelvis) de los 22 comparados en los pacientes con osteoartritis de cadera respecto al grupo de participantes sanos a una velocidad de marcha equivalente. También se observó diferencia significativa en 13 parámetros (cadencia, longitud del paso, base de marcha, tiempo en el doble apoyo, arco de movilidad de rodilla, arco de movilidad de cadera del lado con osteoartritis y movimiento de la pelvis) de los 22 comparados en los pacientes con osteoartritis de rodilla respecto al grupo de participantes sanos a una velocidad de marcha equivalente. Por el tipo de osteoartritis se mostró diferencia significativa en 10 parámetros (base de marcha, arco de movilidad de rodilla, arco de movilidad de cadera, movimiento de flexión de la pelvis) de los 22 comparados en los pacientes con osteoartritis de cadera respecto a los pacientes con osteoartritis de rodilla una velocidad de marcha equivalente.

Kemoun, et al. (2002) estudiaron a 54 voluntarios franceses sanos mayores de 60 años, quienes no habían presentado alguna caída durante el año anterior. El objetivo fue investigar las características cinemáticas y cinéticas de marcha con el fin de desarrollar

parámetros predictivos para la prevención de caídas. La media de edad fue 66.72 años. Estas personas vivían en casa y eran independientes.

Para el estudio fue usado un circuito de caminata de 10 m, después de las mediciones a cada participante se les dio seguimiento de un año. Los participantes anotaban en un diario especial si se caían, además se les realizaba una llamada cada dos meses para recabar nuevos datos.

Para la comparación de los datos numéricos, descriptivos, cinéticos y cinemáticos, entre dos grupos (los que se cayeron y no se cayeron) se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, adaptada para muestras pequeñas, para ver la diferencia de medianas. No se muestran los resultados de esta prueba.

Reportaron que 16 de los 54 participantes se habían caído, no encontraron diferencia significativa de la edad entre los que se cayeron y los que no se cayeron. Tampoco se encontró diferencia significativa en cuanto el sexo. Los participantes que se cayeron caminaban más lento que los que no se cayeron (0.96 m/s vs 1.29 m/s, $p = .026$) y tendieron a utilizar el doble apoyo en un período de tiempo mayor (27.7% vs 23.2%, $p = .024$), además sus arcos de movilidad del tobillo estuvieron reducidos en el inicio de la fase de balanceo, flexión plantar (18.5° vs 23° , $p = .040$) y dorsiflexión (6.5° vs 13° , $p = .020$).

En resumen los estudios mostraron que con el envejecimiento se reducen los arcos de movilidad (cadera, rodilla y tobillo), se presentan alteraciones en las características temporo-espaciales de la marcha y que se acentúan mas dependiendo de la edad, sexo, número de enfermedades y caídas, teniendo como resultado alteraciones en los patrones de la marcha, caminar lentamente y disminución en su capacidad funcional (Begg & Sparrow, 2006; Bejek et al., 2005; Kemoun et al., 2002; Lark et al., 2004; Paróczai et al., 2006).

Definición de Términos

A continuación se presentan las definiciones de las variables usadas en el presente estudio:

Arco de movilidad es la capacidad funcional de las articulaciones de los miembros inferiores (cadera, rodilla y tobillo) para ejecutar movimientos tales como flexión, extensión, abducción y aducción, medidos en términos de grados mediante un goniómetro.

Marcha como la capacidad para desplazarse de un punto a otro en forma bípeda, esta representada por las siguientes características temporo-espaciales:

Velocidad es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo empleado del adulto mayor, expresados en centímetros por segundo.

Número de pasos es la cantidad de pasos que se registraron en el tapete electrónico.

Cadencia es el número de pasos por unidad de tiempo, representados por pasos por minuto.

Longitud del paso es la distancia en centímetros del centro del talón de un pie al otro, cuando ambos pies están en el suelo.

Longitud de zancada es la distancia medida en centímetros de los centros de los talones entre dos apoyos consecutivos del mismo pie.

Fase de balanceo es el período en el que uno de los pies se encuentra en el aire, expresado en porcentaje.

Fase de apoyo sencillo es el período cuando sólo un pie está en contacto con el suelo, expresado en porcentaje.

Fase de doble apoyo es el período cuando ambos pies están en contacto con el suelo, expresado en porcentaje.

Objetivos

- 1.- Describir la capacidad articular de los miembros inferiores en función de sexo y edad.
- 2.- Describir las características temporo-espaciales de la marcha en función de sexo y edad.

Hipótesis

- 1.- Los arcos de movilidad y las características temporo-espaciales de la marcha son más reducidas en mujeres.
2. Los arcos de movilidad y las características temporo-espaciales de la marcha son más reducidas en personas de mayor edad.
- 3.- A mayor número de caídas menor rango de movilidad articular.
- 4.- A mayor número de caídas menor velocidad de marcha, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo y de apoyo sencillo.
- 5.- A mayor número de enfermedades menor rango de movilidad articular.
- 6.- A mayor número de enfermedades menor velocidad de la marcha, longitud del paso longitud de zancada, fase de balanceo y de apoyo sencillo.

Capítulo II

Metodología

En este capítulo se describe la metodología que se llevó en el estudio, incluyendo el diseño del estudio, población, muestreo y muestra, criterios de inclusión, descripción de las mediciones, procedimiento de recolección de datos, consideraciones éticas y plan de análisis de datos.

Diseño del Estudio

El diseño del estudio fue descriptivo correlacional, descriptivo porque se observó, describió y documentó aspectos de una situación que ocurre de manera natural (Polit & Hungler, 1999) y correlacional porque se establecieron las relaciones entre los fenómenos tal como ocurren en la naturaleza, sin la intervención del investigador (Polit & Hungler). En este estudio se presentan los datos descriptivos de las articulaciones de interés, así como las características temporo-espaciales de la marcha y se relacionó con las variables señaladas.

Población, Muestreo y Muestra

La población de este estudio se conformó por personas de 60 años y más que se encontraban en alguno de los lugares de reunión, de 25 clubes del adulto mayor pertenecientes al DIF de la Zona Metropolitana de Monterrey.

El muestreo fue por conglomerados unietápico; el conglomerado se constituyó por los lugares de reunión integrados al sistema de Desarrollo Integral de la Familia (DIF). La muestra se calculó por medio del paquete estadístico n'Query Advisor Versión 4.0 (Elashoff, Dixon, & Crede, 2000), con base a una prueba de correlación bilateral de Spearman de efecto mediano de .25, con un nivel de significancia de .05, con una potencia de .90, obteniendo un tamaño de la muestra de 143 participantes; sin embargo,

se considera un efecto de diseño (conglomerados homogéneos) se incrementa un 10% dando un total de 156 participantes. Los lugares de reunión fueron seleccionados aleatoriamente, mediante una tabla de números aleatorios. Cada lugar de reunión seleccionado se censó, la muestra se completó en cinco centros.

Criterios de Inclusión

Adultos mayores que pudieran deambular, levantando el pie del suelo, aunque fuera con ayuda de un bastón o andador.

Descripción de las Mediciones

En este apartado se muestran las técnicas para la medición de las variables de estudio, en primer lugar se utilizó una cédula de datos generales (Apéndice A) para obtener información de cada participante como edad, sexo, escolaridad, estado marital, personas con las que vive. Las características temporo-espaciales de la marcha fueron medidas por el sistema GAITRite, que consiste en un tapete electrónico de 90 centímetros de ancho y 975 centímetros de largo conectado a una computadora provista de un software (Standard GAITRite) en el que se procesaron las pisadas de los participantes, además, se usó una hoja en la que se registraba la velocidad de marcha (cm/s), número de pasos (pasos totales), cadencia (número de pasos x min), la longitud del paso (cm), longitud de zancada (cm), fase de balanceo (%), fase de apoyo sencillo y doble apoyo (%) (Apéndice B).

Por último, para la medición de los ángulos articulares de cadera (flexión, abducción y aducción), rodilla (flexión) y tobillo (dorsiflexión y flexión plantar), se utilizó un goniómetro. Los arcos de movilidad se registraron en grados y se anotaron en una hoja especial (Apéndice C). Todas las mediciones se llevaron a cabo por las mañanas para evitar las fluctuaciones que presentan las articulaciones a lo largo del día.

Procedimiento de Recolección de Datos

El presente proyecto fue aprobado por las Comisiones de Ética e Investigación de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León, posteriormente se acudió a los lugares de reunión que salieron seleccionados aleatoriamente pertenecientes al DIF de la Zona Metropolitana de Monterrey. Se revisaron las instalaciones de cada centro DIF y se identificó el área adecuada para realizar las mediciones. El equipo de trabajo estuvo integrado por lo menos de 2 personas, una para la medición de los ángulos articulares y otra para operar el tapete electrónico, a las cuales se capacitó para la recolección de la información y medidas de seguridad.

Se prepararon dos áreas para las mediciones, la primera fue un lugar amplio, plano, sin obstáculos, con buena iluminación, donde se colocó el tapete electrónico GaitRite, para la medición de las características temporo-espaciales de la marcha y la segunda área fue un lugar privado con buena iluminación con suficiente espacio donde se colocó una mesa para la realización de mediciones de los arcos de movilidad.

El procedimiento para medir las características temporo-espaciales de la marcha se encuentra descrito en el apéndice D y de la técnica goniométrica para medir los arcos de movilidad en el apéndice E.

De cada lugar de reunión se seleccionó a todos los adultos mayores que cumplieron el criterio de inclusión. A los participantes se le expuso el objetivo del estudio y a los interesados se les pidió que pasaran al área privada donde se les leyó el consentimiento informado, si aceptó, se le aplicó la cédula de datos generales. Se continuó con la medición de las características temporo-espaciales de la marcha y posteriormente se pasó al área asignada para la medición de los arcos de movilidad. Al finalizar se agradeció su participación.

