

DESCRIPCIÓN DE LOS PARAMETROS ESPACIOTEMPORALES Y CINEMATICOS DE REFERENCIA DE LA MARCHA EN ADULTOS DE LA POBLACION COLOMBIANA RESIDENTE EN ANTIOQUIA ENTRE 18 Y 25 AÑOS DE EDAD

AUTORES:

José David Vélez¹, José Ricardo Duque², María Alexandra Gallego Mora³, Natalia Bustamante Marín³, Isabela Tamayo Jiménez³.

1 Fisioterapeuta Universidad CES, Esp. intervención fisioterapéutica en ortopedia y traumatología. Medellín, Colombia

2. Medico Deportólogo Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

3. Estudiante X semestre fisioterapia Universidad CES, Medellín, Colombia

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La marcha representa uno de los componentes y patrones de movimiento más complejos del cuerpo humano que los científicos y expertos han estudiado desde el siglo XVIII, con pioneros como Aristóteles y Christian Wilhelm, un científico alemán que realizó una serie de publicaciones sobre la biomecánica de la marcha humana en condiciones de carga y descarga. Este estudio pretende evaluar la cinemática de la marcha en individuos jóvenes sanos entre los 18 y los 25 años de edad, analizando cada variable, con el objetivo de brindar un estándar aproximado de la misma. **MÉTODOS:** Se realizó una prueba piloto con nueve individuos sanos (ocho mujeres y un hombre) que fueron incluidos y analizados. Inicialmente los participantes fueron sometidos a una evaluación antropométrica para determinar si cumplían con los criterios de inclusión. Posteriormente se ubicaron marcadores individuales en la piel de los participantes siguiendo la guía de VICON y finalmente se les pidió caminar a su propio ritmo. **RESULTADOS:** La cinemática angular y el desplazamiento angular de las articulaciones fueron analizadas sobre el eje de movimiento de la cadera, la pelvis, la rodilla, el tobillo y el pie. Los datos fueron analizados con POLYGON 4.1. **DISCUSIÓN:** Los hallazgos preliminares de esta investigación permitirán dar a conocer la población objeto en términos biomecánicos y el comportamiento de las diferentes variables, para que la población pueda ser estandarizada objetivamente. **CONCLUSIONES:** En este estudio se encuentra una alta prevalencia del género femenino, presencia de pie plano y rodillas en valgo. Se requiere de mayor investigación para poder estandarizar los parámetros estándares en la población.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Gait represents one of the most complex components and moving patterns of the human body. One that scientists and experts have studied since the XVIII (18th) century, with pioneers like Aristotle and Christian Wilhelm, a German scientist who published a series of papers on the biomechanics of human walking, with and without load. This study aims to evaluate the kinematics of gait in young healthy individuals between 18 to 25 years old, analyzing each variable, with the objective of providing an approximate standard. **METHODS:** A pilot test with 9 healthy individuals was conducted (8 women and 1 man) who were included and analyzed. Initially, participants had to undergo an anthropometric assessment to determine if they met the inclusion criteria. Individual markers were located on the participant's skin following the VICON marker placement guide. Finally, they were asked to walk at their own pace. **RESULTS:** The angular kinematics and displacement of the joints were analyzed on the axes of movement of the hips, pelvis, knee, ankle and foot. Data was analyzed with POLYGON 4.1. **DISCUSSION:** Preliminary findings of this study will allow to define the target population in biomechanical terms and the behavior and variability of the different variables, so the population can be characterized objectively. **CONCLUSIONS:** This study found a high prevalence of female gender, and presence of flat feet and valgus knees. More research is required to standardize the parameters in the population.

INTRODUCCION

La marcha es el resultado de una compleja interacción entre los subsistemas neuromusculares, músculo-tendinoso y osteoarticular, que trabajan coordinadamente para generar la dinámica corporal necesaria para el desplazamiento en bípedo (1). La exploración y análisis de la marcha dentro del proceso de evaluación del movimiento corporal humano para determinar el funcionamiento de un individuo, constituye una herramienta fundamental que revela las posibilidades motoras, la capacidad para llevar a cabo diferentes actividades cotidianas y el nivel de interacción social dentro del marco de los factores contextuales de cada individuo (2). A pesar de que existen diferentes tipos de representación cinemática para el análisis de la marcha, normalmente se utiliza el análisis observacional combinado con algunos parámetros cuantitativos, esta evaluación depende de la experiencia del evaluador, lo que lo convierte en un análisis subjetivo que varía entre evaluadores y es propenso a generar sesgos (2). Además los análisis estadísticos en marcha, son sobre grupos poblacionales muy diversos y de diferentes países, lo que hace que exista una enorme variabilidad de

los patrones de la marcha, dando resultados difícilmente extrapolables, impidiendo identificar cuál sería el patrón estándar en una población con características diferentes (1).

Debido a tantos inconvenientes encontrados a la hora de evaluar la marcha y pretendiendo obtener una evaluación más objetiva, se han diseñado sistemas de alta calidad como los laboratorios de marcha, que mejoran la evaluación, el diagnóstico y permiten realizar un adecuado seguimiento terapéutico (2), siendo considerados uno de los métodos más completos y sofisticados al proporcionar una valoración objetiva y cuantitativa de los diferentes parámetros de la marcha humana (3).