Consideraciones Éticas

El estudio se apegó a los lineamientos establecidos en el reglamento de la Ley

General de Salud en materia de investigación para la salud (Secretaría de Salud, 1987). En base a lo establecido en el Título II, Capítulo I, artículo 13, que señala que debe prevalecer el respeto a la dignidad, la protección de los derechos y bienestar de los participantes de estudio. Se evitó el uso de sobrenombres y se les llamó por su nombre o por señor o señorita, se usó voz pausada y lo suficientemente fuerte, pero sin gritar de manera que escuchara bien. En caso negativo se volvió a repetir la indicación. Las mediciones se realizaron en lugares con adecuada iluminación, en una superficie plana y con las adecuadas medidas de seguridad para cuidar la integridad física del adulto mayor.

Para dar cumplimiento al Artículo 14, Fracciones I, V, VI, VII y VIII, el presente estudio contó con el consentimiento y fue desarrollado por profesionales de la salud. Además, se contó con el dictamen favorable de las Comisiones de Investigación y Ética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León así como la autorización de las autoridades DIF Nuevo León.

En cumplimiento al Artículo 16, se protegió la privacidad de los participantes. Se garantizó el anonimato ya que no se registraron datos de identificación y la información obtenida está resguardada en una oficina a la cual sólo tiene acceso el equipo de investigación. La información se dará a conocer con fines científicos de manera general y no contendrá datos de los participantes.

De acuerdo al Artículo 17, Fracción II, el presente estudio se consideró de riesgo mínimo, ya que se realizaron mediciones de los arcos de movilidad y características de la marcha, que implicaron movimientos por parte del adulto mayor. Se anticiparon medidas, descritas en los procedimientos de medición, para evitar contingencias. No se presentó contingencia alguna.

De acuerdo al Artículo 18, la investigación se suspendería de inmediato, al advertir algún riesgo o daño a la salud del participante. En tal caso se daría por terminada su participación si el adulto mayor así lo deseaba. Se le dio a conocer que no

habría repercusiones en su relación con la institución.

En referencia al Artículo 20, 21, Fracciones I, II, VI, VII y VIII, se entregó por escrito el consentimiento informado al adulto mayor (Apéndice F) para que decidiera su participación voluntaria en el estudio, con conocimiento de los procedimientos que se realizaron. Se cuidó dar al adulto mayor una explicación general de los objetivos del estudio y la importancia de los datos que se obtuvieron. Se le informó que su participación era voluntaria. Se garantizó la confidencialidad de la información y se respondió a cualquier duda que tuviera durante la realización de los procedimientos.

En base al Artículo 58, Fracción I, se tomó en cuenta la voluntad de los adultos mayores la cual estuvo sujeta a la aceptación o rechazo de participar, dándole a conocer que no se afectaría su relación con el centro.

Plan de Análisis de Datos

Los datos se procesaron a través del paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 13.0.

Se utilizó estadística descriptiva y estadística inferencial no paramétrica, dado que los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov no mostraron distribución normal. Para los objetivos uno y dos que indican, describir la capacidad articular de los miembros inferiores y las características temporo-espaciales de la marcha en función del sexo y edad se utilizaron frecuencias, proporciones y medidas de tendencia central.

Para las primeras dos hipótesis que señalan que las características temporo-espaciales de la marcha y los arcos de movilidad son más reducidos en mujeres y personas de mayor edad, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney. Para las hipótesis de la tres a la seis que postulan, a mayor número de caídas y de enfermedades menor rango de movilidad articular, velocidad de marcha, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo y de apoyo sencillo se utilizaron Coeficientes de Correlación de Spearman. Para dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Existe relación entre la capacidad

articular de miembros inferiores y las características temporo-espaciales de la marcha?

También se aplicó el Coeficiente de Correlación de Spearman.

Capítulo III

Resultados

En este capítulo se describen los resultados del estudio capacidad articular y características temporo-espaciales de la marcha en 156 adultos mayores de diferentes lugares de reunión DIF de la Zona Metropolitana de Monterrey. Primero se presenta la estadística descriptiva de las características sociodemográficas, así como de las variables de estudio que incluye la prueba de distribución de frecuencias, posteriormente se presenta la estadística inferencial que responde a los objetivos e hipótesis del estudio.

Características de los Participantes

El promedio de edad de los participantes fue de 71.69 años (DE = 7.27; rango 60-91); la media de escolaridad fue de 6.50 años (DE= 3.84; rango 0-17). La tabla 1 muestra la distribución de frecuencias de las variables nominales. Se observa que las mujeres son mayoría. Más de la mitad de los participantes señaló no tener pareja y tener entre 1 y 2 enfermedades. La hipertensión arterial es la enfermedad de mayor prevalencia seguida por diabetes tipo 2; la mayoría refirió tomar algún medicamento.

Tabla 1

Distribución de frecuencias de características de los adultos mayores

Variable	<i>f</i>	%
Sexo		
Masculino	25	16.0
Femenino	131	84.0
Estado marital		
Con pareja	59	37.8
Sin pareja	97	62.2

Tabla 1

Distribución de frecuencias de características de los adultos mayores (continuación)

Variable	<i>f</i>	%
Número de personas con las que vive		
0	30	19.2
1	51	32.7
2	30	19.2
3	7	04.5
Más de tres	38	24.4
Enfermedades/problemas de salud		
0	24	15.4
1	54	34.6
2	53	34.0
3	19	12.2
4 y más	6	3.8
Enfermedades más prevalentes		
Hipertensión arterial	84	53.8
Diabetes tipo 2	60	38.5
Dislipidemias	28	17.9
Número de medicamentos		
0	22	14.1
1	29	18.6
2	40	25.6
3	32	20.5
4	19	12.2
Más de cuatro	14	9.0

Nota: n = 156. *f* = frecuencias. Tomado de CDG.

En las tablas 2 se muestran los datos descriptivos de los arcos de movilidad y la prueba de distribución de frecuencias. Se observa que la mayoría de las variables siguió una distribución no normal.

Tabla 2

Datos descriptivos y Prueba de Kolmogorov-Smirnov de arcos de movilidad

Arcos en grados (°)	\bar{X}	Mdn	DE	Valor		D	Valor de p
				Mín.	Máx.		
Flexión/cadera derecha	98.00	100.25	13.22	46.5	125.0	.120	.001
Flexión/cadera izquierda	101.21	103.25	11.13	66.5	125.5	.089	.004
Flexión/rodilla derecha	100.87	100.00	9.94	66.0	125.0	.072	.045
Flexión/rodilla izquierda	100.50	100.50	9.78	60.0	123.0	.077	.024
Abducción/cadera derecha	28.15	27.75	5.54	15.0	45.0	.094	.002
Abducción/cadera izquierda	29.09	29.00	5.40	15.5	41.5	.056	.200
Aducción/cadera derecha	27.89	28.00	6.50	11.0	45.0	.060	.200
Aducción/cadera izquierda	29.82	30.00	7.03	12.0	50.0	.061	.200
Dorsiflexión/tobillo derecho	8.85	8.75	3.27	0.0	19.0	.071	.054
Dorsiflexión/tobillo izquierdo	9.00	9.00	3.48	0.0	18.0	.077	.023
Flexión-plantar/tobillo derecho	59.50	60.50	12.42	13.0	89.5	.096	.001
Flexión-plantar/tobillo izquierdo	59.66	61.50	12.20	0.0	86.0	.107	.001

Nota: n = 156. Tomado de HRAM.

En la tabla 3 se muestran las características temporo-espaciales de la marcha, así como la distribución de variables. Se usó estadística no paramétrica.

Tabla 3

Datos descriptivos y prueba de Kolmogorov-Smirnov de características temporo-espaciales de la marcha

Característica	\bar{X}	Mdn	DE	Valor		D	Valor de p
				Mín.	Máx.		
Velocidad (cm/s)	90.07	88.85	24.82	32.4	149.6	.043	.200
Número de pasos (totales)	29.12	28.00	7.71	17.0	65.0	.154	.001
Cadencia (pasos x ´)	101.50	100.70	12.08	67.3	131.5	.033	.200
Longitud/paso derecho (cm)	52.31	51.85	11.28	20.3	81.0	.079	.020
Longitud/paso izquierdo (cm)	52.99	52.77	10.55	23.2	80.5	.054	.200
Longitud/zancada derecha (cm)	105.72	104.25	21.72	45.7	160.6	.080	.017
Longitud/zancada izquierda (cm)	105.76	104.53	21.69	46.2	160.0	.083	.011
Fase/balanceo (%)	33.53	33.95	2.98	21.2	38.7	.115	.001
Fase/apoyo sencillo (%)	33.54	34.00	2.98	21.2	38.9	.109	.001
Fase/doble apoyo (%)	32.90	31.95	6.12	22.3	57.7	.103	.001

Nota: n = 156. Tomado de GAITRite.

Prueba de Hipótesis y Pregunta de Investigación

La tabla 4 muestra la Prueba U de Mann-Whitney para diferencia de medianas correspondientes a la hipótesis uno que establece que las mujeres tienen más reducida su capacidad articular y las características temporo-espaciales de la marcha. Se puede apreciar que las mujeres mostraron significativamente más reducidos los arcos de movilidad que los hombres de las siguientes articulaciones: flexión de cadera, flexión de

rodilla y abducción de cadera izquierda, con excepción de aducción de cadera izquierda; el resto no mostró diferencias significativas. En cuanto a las características temporo-espaciales de la marcha, las mujeres tienen más reducidos que los hombres los siguientes parámetros: velocidad, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo y fase de apoyo sencillo, en consecuencia dan más pasos que los hombres en la misma distancia, pasan más tiempo en la fase de doble apoyo. La cadencia no mostró diferencia significativa. Por lo que se rechaza la hipótesis.