La fisioterapia como disciplina científica del área de la salud, debe realizar una evaluación integral según el marco legal vigente que la rige, permitiendo cumplir con un diagnóstico pertinente y un plan de intervención asertivo y eficaz basado en las verdaderas necesidades del paciente; requiriendo de herramientas e instrumentos que permitan una valoración completa y objetiva, basados en parámetros o indicadores de referencia previamente establecidos, que correspondan a la población objeto, sin embargo, muchos de estos, carecen de validación, no se encuentran disponibles en la práctica clínica, o no se ajustan a los parámetros estándar en la población establecida, dificultando la fiabilidad de los hallazgos encontrados en los pacientes(4).

De acuerdo a revisiones bibliográficas, en Colombia existen muchos estudios de análisis de la marcha basados en medidas de población de otros países, sin embargo, aún no se han realizado estudios basados en población Colombiana que indiquen cual sería la marcha de referencia para estos; por lo que se considera necesario determinar los parámetros estándar para esta población, garantizando así una valoración objetiva de forma individual y proporcionando datos más exactos para diagnosticar las alteraciones de la marchas.

La exploración de la marcha como parte del proceso de evaluación del movimiento corporal humano, conformado por patrones y factores motrices, constituye una medida fundamental de la capacidad motora y funcional del individuo; además de los factores contextuales inherentes, por lo que se requiere de un análisis cualitativo y cuantitativo que sea preciso y objetivo, siendo de gran interés en el campo clínico e investigativo (5). Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado y siendo conscientes que las particularidades de la marcha de todo individuo, están influenciadas por la postura y la posibilidad de movimiento que ofrezca el sistema osteomuscular y las relaciones funcionales de los demás sistemas corporales (2); se hace necesario estandarizar la marcha en la población colombiana residente en antioquia. Por esta razón, se realiza una prueba piloto de un estudio descriptivo de la marcha en la población antioqueña, con el objetivo de

describir parámetros de referencia en adultos que se encuentran entre los 18 y 25 años de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo con diseño transversal.

1. Participantes:

Los participantes de la investigación se escogieron con un muestreo no paramétrico y por técnica de conveniencia hasta que se estabilizara la varianza. La prueba piloto se realizó con el 5,5% de la muestra (9 personas) del estudio DESCRIPCIÓN DE LOS PARAMETROS DE REFERENCIA DE LA MARCHA EN ADULTOS DE LA POBLACION COLOMBIANA RESIDENTE EN ANTIOQUIA ENTRE 18 Y 25 AÑOS DE EDAD (163 personas), los criterios de inclusión fueron: Personas colombianas residentes en antioquia, de ambos sexos y con edades entre 18 a 25 años de edad, que desearan participar ante el llamado y publicidad realizada por los investigadores. Los criterios de exclusión fueron: Personas con antecedentes de patologías neurológicas, músculo-esqueléticas (patología articular degenerativa o inflamatoria, sarcopenia, secuelas de traumatismos de extremidades inferiores, alteraciones de los pies, dolor), con presencia de lesiones de partes blandas de extremidades inferiores (tendinitis, bursitis, esguince, síndrome miofascial, etc.), que requieran el uso de ayudas externas para la marcha, que utilicen órtesis y/o prótesis, mujeres en estado de embarazo o gravidez y personas con evidencia de alteración de la marcha o sobrepeso / infrapeso (IMC entre 18 Kg/m² - 25 Kg/m²), cirugías en miembros inferiores y presencia de dolor en el momento de la evaluación o en la última semana.

Antes de iniciar con la toma de datos de los participantes, se calculó la masa con báscula digital mic health BSA-1905W y se midieron con tallmetro de pared marca SECA 206 para obtener el IMC y corroborar este criterio de inclusión, luego cada participante firmo el consentimiento informado de vídeos, fotos e información, se recolectaron los datos por medio de una encuesta realizada por el equipo investigador y se inició con la toma de medidas antropométricas con antropómetro Lafayette 60 y cinta métrica ergonómica SECA modelo 201 siguiendo las referencias del software VICON NEXUS 1.8.5 modelo full body, midiendo cada ítem en ambos hemicuerpos, las cuales fueron :

- ✓ Ancho de ASIS
- ✓ Longitud de pierna
- ✓ Ancho de tobillo
- ✓ Ancho de rodilla
- ✓ Distancia ASIS . trocánter

- ✓ Ancho de codo
- ✓ Ancho de muñeca
- ✓ Grosor de mano
- ✓ Desplazamiento de hombro (6).

Finalmente se colocan 35 marcadores siguiendo la propuesta por el MoCap de VICON en:

SEGMENTO	LOCALIZACIÓN
Cabeza	-2 en el frente -2 en la parte posterior
Miembro Superior	-Acromion (der . izq) -Olecranon (der . izq) -Estiloides cubital (der . izq) -Estiloides radial (der . izq) -Cabeza de 3 MTC (der . izq)
Troco	-Manubrio -Apófisis xifoides -Vértebra C7 -Escapula derecha -Vértebra T10
Miembro Inferior	-EIAS (der . izq) -EIPS (der . izq) -Muslo debajo de los dedos de la mano (der . izq) -Cóndilos laterales (der . izq) -Distancia media entre Cóndilos y maléolos (der . izq) -Maléolo externo (der . izq) -Talón (der . izq) -Cabeza de 2 MTT (der . izq) (6).

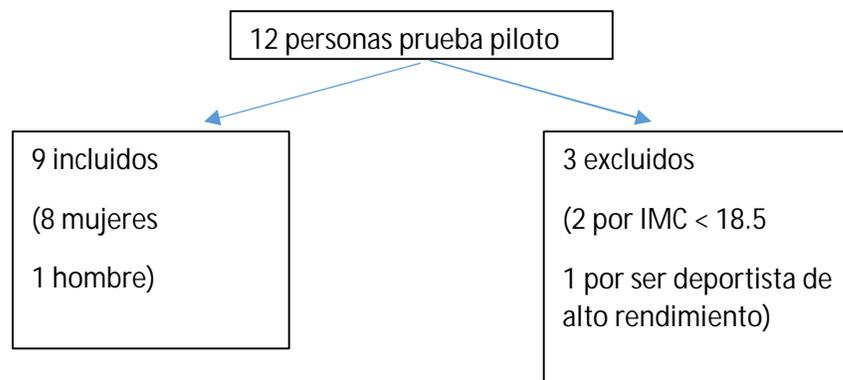
2. Captura:

La ingeniera biomédica calibra el sistema VICON con los marcadores ya ubicados respectivamente y crea un diseño esquemático de la persona basada en las medidas antropométricas y los marcadores. Posteriormente se le pide al participante caminar en una pista recta de 6 metros aproximadamente y en el programa se registraron todas las variables. Se instruyó a cada participante con el comando %camine como usted camina normalmente+, una vez inicio la marcha se

le dejo caminar sin tomar registros para que se adaptara y acoplara al ambiente del laboratorio y a los marcadores, posteriormente se graba un video de la caminata capturado con cámaras infrarrojas por el software VICON NEXUS 1.8.5. Se toman mínimo 7 recorridos buenos, los participantes realizaron en promedio 26 recorridos \pm 7.6 recorridos. Al finalizar la prueba, se toma un registro fotográfico de postura en vista anterior, lateral derecha, posterior y lateral izquierda.

3. Procesamiento:

Una vez la ingeniera biomédica procesa la información arrojada por cada paciente durante la caminata con POLYGON 4.1, se analiza cada variable en el grupo.



Con el objetivo de cumplir con la rigurosidad metodológica para desarrollar satisfactoriamente la investigación, se tuvieron en cuenta los tipos de sesgos encontrados y su posterior estrategia de control. Lo cual se describo detalladamente en la siguiente tabla:

TIPO DE SESGO	DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA DE CONTROL
DEFINICION	Fuente de información: conceptos poco claros sobre parámetros de marcha, debido a variedad de definiciones en la bibliografía.	Unificación de conceptos con aval de un experto o especialista. Utilización de los conceptos de la bibliografía más actual.
	Diseño de instrumentos	Mediciones de prueba y capacitaciones por parte del personal de ingeniería para manejo del software y calibración de los instrumentos de los laboratorios. Mediciones de prueba y capacitaciones por parte del personal de ingeniería para manejo del software y

		calibración de los instrumentos de los laboratorios.
SELECCIÓN	Muestreo: falta de datos epidemiológicos de la población sin alteraciones en la marcha en el área metropolitana.	Se tomarán los datos reportados por el DANE sobre la composición de Medellín, a partir de la cual se harán muestreos estratificados por edad.
INFORMACIÓN	Medición: información incorrecta suministrada por el participante o los instrumentos a utilizar.	Corroboración de datos de identificación con documentación. Utilización de instrumentos confiables y medición de talla y peso con las mismas herramientas. Calibración del software regularmente durante la ejecución del estudio
INVESTIGADOR	Transcripción incorrecta de la información al campo de identificación del paciente en el software	Verificación de la información registrada.

RESULTADOS

Los datos fueron analizados según el programa POLYGON 4.1

Se incluyó un total de 9 participantes, entre ellos 8 mujeres y un hombre, las edades oscilaban entre 18 y 25 años, el promedio de la talla era de $1.64 \text{ m} \pm 7.8 \text{ cm}$, con un peso promedio de $57 \text{ kg} \pm 8 \text{ kg}$ y con un IMC promedio de 21.3 ± 1.3 .