Tabla 4

Prueba U de Mann-Whitney: arcos de movilidad y características de la marcha por sexo

Variable	<i>U</i>	Valor de <i>p</i>
Flexión/cadera derecha	1062.00	.005
Flexión/cadera izquierda	998.50	.002
Flexión/rodilla derecha	851.00	.001
Flexión/rodilla izquierda	961.50	.001
Abducción/cadera derecha	1354.00	.170
Abducción/cadera izquierda	1138.50	.016
Aducción/cadera derecha	1412.00	.276
Aducción/cadera izquierda	1191.00	.031
Dorsiflexión/tobillo derecho	1413.00	.277
Dorsiflexión/tobillo izquierdo	1353.00	.168
Flexión plantar/tobillo derecho	1308.50	.112
Flexión plantar/tobillo izquierdo	1345.50	.158
Velocidad (cm/s)	769.50	.001
Número de pasos (totales)	563.50	.001
Cadencia (pasos x $\hat{}$)	1627.50	.961
Longitud/ paso derecho (cm)	539.00	.001
Longitud/paso izquierdo (cm)	532.00	.001
Longitud/zancada derecha (cm)	518.00	.001
Longitud/zancada izquierda (cm)	525.00	.001
Fase/balanceo (%)	925.50	.001
Fase/apoyo sencillo (%)	922.50	.001
Fase/doble apoyo (%)	908.50	.001

Nota: n = 156. Arcos de movilidad = grados. Tomado de CDG y GAITRite.

Para comprensión de la tabla anterior que muestra las diferencias de medianas por sexo y del objetivo “describir la capacidad articular de los miembros inferiores y las características temporo-espaciales de la marcha en función del sexo” se presentan los datos descriptivos en la tabla 5.

Tabla 5

Datos descriptivos: arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha por sexo

Variable	Sexo	\bar{X}	Mdn	DE
Flexión/cadera derecha	Masculino ^a	102.96	105.50	11.62
	Femenino ^b	97.06	100.00	13.33
Flexión/cadera izquierda	Masculino ^a	106.54	110.00	12.29
	Femenino ^b	100.20	101.50	10.64
Flexión/rodilla derecha	Masculino ^a	107.68	110.00	8.67
	Femenino ^b	99.57	99.50	9.66
Flexión/rodilla izquierda	Masculino ^a	106.00	105.50	8.67
	Femenino ^b	99.46	99.50	9.65
Abducción/cadera derecha	Masculino ^a	29.74	30.00	6.23
	Femenino ^b	27.85	27.00	5.37
Abducción/cadera izquierda	Masculino ^a	31.64	31.00	6.40
	Femenino ^b	28.60	29.00	5.08
Aducción/cadera derecha	Masculino ^a	26.62	26.50	5.61
	Femenino ^b	28.13	29.00	6.65
Aducción/cadera izquierda	Masculino ^a	27.12	26.50	6.08
	Femenino ^b	30.33	30.00	7.10
Dorsiflexión/tobillo derecho	Masculino ^a	9.64	9.50	4.35
	Femenino ^b	8.70	8.50	3.01
Dorsiflexión/tobillo izquierdo	Masculino ^a	10.06	10.00	4.45
	Femenino ^b	8.80	9.00	3.24

Tabla 5

Datos descriptivos: arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha por sexo (continuación)

Variable	Sexo	\bar{X}	<i>Mdn</i>	<i>DE</i>
Flexión plantar/tobillo derecho	Masculino ^a	56.30	60.00	10.28
	Femenino ^b	60.11	61.00	12.73
Flexión plantar/tobillo izquierdo	Masculino ^a	56.50	60.00	12.47
	Femenino ^b	61.26	62.50	19.89
Velocidad (cm/s)	Masculino ^a	109.26	113.60	26.20
	Femenino ^b	86.41	85.30	22.88
Número de pasos (totales)	Masculino ^a	23.24	22.00	6.53
	Femenino ^b	30.24	29.00	7.42
Cadencia (pasos x ´)	Masculino ^a	101.16	102.20	9.98
	Femenino ^b	101.56	100.70	12.48
Longitud/paso derecho (cm)	Masculino ^a	64.17	66.89	12.25
	Femenino ^b	50.05	50.88	9.59
Longitud/ paso izquierdo (cm)	Masculino ^a	64.16	65.96	11.86
	Femenino ^b	50.86	51.63	8.85
Longitud/zancada derecha (cm)	Masculino ^a	128.71	132.35	24.09
	Femenino ^b	101.33	102.43	18.28
Longitud/zancada izquierda (cm)	Masculino ^a	128.64	131.28	24.03
	Femenino ^b	101.39	102.77	18.29
Fase/balanceo (%)	Masculino ^a	35.18	35.40	2.07
	Femenino ^b	33.21	33.60	3.03
Fase/apoyo sencillo (%)	Masculino ^a	35.20	35.40	2.07
	Femenino ^b	33.22	33.50	3.03
Fase/doble apoyo (%)	Masculino ^a	29.47	28.85	4.24
	Femenino ^b	33.56	32.85	6.22

Nota: Tomado de CDG, HRAM y GAITRite. Arcos de movilidad = grados.

^an = 25. ^bn = 131.

La tabla 6 muestra la Prueba U de Mann-Whitney para diferencia de medianas a fin de responder a la hipótesis dos que establece que las personas de mayor edad tienen más reducida su capacidad articular y las características temporo-espaciales de la marcha. Para ello se dividió al grupo en menores de 75 años e igual o mayores de 75 años. Se observa que el grupo de personas de mayor edad tienen significativamente más reducidos los arcos de movilidad en: flexión de rodilla, flexión de cadera izquierda, aducción de cadera izquierda, dorsiflexión de tobillo derecho. El resto de las articulaciones no mostraron diferencias significativas. En cuanto a las características temporo-espaciales de la marcha, salvo el número pasos y la fase de doble apoyo, todas las medianas son significativamente menores en las personas mayores de 75 años. Por lo que se rechaza la hipótesis.

Tabla 6

Prueba de U de Mann-Whitney: arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha por grupos de edad

Variable	U	Valor de p
Flexión/cadera derecha	2135.50	.063
Flexión/cadera izquierda	2104.00	.048
Flexión/rodilla derecha	1583.50	.001
Flexión/rodilla izquierda	1487.00	.001
Abducción/cadera derecha	2224.50	.129
Abducción/cadera izquierda	2052.50	.030
Aducción/cadera derecha	2590.50	.906
Aducción/cadera izquierda	2559.50	.813
Dorsiflexión/tobillo derecho	1833.00	.003
Dorsiflexión/tobillo izquierdo	2137.50	.064
Flexión plantar/tobillo derecho	2200.50	.108
Flexión plantar/tobillo izquierdo	2166.50	.082
Velocidad (cm/s)	1389.00	.001
Número de pasos (totales)	1493.50	.001
Cadencia (pasos x $\hat{\tau}$)	1695.00	.001
Longitud/paso derecho (cm)	1369.50	.001
Longitud/paso izquierdo (cm)	1471.00	.001
Longitud/zancada derecha (cm)	1430.00	.001
Longitud/zancada izquierda (cm)	1459.00	.001
Fase/balaceo (%)	1611.50	.001
Fase/apoyo sencillo (%)	1603.00	.001
Fase/doble apoyo (%)	1574.00	.001

Nota: n = 156. Arcos de movilidad = grados. Tomado de CDG y HRAM.

Así mismo para comprensión de la tabla anterior que muestra las diferencias de medianas por edad y del objetivo “describir la capacidad articular de los miembros inferiores y las características temporo-espaciales de la marcha en función de edad” se presenta la tabla 7.

Tabla 7

Datos descriptivos: arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha por grupos de edad

Variable	Edad	\bar{X}	Mdn	DE
Flexión/cadera derecha	<75 años ^a	99.38	101.50	12.82
	≥75 años ^b	95.01	99.00	13.71
Flexión/cadera izquierda	<75 años ^a	102.70	104.00	10.17
	≥75 años ^b	97.97	100.00	12.48
Flexión/rodilla derecha	<75 años ^a	102.99	104.00	8.94
	≥75 años ^b	96.23	95.00	10.52
Flexión/rodilla izquierda	<75 años ^a	102.51	103.50	9.22
	≥75 años ^b	96.12	95.50	9.61
Abducción/cadera derecha	<75 años ^a	28.49	29.00	5.52
	≥75 años ^b	27.41	27.00	5.56
Abducción/cadera izquierda	<75 años ^a	29.81	29.50	5.42
	≥75 años ^b	27.51	28.00	5.07
Aducción/cadera derecha	<75 años ^a	27.92	28.50	6.56
	≥75 años ^b	27.82	27.00	6.42
Aducción/cadera izquierda	<75 años ^a	29.73	29.50	7.17
	≥75 años ^b	30.01	30.00	6.76
Dorsiflexión/tobillo derecho	<75 años ^a	9.35	9.50	3.37
	≥75 años ^b	7.75	7.50	2.75
Dorsiflexión/tobillo izquierdo	<75 años ^a	9.29	10.00	3.58
	≥75 años ^b	8.35	8.00	3.19

Tabla 7

Datos descriptivos: arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha por grupos de edad (continuación)