La cinemática es la rama de la biomecánica que describe los movimientos sin tener en cuenta su causa. El movimiento de un segmento puede describirse a partir de:

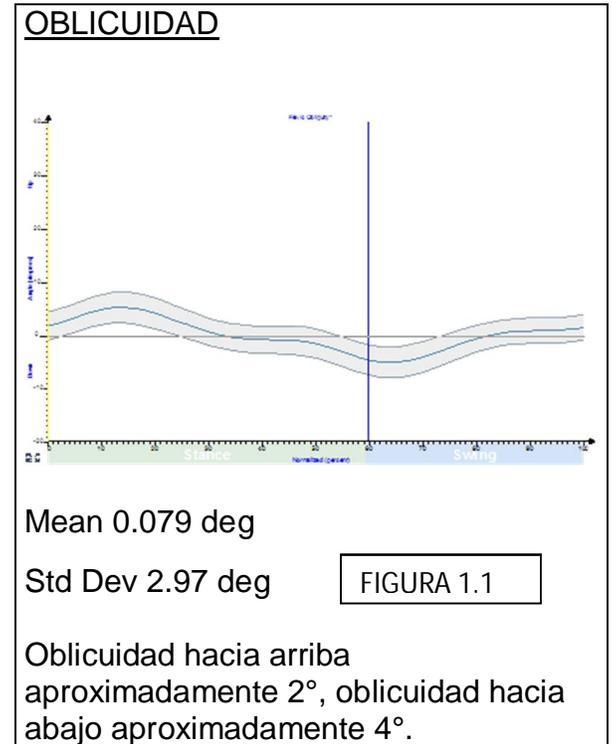
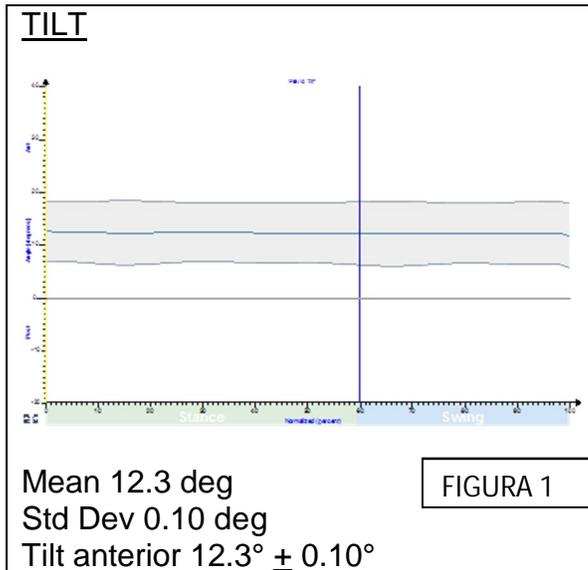
- El movimiento de traslación de su centro de masa
- El movimiento de rotación del segmento alrededor de su centro de masa (11).

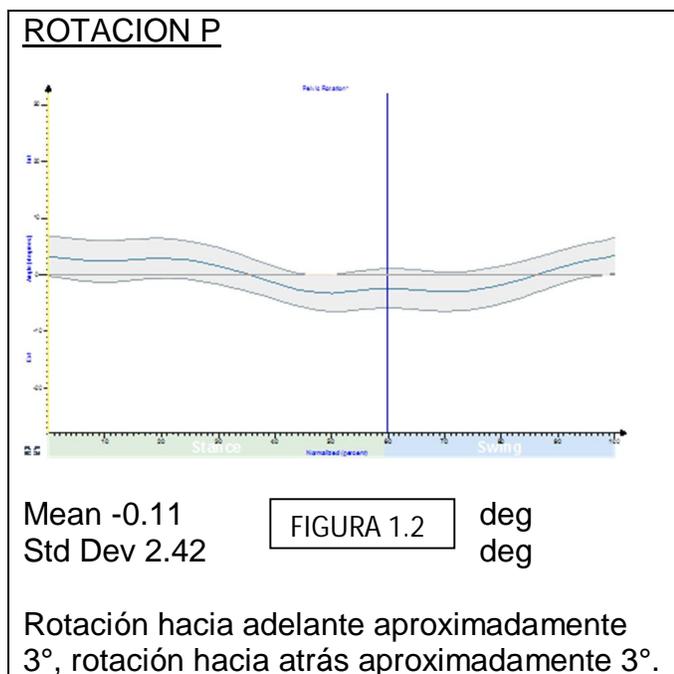
En la investigación se analizó la cinemática angular, el desplazamiento angular de las articulaciones alrededor de los ejes de movimiento de miembro inferior principal y de los segmentos axiales durante la marcha, además se analizaron algunas variables temporo-espaciales.

Los resultados de las variables mencionadas anteriormente que se describen a continuación fueron obtenidas al analizar población sana.

PELVIS

TILT	DE: 0.10°	Fase apoyo
	Rango: 8° - 18° (anteversion)	
OBLICUIDAD	DE: 2.97°	Fase apoyo
	Promedio oblicuidad superior: 2°	
	Rango oblicuidad superior: -1° - 4°	Fase de balanceo
	Promedio oblicuidad inferior: 9°	
Rango oblicuidad inferior: 2° - 7°		
ROTACIÓN	DE: 2.42°	Fase apoyo
	Promedio rotación anterior: 3°	
	Rango rotación anterior: 0° - 7°	Fase apoyo y balanceo
	Promedio rotación posterior: 3°	
Rango rotación posterior: 1° - 6°		

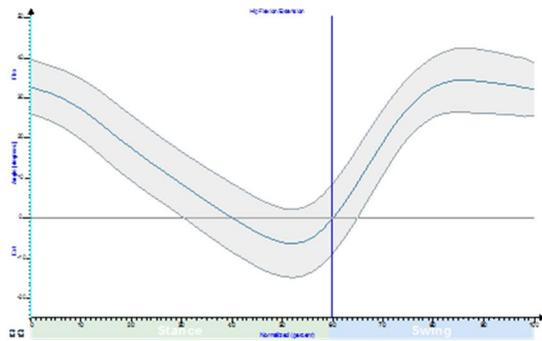




CADERA

AD/ABDUCCION	DE: 4.09°	Fase apoyo Fase balanceo
	Promedio aducción: 5°	
	Rango aducción: 2° - 10°	
	Promedio abducción: 8°	
FLEXION/EXTENSION	Rango abducción: 6° - 12°	Fase apoyo Fase de balanceo Fase apoyo
	DE: 14.6°	
	Promedio flexión: 33°	
	Rango flexión: 26° - 40°	
	Promedio flexión: 37°	
	Rango flexión: 28° - 44°	
ROTACION	Promedio extensión: 5°	Fase apoyo Fase de balanceo
	Rango extensión: 3° - 15°	
	DE: 7.09°	
	Promedio RE: 9°	
	Rango RE: -9° - 28°	Fase apoyo Fase de balanceo
	Promedio RE: 23°	

Flexión/Extensión Cadera

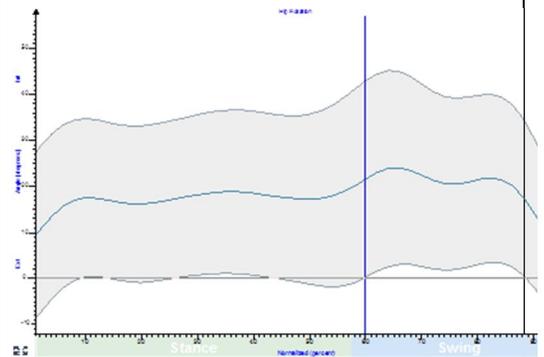


Mean 16.5 deg
Std Dev 14.6 deg

FIGURA 1.3

En fase de apoyo inicia con cadera flexionada aproximadamente 33°, a lo largo de la fase de apoyo, la cadera se extiende aproximadamente 5°. Durante la fase de balanceo, la cadera se flexiona aproximadamente 37°.

Rotación Cadera

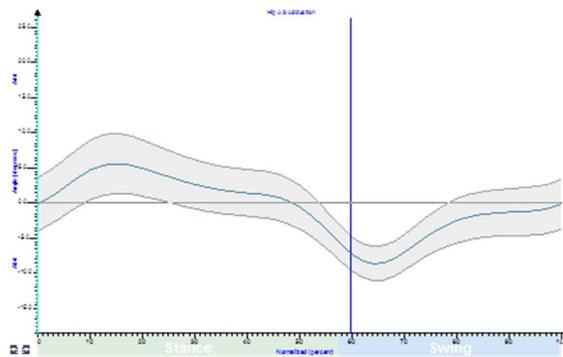


Mean 18 deg
Std Dev 7.09 deg

FIGURA 1.5

La cadera se encuentra en rotación externa aproximadamente 10°, en la fase de balanceo alcanza aproximadamente a 23°.

Ab/abducción cadera



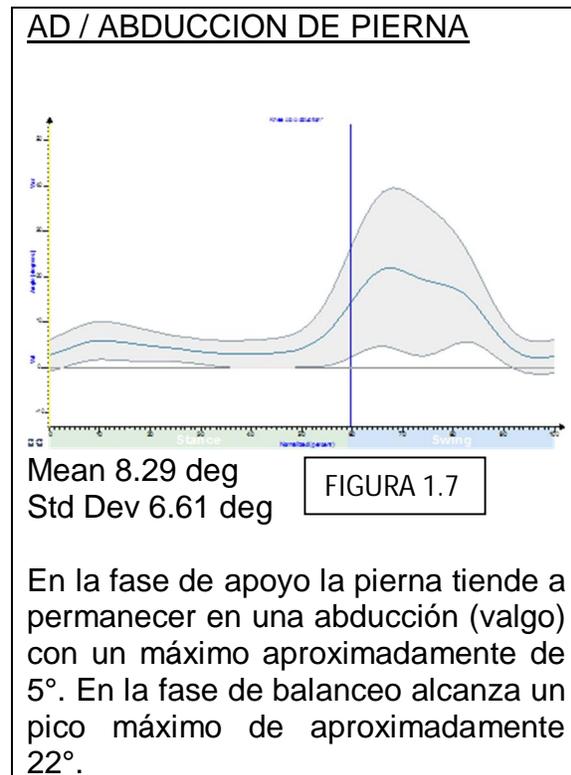
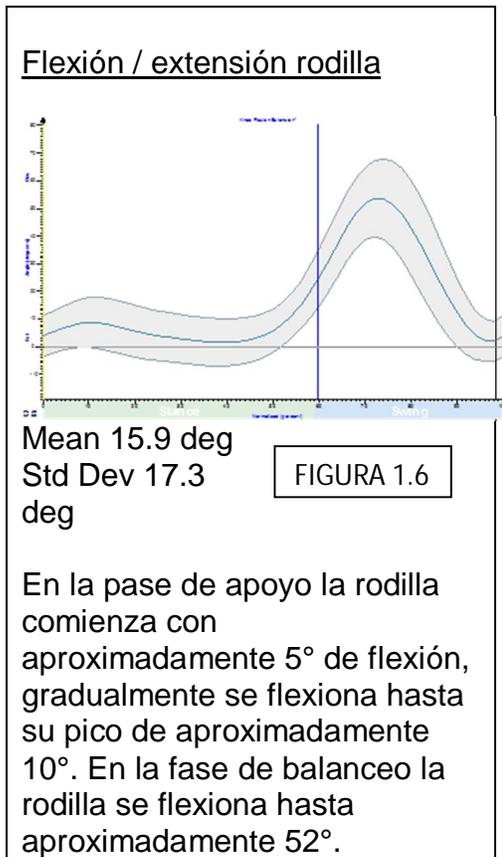
Mean -0.51 deg
Std Dev 4.09 deg