Variable	Edad	\bar{X}	<i>Mdn</i>	<i>DE</i>
Flexión plantar/tobillo derecho	<75 años ^a	60.71	61.50	11.34
	≥75 años ^b	56.83	57.00	14.27
Flexión plantar/tobillo izquierdo	<75 años ^a	60.40	63.00	12.77
	≥75 años ^b	58.04	58.00	10.82
Velocidad (cm/s)	<75 años ^a	96.80	96.10	23.00
	≥75 años ^b	75.38	79.90	22.36
Número de pasos (totales)	<75 años ^a	27.05	27.00	5.56
	≥75 años ^b	33.65	30.00	9.64
Cadencia (pasos x ´)	<75 años ^a	103.66	103.50	11.46
	≥75 años ^b	96.78	95.60	12.19
Longitud/paso derecho (cm)	<75 años ^a	55.47	53.04	10.07
	≥75 años ^b	45.42	47.95	10.80
Longitud/paso izquierdo (cm)	<75 años ^a	55.77	54.32	9.57
	≥75 años ^b	46.94	47.77	10.14
Longitud/zancada derecha (cm)	<75 años ^a	111.67	107.59	19.46
	≥75 años ^b	92.72	98.92	20.87
Longitud/zancada izquierda (cm)	<75 años ^a	111.63	107.35	19.53
	≥75 años ^b	92.95	99.00	20.81
Fase/balanceo (%)	<75 años ^a	34.16	34.55	5.53
	≥75 años ^b	32.15	32.80	4.42
Fase/apoyo sencillo (%)	<75 años ^a	34.17	34.60	2.53
	≥75 años ^b	32.16	32.85	3.42
Fase/doble apoyo (%)	<75 años ^a	31.56	30.70	5.08
	≥75 años ^b	35.84	34.75	7.15

Nota: Arcos de movilidad = grados. Tomado de CDG, HRAM y GAITRite.

^an = 107. ^bn = 49.

Para dar respuesta a las hipótesis tres que postula; a mayor número de caídas menor rango de movilidad articular, se utilizó el Coeficiente de Spearman, no se observaron relaciones significativas, ver tabla 8. De igual manera para la hipótesis cuatro que menciona; a mayor número de caídas menor velocidad de marcha, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo y de apoyo sencillo, se utilizaron Coeficientes de Spearman, la tabla 9 muestra que el número de caídas se relaciona negativamente con velocidad, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo, fase de apoyo sencillo y positivamente con el número de pasos y fase de doble apoyo. Por lo que se rechaza la hipótesis tres y se acepta la hipótesis cuatro.

Tabla 8

Coefficientes de Correlación de Spearman entre número de caídas y arcos de movilidad

Variable	Flexión/cadera		Flexión/rodilla		Abducción/cadera		Aducción/cadera		Dorsiflexión/tobillo		Flexión plantar/tobillo	
	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.
Número de caídas	-.033	.007	-.153	-.062	.044	-.020	-.023	-.008	-.096	-.137	-.020	.043

Nota: n = 156. Arcos de movilidad = grados. Tomado de CDG y HRAM.

Tabla 9

Coefficientes de Correlación de Spearman entre número de caídas y características temporo-espaciales de la marcha

Variable	Velocidad		Número de pasos	Longitud del paso		Longitud de zancada		Fase (%)		
	(cm/s)	Cadencia		Der	Izq	Der	Izq	Balaneo	Apoyo sencillo	Doble apoyo
Número de caídas	-.265***	-.138	.309***	-.327***	-.260***	-.298***	-.291***	-.262***	-.262***	.275***

Nota: n = 156. Tomado de CDG y GAITRite.

*** $p < .001$.

Para dar respuesta a la hipótesis cinco que menciona; a mayor número de enfermedades menor rango de movilidad articular, se utilizó el Coeficiente de Spearman, mostrándose una relación negativa sólo para flexión de cadera, ver tabla 10. De la misma forma para la hipótesis seis que menciona; a mayor número de enfermedades menor velocidad de marcha, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo y de apoyo sencillo, también se utilizó el Coeficiente de Spearman. En la tabla 11 se muestra que el número de enfermedades se relacionó negativamente con velocidad, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo, fase de apoyo sencillo y positivamente con el número de pasos y fase de doble apoyo. Por lo que se rechaza la hipótesis cinco y se acepta la seis.

Tabla 10

Coefficientes de Correlación de Spearman entre número de enfermedades y arcos de movilidad

Variable	Flexión/cadera		Flexión/rodilla		Abducción/cadera		Aducción/cadera		Dorsiflexión/Tobillo		Flexión plantar/tobillo	
	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.
Número de enfermedades	-.192*	-.164*	-.041	-.055	.057	-.054	-.044	-.060	.101	.152	-.016	.024

Nota: n = 156. Arcos de movilidad = grados. Tomado de CDG y HRAM.

* $p < .05$.

Tabla 11

Coefficientes de Correlación de Spearman entre número de enfermedades y características temporo-espaciales de la marcha

Variable	Velocidad		Número de pasos	Longitud del paso		Longitud de zancada		Fase (%)		
	(cm/s)	Cadencia		Der	Izq	Der	Izq	Balanceo	Apoyo sencillo	Doble apoyo
Número de enfermedades	-.191*	-.056	.245**	-.237**	-.233**	-.238**	-.239**	-.302***	-.302***	.293***

Nota: n = 156. Tomado de CDG y GAITRite.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Existe relación entre la capacidad articular de miembros inferiores y las características temporo-espaciales de la marcha? Se utilizó el Coeficiente de Spearman. En la tabla 12 se muestra que la velocidad se relacionó con: flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera derecha, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo. El número de pasos se relacionó negativamente con; flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo. La cadencia se relacionó con; flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera, dorsiflexión de tobillo izquierdo y flexión plantar de tobillo. Igualmente la longitud del paso derecho se relacionó con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo. La longitud del paso izquierdo se relacionó con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera derecha, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo. La longitud de zancadas derecha e izquierda se relacionó con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo. La fase de balanceo y de apoyo sencillo tuvo relación con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera derecha y dorsiflexión de tobillo derecho. La fase de doble apoyo se relaciono negativamente con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera, dorsiflexión de tobillo derecho y flexión plantar de tobillo.

Tabla12

Coefficientes de Correlación de Spearman entre arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha

Marcha Arcos (°)	Velocidad (cm/s)	Número de pasos	Cadencia	Longitud del paso		Longitud de zancada		Fase (%)		
				Der	Izq	Der	Izq	Balanceo	Apoyo sencillo	Doble apoyo
Flexión/cadera derecha	.377***	-.440***	.185*	.441***	.448***	.448***	.452***	.516***	.514***	-.508***
Flexión/cadera izquierda	.370***	-.432***	.163*	.428***	.442***	.439***	.444***	.467***	.464***	-.455***
Flexión/rodilla derecha	.373***	-.401***	.196*	.402***	.384***	.395***	.399***	.332***	.327***	-.324***
Flexión/rodilla izquierda	.379***	-.394***	.206*	.394***	.384***	.385***	.385***	.368***	.365***	-.351***
Abducción/cadera derecha	.275***	-.242**	.284**	.235**	.235**	.244***	.244***	.268**	.267*	-.199***
Abducción/cadera izquierda	.321***	-.329***	.227**	.332***	.332***	.330***	.330***	.334***	.331**	-.319***

Tabla12

Coefficientes de Correlación de Spearman entre arcos de movilidad y características temporo-espaciales de la marcha (continuación)

Marcha Arcos (°)	Velocidad (cm/s)	Número de pasos	Cadencia	Longitud del paso		Longitud de zancada		Fase (%)		
				Der	Izq	Der	Izq	Balanceo	Apoyo sencillo	Doble apoyo
Aducción/cadera derecha	.194*	-.152	.224**	.144	.168*	.147	.154	.235**	.230**	-.242***
Aducción/cadera izquierda	.114	-.064	.176*	.074	.094	.073	.082	.152	.148	-.159*
Dorsiflexión/ tobillo derecho	.295**	-.325***	.143	.324***	.332***	.321***	.324***	.222**	.223**	-.232**
Dorsiflexión/ tobillo izquierdo	.276***	-.288***	.186*	.286***	.269***	.275***	.279***	.097	.096	-.115
Flexión plantar/ tobillo derecho	.240**	-.284***	.164*	.263***	.286***	.277***	.280***	.159	.152	-.147
Flexión plantar/ tobillo izquierdo	.225**	-.263***	.162*	.229**	.250**	.244**	.245**	.135	.129	-.126

Nota: n = 156. Tomado de HRAM y GAITRITE.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

También se observó la relación de los arcos de movilidad y las características temporo-espaciales de la marcha por sexo, mediante el Coeficiente de Spearman. Primeramente se muestra la correlación de los hombres (apéndice G), donde se muestra que la velocidad se relacionó con flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo. El número de pasos se relacionó negativamente con flexión de cadera derecha, flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo. La cadencia solo se relacionó con dorsiflexión de tobillo. Las longitudes del paso derecho e izquierdo se relacionaron con flexión de cadera derecha, flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo. Las longitudes de zancada derecha e izquierda se relacionaron con flexión de cadera derecha, flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo. La fase de balanceo y apoyo sencillo se relacionaron con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera izquierda y dorsiflexión de tobillo. La fase de doble apoyo se relacionó negativamente con flexión de cadera, flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo.