FIGURA 1.4

Al final del apoyo bipodal la cadera alcanza su máxima posición de aducción aproximadamente 5°, la cadera se abduce hasta 8° en el fase de balanceo

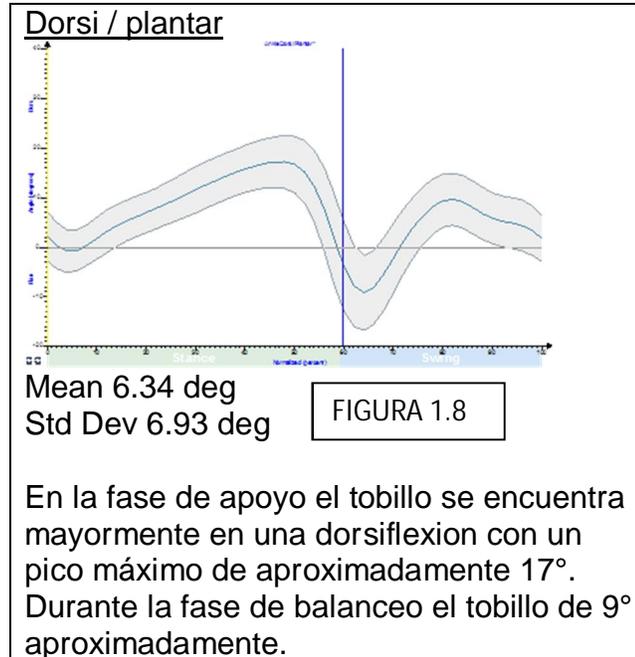
RODILLA

FLEXION/EXTENSION	DE: 17.3°	Fase apoyo
	Promedio flexión: 4°	
	Rango flexión: -4° - 12°	Fase de balanceo
	Promedio flexión: 52°	
Rango flexión: 39° - 65°		
AD/ABDUCCION	DE: 6.61°	Fase apoyo
	Promedio abducción: 3°	
	Rango abducción: 1° - 7°	Fase de balanceo
	Promedio abducción: 22°	
Rango abducción: 2° - 40°		



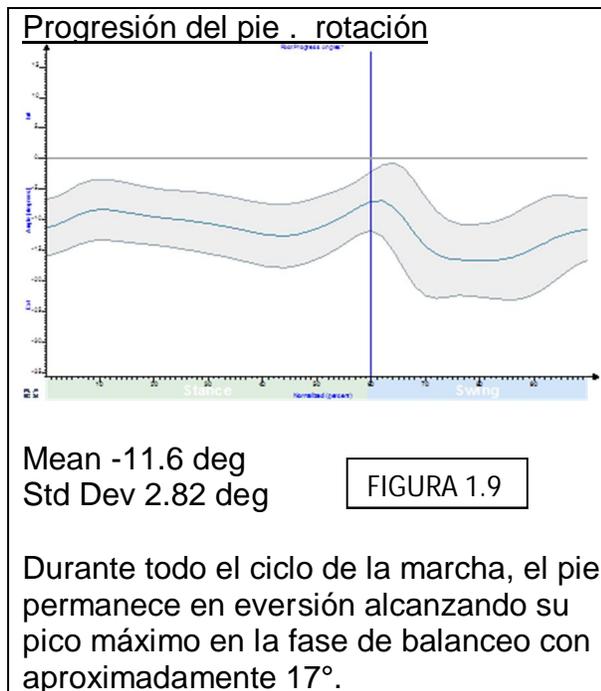
TOBILLO

DORSI/PLANTIFLEXION	DE: 6.93°	Fase apoyo
	Promedio dorsiflexion: 2°	
	Rango dorsiflexion: -3° - 7°	Fase oscilante
	Promedio plantiflexion: 8°	
	Rango plantiflexion: 2° - 17°	



PIE

EVERSION/INVERSION	DE: 2.82°	fase apoyo
	Promedio eversión: 12°	
	Rango eversión: 6° - 16°	



Total pacientes: 9

Variables temporo espaciales

variable	Avg
Cadencia	108 ± 7.05 pasos/min
Apoyo doble	18.8 ± 3.19 %
Despegue	59.8 ± 1.73 %
Contacto del pie opuesto	50.4 ± 0.79 %
despegue del pie opuesto	9.34 ± 1.89 %
Apoyo unipodal	41.1 ± 1.91 %
Longitud de paso	0.58 ± 0.032 m
Tiempo de paso	0.55 ± 0.033 s
Ancho de paso	0.13 ± 0.021 m
Longitud de zancada	1.16 ± 0.063 m
Tiempo de zancada	1.11 ± 0.070 s
Velocidad caminata	1.03 ± 0.087 m/s

DISCUSIÓN

Este estudio pretende evaluar en la población adulta joven sana algunos de los componentes cinemáticos de la marcha desde una perspectiva biomecánica a través de un protocolo con 35 marcadores, para así poder determinar sus características, ya que en la actualidad existen muy pocos estudios en este tipo de población, que evidencien cómo es el comportamiento de dichas variables en los individuos sanos (8). Sin embargo en la literatura se han reportado diversos

estudios que ofrecen una alternativa económica, como el de Andrea Costelli (9) y colaboradores, que describe un análisis 2D sin marcadores en individuos sanos, con solo una video cámara multisegmental para miembros inferiores, que puede representar una alternativa costo-efectiva cuando no se cuenta con el equipo necesario para el análisis convencional con marcadores. Esto se debe a que la técnica permite una evaluación cuantitativa de la movilidad en los miembros inferiores en el plano sagital, representando una estrategia simple y efectiva en su aplicación clínica para resolver preguntas específicas, realizando una medición precisa de los parámetros espaciotemporales con un porcentaje de error del 1% al 3%. En dicho estudio, realizado en 10 participantes con una edad media de 33 años (DS +/-3), se implementó el método SEGMARK, que consiste en el análisis unilateral por medio de una videocámara, de la cinemática articular de la cadera, rodilla y tobillo en un plano sagital, incluyendo los parámetros espaciotemporales. Al participante se le ordeno caminar en una pista de 8 metros a diferentes velocidades, encontrando que el coeficiente angular fue menor en la pelvis, con una valor de 0.05 grados a una velocidad lenta, 0.38 grados a una confortable y - 0.72 grados a una velocidad rápida (9). A pesar de que este estudio se propone como una opción efectiva y accesible, no toma en cuenta los otros movimientos angulares en los demás planos, las fuerzas, los momentos en cada articulación, entre otras cosas, además, puede ser un poco menos preciso que el método usado en nuestra investigación, sin contar que el método anteriormente descrito solo realiza un análisis unilateral, descuidando el otro hemicuerpo que se puede comportar de una forma diferente requiriendo un análisis más detallado.

Según Saunders y colegas la tarea funcional de la marcha se define como la transición del centro de gravedad a través del espacio (10). El análisis del patrón de la marcha es uno de los elementos fundamentales a tener en cuenta dentro del proceso de rehabilitación integral, el cual ha evolucionado de forma considerable desde los inicios rudimentarios del análisis de la marcha, descrito en el Rig Veda (11), uno de los manuscritos hindúes más antiguos, citado por Mohamed Alpha et al, el cual describe que la importancia de dicho análisis radica en favorecer el movimiento corporal humano a través del desarrollo y consolidación de diversas áreas de la salud, especialmente la ortopedia; hasta la creación de centros tecnológicos con laboratorios de análisis biomecánico de la marcha, que cuentan con el equipo para analizar e interpretar las variables cinéticas y cinemáticas del ciclo de la marcha.

El estudio de la marcha describe los patrones de movimiento que controlan la transición del cuerpo durante el proceso de deambulacion (11), en el cual intervienen una serie de componentes automáticos y posturales, requiriendo de un funcionamiento óptimo y congruente de todos los sistemas fisiológicos, permitiendo así una adecuada estabilidad del centro de gravedad durante la

transferencia de peso y un control motor apropiado, con un bajo gasto energético durante la progresión del patrón a través de una cadena cinética estable de las articulaciones y los segmentos corporales (11). Es debido a estas características únicas que la marcha cambia según el tipo de población estudiada, por lo que los datos obtenidos a través de la prueba piloto son diferenciales en comparación con otros estudios, permitiendo identificar objetivamente dichas características y los posibles sesgos en la investigación.

Desde 1971 a la fecha se han analizado múltiples parámetros de referencia de la marcha, reportados por diversos autores como Lamoreux (1971), Winter (1974), Herman (1976), Murray (1979), Larson (1980), Riley (1996), Growney y cols (1997) y Stolze y cols (1998), siendo los parámetros como velocidad, longitud de paso y longitud de zancada los más frecuentes. La marcha lenta tiene una velocidad promedio de 1,138 m/s, la confortable 1,48 m/s y la rápida 2,018 m/s, lo cual es importante tenerlo en cuenta ya que en este estudio no se aplicaron diferentes velocidades, en esta prueba piloto la velocidad promedio fue de 1.03 ± 0.087 m/s, lo que demuestra la importancia de hacer un análisis en poblaciones específicas, debido a que en la velocidad dentro de muchos factores resaltan la talla y longitud de los miembros inferiores. En cuanto a la valoración de la longitud de paso y la zancada los autores tuvieron en cuenta el ciclo vital y el género; en promedio se evidencia que la longitud de zancada tiene un mínimo de 1,29m, una media de 1,42m y un máximo de 1,62m y la longitud de paso un mínimo de 0,65m, media 0,71m y un máximo de 0.81m (4). Estos datos no se alejan mucho de los resultados obtenidos en nuestro estudio, en este en promedio se evidencia una longitud de zancada de $1.16m \pm 0.063m$ y una longitud de paso en promedio de $0.58m \pm 0.032m$. Sin embargo, la diferencia de longitud puede deberse a un predominio de mujeres con una talla promedio de 1.64m en el estudio.