Las mujeres mostraron más correlaciones entre las variables (apéndice H), la velocidad se relacionó con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera derecha, dorsiflexión de tobillo derecho y flexión plantar de tobillo. El número de pasos se relacionó negativamente con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera derecha, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo. La cadencia se relacionó con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera derecha y flexión plantar de tobillo derecho. La longitud del paso derecho e izquierdo se relacionaron con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera derecha, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo. Las longitudes de zancada derecha e izquierda se relacionaron con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de rodilla derecha, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo. Las fases de balanceo y apoyo sencillo se relacionaron con flexión de cadera, flexión de rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera y flexión plantar de tobillo derecho. La fase de doble apoyo se relacionó negativamente con

flexión de cadera y rodilla, abducción de cadera, aducción de cadera y flexión plantar de tobillo derecho.

Capítulo IV

Discusión

El presente estudio permitió conocer la relación entre los arcos de movilidad y las características temporo-espaciales de la marcha y sus diferencias por sexo y edad en 156 adultos mayores de diferentes lugares de reunión DIF de la Zona Metropolitana de Monterrey.

Los arcos de movilidad de flexión de cadera y rodilla fueron significativamente más limitados en mujeres que los hombres, datos que concuerdan con Paróczai et al. (2006). Las mujeres también presentaron más limitado el arco de movilidad de abducción de cadera izquierda que los hombres, aunque presentan mayor rango de aducción de cadera izquierda.

Con respecto a las características temporo-espaciales de la marcha, igualmente las mujeres mostraron significativamente reducidas la velocidad, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo y soporte sencillo, concordando con Begg y Sparrow (2006). Consecuentemente las mujeres dan un mayor número de pasos en la misma distancia en virtud de que sus pasos son más cortos. Estas diferencias tal vez sean fisiológicas por la anatomía de hombres y mujeres; los hombres suelen ser de mayor estatura, esto les permite tener una longitud de paso y de zancada más amplias, que conllevan a mayor velocidad de marcha (Pérez-Orive, Pichardo, & Chávez, 1998).

En relación a la edad, los arcos de movilidad de flexión de cadera izquierda, rodilla y dorsiflexión de tobillo derecho están disminuidos en personas de 75 años y más que los menores de 75 años, datos que concuerdan con Beeg y Sparrow (2006) y Lark et al. (2004). Las personas de 75 años y mas exhiben menor rango de abducción de cadera izquierda. En ese sentido Ducroquet desde 1972 apunta que con el envejecimiento la marcha se vuelve más rígida y menos flexible.

La velocidad de marcha se mostró más reducida en personas de 75 años y más,

concordando con Begg y Sparrow (2006). Se observa también que la cadencia, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo y fase de apoyo sencillo son más reducidos en personas de 75 años y más. En ese sentido Sánchez-Lacuesta et al. (1993) señalan que conforme avanza la edad disminuye la longitud del paso y velocidad.

En cuanto a los antecedentes de caídas y arcos de movilidad, no mostraron relación significativa; datos que coinciden con Ozcan, Donat, Nihal, Ozdirenc y Karidibak (2005). Contrario a este estudio Lemmink, Kemper, Greef, Rispens y Stevens, (2003) refieren que la falta flexibilidad se ha asociado con problemas en la ejecución del sistema de locomoción, que su vez se relaciona con mayor riesgo de caídas en los adultos mayores. En el presente estudio se preguntó a los adultos mayores por los antecedentes de caídas durante el último año, dato que puede estar sujeto a olvidos.

En contraparte, las características temporo-espaciales de la marcha y antecedentes de caídas se relacionaron negativamente con: velocidad, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo y apoyo sencillo, y positivamente con: número de pasos y fase de doble apoyo, es decir las personas que habían sufrido alguna caída presentaron una menor velocidad, longitud del paso, longitud de zancada y daban un mayor número de pasos, además de permanecer más tiempo en la fase de doble apoyo, resultados que concuerdan con Kemoun et al. (2002), esto debido, a que probablemente el adulto mayor adopta una marcha cauta a fin de sentirse más seguro al deambular.

El número de enfermedades presentó relación negativa sólo con los arcos de flexión de cadera. De igual manera, el número de enfermedades mostró relación negativa con los siguientes parámetros: velocidad, longitud del paso, longitud de zancada y una relación positiva con el número de pasos y fase de doble apoyo, del mismo modo, las personas que tienen alguna enfermedad presentaron disminución en su velocidad de marcha, longitud del paso, longitud de zancada y daban un mayor número de pasos, además de estar por más tiempo en la fase de doble apoyo, concordando con los datos de Bejek et al. (2005). Cabe mencionar que la hipertensión arterial y la diabetes

fueron las enfermedades más prevalentes, aunque no se preguntó por complicaciones de las mismas ni tiempo de padecerlas, algunas explicaciones pueden ser el caso. La hipertensión se ha relacionado con descensos en la velocidad de marcha (Rosano et al., 2011). La diabetes tiene varios factores fisiopatológicos como la alteración del flujo sanguíneo, disminución de la fuerza muscular, coordinación motora y la propiocepción que originan disminución en la velocidad de la marcha (Brach, Talkowski, Strotmeyer & Newman, 2008; Gregg et al., 2000).

Dentro de los hallazgos más importantes se encontró que la flexión de cadera fue la que mostró mayores coeficientes de correlación con todos los parámetros de marcha; entre más flexión de cadera, más velocidad, cadencia, mayor longitud del paso, zancada y menos número de pasos.

Resultados similares se observaron con la flexión de rodilla, relacionándose positiva y significativamente con todos los parámetros de marcha con excepción de número de pasos y doble apoyo que muestra relación negativa. Resultados que se apoyan en lo reportado por Stauffer, Chao y Gyori (1977). Así mismo, Brinkmann y Perry (1985) reportaron relación positiva y significativa, entre el arco de movilidad de rodilla y la velocidad de marcha. Lo anterior muestra que entre mayor sea el arco de movilidad de rodilla, mayor será la velocidad, cadencia, longitud del paso, zancada y un menor número de pasos.

La dorsiflexión y la flexión plantar de tobillo también mostraron relación significativa, aunque no tan fuerte como las anteriores, con casi todos los parámetros de marcha, las únicas variables que no se obtuvo relación fue entre la dorsiflexión de tobillo izquierdo y cadencia. Se observaron relaciones positivas para velocidad, cadencia (exceptuando dorsiflexión de tobillo izquierdo), longitud del paso, zancada y negativas con número de pasos. Resultados similares se reportaron en Mueller et al. (1995), observando relación significativa entre la dorsiflexión y flexión plantar de tobillo con la velocidad de marcha de participantes con y sin diabetes. Igualmente Mecagni et al.

(2000) en un estudio de mujeres mayores de 63 años, también reportaron relación significativa entre la dorsiflexión y flexión plantar de tobillo en una prueba de marcha.

La abducción de cadera fue otro de los arcos de movilidad que mostró relaciones significativas con todos los parámetros de marcha. Esto implica al igual que los arcos de movilidad anteriores, que entre mayor sea el rango de movimiento de abducción de cadera mayores serán los parámetros de marcha, salvo número de pasos que es menor.

En cambio los aductores de cadera muestran sólo se relacionaron con la cadencia, la aducción de cadera derecha con velocidad, cadencia y longitud del paso izquierdo. Estos resultados sugieren que los aductores de cadera son los que menos relación tienen con los diferentes parámetros de la marcha.

En cuanto a las correlaciones por sexo, los hombres mostraron las relaciones más fuertes entre flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo y las características temporo-espaciales de la marcha. Aunque las mujeres mostraron mayor número de relaciones entre los arcos de movilidad y las características temporo-espaciales de la marcha. De acuerdo a Pérez-Orive et al. (1998) los hombres y mujeres tienden a utilizar mecanismos diferentes al caminar.

Conclusiones

Se observó que las mujeres y aquellos mayores de 75 años mostraron más limitaciones en sus arcos de movilidad que los hombres y los menores de 75 años. De igual manera, se observó que las mujeres presentan más reducidas las características temporo-espaciales de la marcha que los hombres y también las personas de 75 años y más que las personas menores de 75 años.

Los antecedentes de caídas no muestran relación con los arcos de movilidad, pero si se relacionan con las características temporo-espaciales de la marcha. De la misma forma el número de enfermedades mostró relación sólo con la flexión de cadera y casi todas las características temporo-espaciales de la marcha, La mayoría de los arcos de

movilidad mostró relación con las características temporo-espaciales de la marcha, siendo las más fuertes las de flexión de cadera y rodilla con velocidad, longitud del paso, longitud de zancada, fase de balanceo, apoyo sencillo y doble apoyo.

Los hombres mostraron una relación más fuerte entre la flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo con las características temporo-espaciales de la marcha, mientras que las mujeres mostraron mayores relaciones entre los arcos de movilidad y las características temporo-espaciales de la marcha.

Limitaciones

Se realizó sólo en lugares de reunión de adultos mayores (DIF), por lo que la muestra corresponde a personas activas. La muestra estuvo conformada mayormente por mujeres.

No se preguntó por las complicaciones de las enfermedades.

Recomendaciones

Se recomienda crear programas de ejercicios que enfatizen la conservación de los arcos de movilidad cadera y rodilla para preservar la marcha de los adultos mayores.

Profundizar en las caídas, es importante cotejar con algún familiar cercano más joven que el adulto mayor acerca del número de caídas. Otra variable importante a estudiar es el temor a las caídas.

Referencias

- Araujo, C. (2008). Flexibility assessment: Normative values for flexitest from 5 to 91 years of age. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 90(4), 257-263.
- Ávila-Funes, J. A., Melano-Carranza, E., Payette, H., & Amieva, H. (2007). Síntomas depresivos como factor de riesgo de dependencia en adultos mayores. *Salud Pública de México*, 49, 367-375.
- Basmajian, J. V., & De Luca, D. J. (1985). Muscles alive. En F. P. Kendall, E. M. Kendall & P. G. Provance. *Muscles: testing and function* (pp. 225-414) Baltimore: Williams & Wilkins.
- Begg, R. K., & Sparrow, W. A. (2006). Ageing effects on knee and ankle joint angles at key events and phases of the gait cycle. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 30(6), 382-389.
- Bejek, Z., Paróczai, R., Illyés, Á., & Kiss, R. M. (2005). The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surgery, Sports Traumatology Arthroscopy*, 14, 612-622.
- Barrantes, M. M., García, M. E. J., Gutiérrez, R. L. M., & Miguel, J. A. (2007). Dependencia funcional y enfermedades crónicas en ancianos mexicanos. *Salud Pública de México*, 49(4), 458-466.
- Brach, J. S., Talkowski, J. B., Strotmeyer, E. S., & Newman, A. B. (2008). Diabetes mellitus and gait dysfunction: possible explanatory factors. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 88(11), 1365-1374.
- Brinkmann, J. R., & Perry, J. (1985). Rate and range of knee motion during ambulation in healthy and arthritic subjects. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 65(11), 1055-1060.
- Busquet, L. (1999). *Las cadenas musculares*. (4ª. ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Calandre, L., Conde, I., & Bermejo, F. (2005). Trastornos del equilibrio y de la marcha

- en el anciano: análisis clínico de una serie de 259 casos mayores de 70 años. *Neurología*, 20(5), 232-239.
- Carbonell, B. A., Aparicio, G. V., & Delgado, F. M. (2009). Efectos del envejecimiento en las capacidades físicas: Implicaciones en las recomendaciones de ejercicio físico en personas mayores. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 5(5), 1-18.
- Comín, C. M., Pérez, G. J. M., Villarroja A. A., Nerín, B. S., & Moros G. T. (1999). Factores que influyen en las presiones plantares. *Medicina de Rehabilitación*, 12(3), 31-39.
- Consejo de Desarrollo Social (2006). El fenómeno del envejecimiento de la población en el estado de Nuevo León. Recuperado de http://www.nl.gob.mx/pics/pages/cuadernos_cds_base/libro_programaadultomayor.pdf.
- Consejo Nacional de Población (2007). Comunicado de prensa 30/07. Recuperado de <http://www.conapo.gob.mx/prensa/2007/prensa302007.pdf>.
- Dorantes, M. G., Ávila, F. G. A., Mejía, A. S., & Gutiérrez, R. L. M. (2007). Factores asociados con la dependencia funcional en los adultos mayores: Un análisis secundario del Estudio Nacional sobre la Salud y Envejecimiento en México, 2001. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 22(1), 1-11.
- Ducroquet, R. (1972). *Marcha normal y patológica*. Barcelona: Toray- Masson, S.A.
- Elashoff, D. J., Dixon, J. W., & Crede, M. K. (2000). *nQuery Advisor Version 4.0. User's guide*. Los Angeles, CA: Statistical Solutions Ltd.
- Gregg, E. W., Beckles, G. L. A., Willianson, D. F., Leveille, S. G., Langlois, J. A., Engelgau, M. M., & Venkat, K. M. (2000). Diabetes and physical disability among older U. S. adults. *Diabetes Care*, 23(9), 1272-1277.
- Grosser, M., Starischka, S., & Zimmermann, E. (1988). *Principios de entrenamiento deportivo*. Barcelona: Editorial Martínez Roca.

- Holland, G. J., Tanaka, K., Shingematsu, R., & Nakagaichi, M. (2002). Flexibility and physical functions of older adults: A review. *Journal of Aging and Physical Activity*, 10, 169-206.
- Inman, V. T., Ralston, H. J., & Todd, F. (1981). *Human Walking*. Baltimore: Williams & Wilkins Company.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Censo de población y vivienda 2010. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27302&s=est>
- Kemoun, G., Thoumie, P., Boisson, D., & Guieu, J. D. (2002). Ankle dorsiflexion delay can predict falls in the elderly. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 34, 278-283.
- Kottke, F. J., & Lehmann, J. F. (1997). *Krusen: Medicina Física y Rehabilitación*. (4^a ed). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Lark, S. D., Buckley, J. G., Jones, D. A., & Sargeant, A. J. (2004). Knee and ankle range of motion during stepping down in elderly compared to young men. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 287–295.
- Lemmink, K., Kemper, H. C. G., Greef, M. H. G., Rispen, P., & Stevens, M. (2003). The validity of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in middle-aged to older man and women. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 74, 331-336.
- Manrique, B., Salinas, A., & Téllez, M. (2008). Factores asociados con la dependencia funcional en adultos mayores beneficiarios del programa oportunidades. Documento presentando en el III Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Población, ALAP, Córdoba, Argentina.
- Mecagni, C., Smith, J. P., Roberts, K. E., & O'Sullivan, S. B. (2000). Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: A correlational study. *Journal of the American Physical Therapy Association*,

80(10), 1004-1011.

- Mueller, M. J., Minor, S. D., Schaaf, J. A., Strube, M. J., & Sahrman, S. A. (1995). Relationship of plantar-flexor peak torque and dorsiflexion range of motion to kinetic variables during walking. *Journal of the American Physical Therapy Association, 75*(8), 684-693.
- Ozcan, A., Donat, H., Nihal, G., Ozdirenc, M., & Karadibak, D. (2005). The relationship between risk factors for falling and the quality of life in older adults. *Biomedicine Central Public Health, 5*: 90.
- Paróczai, R., Bejek, Z., Illyés, A., Kocsis, L., & Kiss, R. M. (2006). Gait parameters of healthy, elderly people. *Physical Education and Sport, 4*(1), 49-58.
- Pérez-Melero, A. (2000). *Guía de cuidados de personas mayores*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Pérez-Orive, J., Pichardo, A. E., & Chávez, D. D. (1998). Análisis de parámetros cinemáticos de la marcha normal. Estudio y análisis de patrones de marcha normal. *Revista Mexicana de Ortopedia y Traumatología, 12*(5), 372-376.
- Perry, J. (1992). *Gait Analysis Normal and Pathological Function*. Downey, CA: Slack.
- Plas, F., Viel, E., & Blanc, Y. (1996). *La marcha humana. Cinesiología dinámica, biomecánica y patomecánica*. Barcelona: Masson.
- Polit, D. F., & Hungler, B. P. (1999). *Investigación científica en ciencias de la salud*. (6ta. ed.). México, D. F.: McGraw Hill Interamericana.
- Ribera, J. M., Veiga, F., & Torrijos, M. (1991). *Enfermería geriátrica*. Madrid: IDEPSA.
- Rosano, C., Longstreth, W. T., Boudreau, R., Taylor C. A., Du, Y., Kuller, L. H., & Newman, A. B. (2011). High blood pressure accelerates gait slowing in well-functioning older adults over 18-years of follow-up. *Journal of the American Geriatrics Society, 59*(3), 390-397.
- Salgado, J., & Castro, M. (2008). El adulto mayor con glaucoma, una necesidad urgente

- para promover su autocuidado. *Ciencia y Enfermería XIV*, 1, 17-22.
- Sánchez-Lacuesta, J., Prat, J., Hoyos, J. V., Viosca, E., Soler-García, C., Comin, M., Lafuente, R., Cortés, A., & Vera, P. (1993) *Biomecánica de la Marcha Humana Normal*. IBV Valencia: Martín Impresores.
- Saunders, J. B., & Inman, V. T. (1953). The major determinants in normal and pathological gait. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 35(3), 543-557.
- Secretaría de Salud (1987). Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud. Recuperado el de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html>
- Shiavi, R. (1985). Electromyographic patterns in adult locomotion: a comprehensive review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 22(3), 85-98.
- Smitd, G. L. (1990). *Rudiments of gait*. USA: Churchill Livingstone Inc.
- Stauffer, R. N., Chao, E. Y. S., & Gyori, A. N. (1977). Biomechanical gait analysis of the diseased knee joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 126, 246-255.
- Turnbull, G. I., Charteris, J., & Wall, J. C. (1995). A comparison of the range of walking speeds between normal and hemiplegic subjects. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 27, 175-182.
- Vergheze, J., Le Valley, A., Hall, C., Katz, M. Ambrose, A., & Lipton, R. (2006). Epidemiology of gait disorders in community-residing older adults. *Journal of American Geriatric Society*, 54, 225-261.
- Viosca, H. E. (1993). Estudio biomecánico comparativo entre el patrón de marcha humana normal y del amputado tibial (Tesis doctoral, Universidad de Valencia, Valencia, España).

Apéndices

Apéndice A

Código:

Cédula de Datos Generales (CDG)

Fecha: _____

Hora: _____

Club/Centro/Círculo Adulto Mayor:			
1	Sexo:	Masculino <input type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>
2	Fecha de nacimiento:	Mes <input type="text"/> <input type="text"/> Día <input type="text"/> <input type="text"/> Año <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Edad: <input type="text"/> <input type="text"/> años.	
Talla del pie US: _____		Longitud de la pierna:	Izquierda <input type="text"/> <input type="text"/> cms. Derecha <input type="text"/> <input type="text"/> cms.
3	Utiliza algún dispositivo para caminar:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	4 ¿Cuál? Bastón <input type="checkbox"/> Andador <input type="checkbox"/> Otro: _____

5	Años de escolaridad	<input type="text"/> <input type="text"/> años.	6	Estado marital: Con pareja <input type="checkbox"/> Sin pareja <input type="checkbox"/>																												
7	Personas con las que vive:	Ninguna <input type="checkbox"/> Una <input type="checkbox"/> Dos <input type="checkbox"/> Tres <input type="checkbox"/> Más de tres <input type="checkbox"/>																														
8	Ha sufrido alguna caída en los últimos 12 meses:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	9	Número de caídas: Una <input type="checkbox"/> Dos <input type="checkbox"/> Tres <input type="checkbox"/> Más de tres <input type="checkbox"/>																												
10	Padece alguna enfermedad o problema de salud:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																														
11	Anotar todas:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Diabetes</td><td><input type="checkbox"/></td> <td>Pulmonares (EPOC)</td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Demencias</td><td><input type="checkbox"/></td> <td>Obesidad</td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Parkinson</td><td><input type="checkbox"/></td> <td>Osteoporosis</td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>EVC (secuelas)</td><td><input type="checkbox"/></td> <td>Traumatismos</td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Enfermedad reumatica (artrosis)</td><td><input type="checkbox"/></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Cardiovasculares (hipertensión)</td><td><input type="checkbox"/></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Otras: _____</td> </tr> </table>			Diabetes	<input type="checkbox"/>	Pulmonares (EPOC)	<input type="checkbox"/>	Demencias	<input type="checkbox"/>	Obesidad	<input type="checkbox"/>	Parkinson	<input type="checkbox"/>	Osteoporosis	<input type="checkbox"/>	EVC (secuelas)	<input type="checkbox"/>	Traumatismos	<input type="checkbox"/>	Enfermedad reumatica (artrosis)	<input type="checkbox"/>			Cardiovasculares (hipertensión)	<input type="checkbox"/>			Otras: _____			
Diabetes	<input type="checkbox"/>	Pulmonares (EPOC)	<input type="checkbox"/>																													
Demencias	<input type="checkbox"/>	Obesidad	<input type="checkbox"/>																													
Parkinson	<input type="checkbox"/>	Osteoporosis	<input type="checkbox"/>																													
EVC (secuelas)	<input type="checkbox"/>	Traumatismos	<input type="checkbox"/>																													
Enfermedad reumatica (artrosis)	<input type="checkbox"/>																															
Cardiovasculares (hipertensión)	<input type="checkbox"/>																															
Otras: _____																																

12	Número de enfermedades:	Una <input type="checkbox"/> Dos <input type="checkbox"/> Tres <input type="checkbox"/> Cuatro <input type="checkbox"/> Más de cuatro <input type="checkbox"/>
13	Toma algún medicamento:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
14	Lista de medicamentos:	1: _____ 2: _____ 3: _____ 4: _____ 5: _____ 6: _____ 7: _____ 8: _____ 9: _____

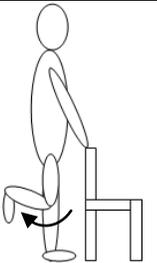
Apéndice B**Hoja de Registro de las Características Temporo-Espaciales de la Marcha****(GAITRite)**Código:

Velocidad (cm/s)	
Número de pasos (pasos totales)	
Cadencia (pasos x min)	
Longitud/paso derecho (cm)	
Longitud/paso izquierdo (cm)	
Longitud/zancada derecha (cm)	
Longitud/zancada izquierda (cm)	
Fase/balanceo (%)	
Fase/apoyo sencillo (%)	
Fase/doble apoyo (%)	

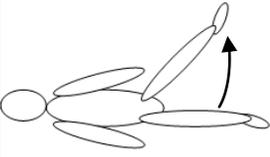
Apéndice C

Hoja de Registro de los Arcos de Movilidad (HRAM)

Código:

	Flexión			
	Derecha		Izquierda	
	1	°	1	°
	2	°	2	°

CADERA	Flexión			
	Derecha		Izquierda	
	1	°	1	°
	2	°	2	°

CADERA	Abducción			
	Derecha		Izquierda	
	1	°	1	°
	2	°	2	°

CADERA	Aducción			
	Derecha		Izquierda	
	1	°	1	°
	2	°	2	°

TOBILLO	Dorsiflexión			
	Derecha		Izquierda	
	1	°	1	°
	2	°	2	°

TOBILLO	Flexión plantar			
	Derecha		Izquierda	
	1	°	1	°
	2	°	2	°

Apéndice D

Procedimiento para la Medición de las Características Temporo-Espaciales de la Marcha (Sistema GAITRite)

Antes de comenzar el procedimiento se buscó un lugar donde colocar el sistema Gaitrite, el cual era amplio, bien iluminado con el piso liso y sin obstáculos, se colocó el tapete totalmente extendido sobre el suelo y se dejó un espacio donde se colocó la computadora sin que ésta interfiera con el camino.

Al participante se le midió la longitud de pierna (del trocánter mayor hasta el suelo) y se le preguntó talla del pie, posteriormente se ingresó al software el código, fecha de nacimiento, longitud de pierna derecha, longitud de pierna izquierda y talla del pie. Se realizaron dos mediciones para posteriormente promediarse.

Procedimiento

Se le explicó al participante el procedimiento en términos generales. Se le pidió que se colocara al principio del tapete, y cuando se le diera la orden que empezara a caminar a su paso normal por todo el camino hasta el final, posteriormente se daría la vuelta y esperará ahí hasta que se le indicara regresar, nuevamente se le pidió que caminara a su paso normal hasta el final del camino. Las características temporo-espaciales de la marcha quedaron registradas en el software de la computadora.

Apéndice E

Técnica Goniométrica

Para la medición de los ángulos articulares se utilizó el goniómetro, el cual consta de un cuerpo y dos brazos; uno fijo y otro móvil. El cuerpo del goniómetro se compone de un transportador con una escala expresada en grados, además posee un punto central que se llama eje, este se coloca en el punto de referencia ósea predeterminada. El brazo fijo forma una sola pieza con el cuerpo de donde se toma el instrumento. El brazo móvil gira libremente alrededor del eje del cuerpo y señala los grados de movilidad de la articulación.

Se tomará la posición anatómica para la posición de referencia 0 grados en extensión, salvo para la articulación del tobillo que se toma 90 grados. Se realizaron dos mediciones en cada articulación, posteriormente se promedia.

Técnica

Flexión de cadera.

Posición: se le pide al participante que se ponga en decúbito dorsal (boca arriba), con los miembros inferiores extendidos y las crestas ilíacas lo más alineadas posibles, con los miembros superiores (brazos) en posición que no interfieran con la medición.

Alineación del goniómetro: se coloca el goniómetro en 0 grados en extensión, con el eje sobre el trocánter mayor, el brazo fijo se alinea con la línea media de la pelvis, el brazo móvil se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como referencia ósea el cóndilo femoral externo.

Procedimiento: se pide al participante que doble la rodilla y trate de llevarla hacia su pecho lo más que pueda y con la cadera opuesta fija en 0 grados. El brazo móvil del goniómetro acompañará el movimiento de la pierna.

Medición: se registra el ángulo formado entre la posición inicial y la posición final de flexión.

Flexión de rodilla.

Posición: se le pide al participante que se ponga de pie, sostenido del respaldo de una silla fija a la pared.

Alineación del goniómetro: se pone el goniómetro en 0 grados, el eje o axis colocado sobre el cóndilo femoral externo, el brazo fijo se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como referencia ósea el trocánter mayor, el brazo móvil se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como referencia ósea el maléolo externo.

Procedimiento: se le pide al participante que doble la pierna a nivel de rodilla, lo más que pueda y sin perder la alineación del muslo, el brazo móvil del goniómetro acompañará el movimiento.

Medición: se registra el ángulo formado entre la posición cero y la posición final de flexión.

Abducción/Aducción de cadera.

Posición: se le pide al participante que se ponga en decúbito dorsal (boca arriba), con los miembros inferiores extendidos y las crestas ilíacas lo más alineadas posible.

Alineación de goniómetro: se coloca el goniómetro en un ángulo de 90 grados, con el eje sobre la cresta ilíaca anterosuperior de la cadera que se examina, el brazo fijo del goniómetro se alinea con la cresta ilíaca anterosuperior opuesta, el brazo móvil se alinea con la línea media longitudinal del fémur tomando el centro de la rótula como referencia ósea.

Procedimiento: para la abducción se pide al participante que mueva la pierna a examinar en forma recta hacia afuera, lo más que pueda, el brazo móvil del goniómetro acompañará el movimiento. Para la aducción se pide al participante que mueva su pierna extendida hacia dentro lo más que pueda. Igual al anterior el brazo móvil sigue el movimiento de la pierna.

Medición: se registra el ángulo formado entre la posición inicial de 0 grados y la

posición final de, acuerdo a los grados que marque el goniómetro, de abducción y aducción.

De cada articulación se harán dos mediciones y se registrará la mayor, con un periodo de descanso entre cada una de ellas. Se realizará una demostración previa de cada procedimiento a efectuar. El participante debe contar con ropa cómoda que le permita realizar libremente movimientos de los miembros inferiores. Se revisarán las articulaciones a medir y se observará la integridad o la presencia de patologías o secuelas en los miembros inferiores, presencia de dolor, inflamación, lesiones.

Dorsiflexión/Flexión plantar de tobillo.

Posición: se le pide al participante que se ponga en decúbito dorsal (boca arriba) con los pies formando un ángulo de 90 grados respecto a la pierna.

Alineación del goniómetro: se pone el goniómetro en 90 grados, el eje se colocado sobre el maléolo externo, el brazo fijo se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como referencia ósea la cabeza del peroné, el brazo móvil se alinea con la línea media longitudinal del quinto metatarsiano.

Procedimiento: para la dorsiflexión se le pide al participante que lleve la punta de los dedos hacia su nariz, lo más que pueda, le pediremos que la rodilla la mantenga estirada o en extensión, el brazo móvil del goniómetro acompañará el movimiento. Para la flexión plantar se pide al participante que lleve la punta de los dedos hacia el suelo, lo más que pueda le pediremos que la rodilla la mantenga estirada o en extensión, el brazo móvil del goniómetro acompañará el movimiento.

Medición: se registra el ángulo formado entre la posición cero y la posición final de la flexión plantar/dorsiflexión.

Apéndice F

Consentimiento Informado

Título del estudio: Capacidad Articular y Características Temporo-Espaciales de la Marcha en el Adulto Mayor

Introducción.

El Licenciado en Enfermería Mario Enrique Gámez Medina está interesado en conocer que tanto pueden mover las articulaciones y cómo caminan personas de mi edad. El Lic. Gámez me está invitando a participar en su estudio con el que obtendrá su grado de maestría en Ciencias de Enfermería. Entiendo que me pedirá que camine, sobre un tapete, como yo acostumbro hacerlo, también medirá que tanto muevo las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo. Me ha informado que daré datos personales como edad, escolaridad, enfermedades, con quien vivo, entre otros. Si acepto a participar tardará aproximadamente 25 minutos.

Se me ha explicado que todos mis datos serán confidenciales y que los resultados se darán a conocer en forma general y mi nombre no estará en ningún resultado.

Procedimientos.

Me pedirán que camine sobre un tapete, como yo acostumbro hacerlo, primero en una dirección hasta donde se termina el tapete, daré la vuelta y me espero a que me indiquen cuando regresar.

Las mediciones de mis articulaciones se harán dos veces para promediarlas, primero con una pierna y luego la otra. Me prestarán un pantalón (pants) amplio para que yo pueda mover mis piernas libremente. Primeramente para medir mis articulaciones de rodilla, me pedirán que me pare detenido(a) sobre el respaldo de una silla recargada sobre una pared, y que doble sólo una de mis piernas hacia atrás lo más que pueda. Posteriormente, me pedirán que me acueste boca arriba, sobre una mesa de mediciones, luego doblaré mi pierna a nivel de rodilla y llevaré mi pierna doblada lo que

más que pueda hacia el pecho, manteniendo mi pierna contraria extendida. Luego, con mi pierna extendida la moveré lo más que pueda hacia afuera y después hacia adentro de la mesa. Después, sigo con mi pierna extendida y sin moverla, me pedirán que doble sólo mi pie (tobillo) hacia el suelo y luego hacia mi nariz lo más que pueda.

Se me ha explicado que mi participación es voluntaria y en cualquier momento puedo retirarme si lo deseo sin que yo me vea perjudicado.

Riesgos.

Me ha informado que cuando camine siempre estará a mi lado un asistente de investigación, vigilando mi equilibrio y estado general, para evitar que me caiga. Sé que si necesito descansar me puedo sentar en una silla cercana. Los arcos de movilidad serán medidos cuando yo me sienta cómodo(a), el licenciado Gámez ha tomado medidas de seguridad, siempre habrá una persona y una silla junto a mí para que yo esté seguro(a).

Beneficios.

Sé que no recibiré beneficios directos. Con las mediciones que me realicen ayudaré a los profesionales de Enfermería a conocer que arcos de movilidad están más disminuidos y como es la marcha para en un futuro ayudar a mantener activos a los adultos mayores como yo.

Preguntas.

Ante cualquier duda sobre la investigación puedo llamar a la Dra. Raquel Alicia Benavides Torres, Presidenta de la Comisión de Ética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León, al teléfono 83-48-18-47.

Consentimiento para Participar en el Estudio

Se me ha dado a conocer la información y acepto a formar parte del estudio de investigación.

Firma del participante

Fecha

Firma y nombre del investigador

Fecha

Firma y nombre del primer testigo

Fecha

Dirección: _____

Parentesco: _____

Firma y nombre del segundo testigo

Fecha

Dirección: _____

Parentesco: _____

Apéndice G

Tabla G1

Coefficientes de Correlación de Spearman entre características temporo-espaciales de la marcha y arcos de movilidad en hombres

Marcha Arcos (°)	Velocidad (cm/s)	Número de pasos	Cadencia	Longitud del paso		Longitud de zancada		Fase (%)		
				Der	Izq	Der	Izq	Balaneo	Apoyo sencillo	Doble apoyo
Flexión/cadera derecha	.342	-.420*	.176	.407*	.419*	.432*	.428*	.459*	.483*	-.433*
Flexión/cadera izquierda	.143	-.278	-.069	.275	.285	.283	.287	.421*	.463*	-.390
Flexión/rodilla derecha	.488*	-.498*	.209	.508**	.474*	.477*	.484*	.446*	.463*	-.446*
Flexión/rodilla izquierda	.444*	-.482*	.132	.488*	.458	.454*	.462*	.500*	.522**	-.477*
Abducción/cadera derecha	.125	.009	.226	-.021	-.028	-.027	-.023	.158	.162	-.116
Abducción/cadera izquierda	.272	-.270	.303	.246	.208	.236	.236	.421*	.416*	-.356

Tabla G1

Coefficientes de Correlación de Spearman entre características temporo-espaciales de la marcha y arcos de movilidad en hombres (continuación)

Marcha Arcos (°)	Marcha			Longitud del paso		Longitud de zancada		Fase (%)		
	Velocidad (cm/s)	Número de pasos	Cadencia	Der	Izq	Der	Izq	Balaneo	Apoyo sencillo	Doble apoyo
Aducción/cadera derecha	.303	-.269	.164	.284	.362	.346	.309	.109	.093	-.153
Aducción/cadera izquierda	.253	-.185	.369	.184	.247	.248	.223	.107	.092	-.140
Dorsiflexión/ tobillo derecho	.693***	-.652***	.506*	.649***	.602***	.612***	.620***	.573**	.564**	-.600**
Dorsiflexión/ tobillo izquierdo	.640***	-.534**	.620***	.511**	.495*	.490*	.490*	.472*	.466*	-.501*
Flexión plantar/ tobillo derecho	.298	-.317	.057	.341	.308	.316	.336	.390	.348	-.308
Flexión plantar/ tobillo izquierdo	.346	-.305	.124	.275	.288	.278	.280	.377	.328	-.267

Nota: n = 156. Tomado de CDG y GAITRite.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Apéndice H

Tabla H1

Coefficientes de Correlación de Spearman entre características temporo-espaciales de la marcha y arcos de movilidad en mujeres

Marcha Arcos (°)	Velocidad (cm/s)	Número de pasos	Cadencia	Longitud del paso		Longitud de zancada		Fase (%)		
				Der	Izq	Der	Izq	Balaneo	Apoyo sencillo	Doble apoyo
Flexión/cadera derecha	.334***	-.408***	.183*	.417***	.423***	.428***	.431***	.462***	.459***	-.466***
Flexión/cadera izquierda	.363***	-.432***	.202*	.431***	.452***	.450***	.454***	.417***	.413***	-.422***
Flexión/rodilla derecha	.309***	-.336***	.209*	.339***	.319***	.334***	.339***	.266**	.259**	-.272**
Flexión/rodilla izquierda	.334***	-.350***	.234**	.353***	.341***	.343***	.343***	.307***	.302***	-.309***
Abducción/cadera derecha	.277***	-.253**	.284***	.250**	.268**	.262**	.260**	.177*	.177*	-.180*
Abducción/cadera izquierda	.258**	-.270**	.214*	.281***	.283***	.279***	.274**	.263**	.259**	-.258**

Tabla H1

Coefficientes de Correlación de Spearman entre características temporo-espaciales de la marcha y arcos de movilidad en mujeres
(continuación)

Arcos (°)	Marcha			Longitud del paso		Longitud de zancada		Fase (%)		
	Velocidad (cm/s)	Número de pasos	Cadencia	Der	Izq	Der	Izq	Balanceo	Apoyo sencillo	Doble apoyo
Aducción/cadera derecha	.230**	-.198*	.235**	.190*	.220*	.203*	.192*	.269***	.285**	-.292***
Aducción/cadera izquierda	.149	-.115	.159	.130	.154	.139	.127	.207*	.203*	-.213*
Dorsiflexión/ tobillo derecho	.189*	-.249**	.073	.245**	.270**	.254**	.249**	.134	.136	-.129
Dorsiflexión/ tobillo izquierdo	.160	-.19 ⁵ *	.111	.186*	.172*	.182*	.178*	.000	.001	.001
Flexión plantar/ tobillo derecho	.292***	-.357***	.174	.338***	.363***	.361***	.357***	.188*	.183*	-.179*
Flexión plantar/ tobillo izquierdo	.260**	-.318***	.162	.287***	.305***	.306***	.305***	.150	.146	-.145

Nota: n = 156. Tomado de CDG y GAITRite.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Resumen Autobiográfico

Mario Enrique Gámez Medina

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Ciencias de Enfermería

Tesis: Capacidad Articular y Características Temporo-Espaciales de la Marcha en el Adulto Mayor.

Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Adaptación y funcionalidad ante el envejecimiento.

Biografía: Nacido en Los Mochis, Sinaloa, el 3 de abril de 1984. Hijo del Sr. Mario Gámez Villela y Sra. Enriqueta Medina Monzón.

Educación: Egresado de la carrera de Licenciatura de Enfermería de la Escuela Superior de Enfermería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa generación 2003-2007.

Experiencia Profesional: Maestro de asignatura B de la Escuela Superior de Enfermería Mochis, desde Agosto 2008 a la fecha.

Miembro de Sigma Theta Tau International; Honor Society of Nursing. Capítulo Tau Alpha.

Correo electrónico: megame2010@hotmail.com