Marco Sanz (12) en la cinesiología de la marcha humana normal, describe en el primer doble apoyo en el plano sagital que el tobillo parte desde una posición neutra hacia una extensión controlada por la acción de los músculos del compartimiento anterior de la pierna, mientras que la rodilla alcanza su máxima extensión y la cadera está en una flexión de 30° ; en la fase de apoyo unipodal el tobillo se flexiona pasivamente, la rodilla realiza una flexión de 15° - 20° y la cadera realiza un rango de movimiento que va desde 30° de flexión a 10° de extensión (12). En comparación con los participantes de este estudio que durante la fase de apoyo bipodal se evidencio en el tobillo una leve dorsitiflexion hasta un promedio de 2° de dorsiflexion; la rodilla en el contacto inicial en promedio se registraron 5° de flexión y la cadera en el contacto inicial se registra en promedio 33° de flexión, durante la fase de apoyo el tobillo realiza una leve plantiflexión y vuelve a dorsiflexión hasta un promedio de 17° de dorsiflexion, la rodilla gradualmente se

flexiona hasta su pico de aproximadamente 10° de flexión y la cadera a lo largo de la fase de apoyo se extiende aproximadamente 5° de extensión.

La alta incidencia de pie plano en los participantes puede estar relacionada con el valgo encontrado, ya que en algunos casos un valgo moderado desplaza la línea de gravedad al borde medial del pie, sobrecargando el arco longitudinal del pie, fenómeno conocido como pie plano secundario. Sin embargo en algunos casos se produce el efecto secundario en el que el pie plano produce un desplazamiento de la línea media de la pierna hacia afuera (genu valgo). Dichas alteraciones osteomusculares pueden generar cambios u alteraciones en el patrón de la marcha debido a su repercusión a nivel de la cinemática articular (13).

No se encontró suficiente soporte bibliográfico sobre los parámetros de referencia de la marcha en este tipo de población.

Los hallazgos preliminares de esta investigación permitirán dar conocer la población objeto y el comportamiento y variabilidad de las variables temporo-espaciales y la cinemática angular, generando una caracterización de la misma (6). Sin embargo dado que se cuenta con una muestra muy pequeña los resultados obtenidos no pueden ser representativos de la población.

CONCLUSIONES

El análisis de la marcha ha sido estudiado desde hace mucho tiempo con diversos métodos, el más usado en Colombia ha sido el observacional (2), el cual puede ser subjetivo independientemente de la experiencia y conocimiento del evaluador, por lo tanto, se hace indispensable analizar la marcha con métodos que tengan mayor precisión.

En este estudio se realiza un análisis en laboratorio de marcha, con el que se puede obtener mayor precisión de los aspectos cinemáticos y espacio temporales de la marcha y con posibilidad de incluir análisis cinético de la misma (3).

En el estudio se observa una prevalencia de mujeres debido a que los hombres presentaban problemas de sobre peso, por lo que se considera necesario que el muestreo tenga una misma cantidad de mujeres y de hombres para que los resultados sean más significativos.

De igual manera en la mayoría de la población que fue incluida como ~~6~~ sana+ se presentaron muchos casos con pie plano y valgo dinámico de rodilla lo que puede llevar arrojar diferentes datos en el análisis de la marcha.

A pesar de que en Colombia se han realizado estudios de marcha, no hay estudios con métodos de alta calidad y precisión que arrojen datos de los

parámetros de referencia de la marcha en Colombia, por ende, se considera necesario realizar más estudios con diversidad en la población para obtener resultados que se puedan extrapolar en todo el país.

BIBLIOGRAFIA

1. Cifuentes, C. Martínez, F. Romero, E. Análisis Teórico y computacional de la marcha normal y patológica: Una Revisión. Revista Med [Internet]. 2010 [citado 30 de agosto del 2015]; 18(2): 182-196. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012152562010000200005&script=sci_arttext.
2. Daza Lesmes, J. Examen de la marcha humana. En: Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano. Bogotá: Panamericana; 2007
3. Prat, J. Curso de formación de técnicos ortoprotésicos «euroform» miembro inferior y marcha humana. Instituto de biomecánica de Valencia. Fondo Social Europeo; 1994
4. Agudelo Mendoza, A. Briñez Santamaria,T. Guarín Urrego, V. Ruiz Restrepo, J. Zapata García, M. Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportados en la literatura. Revista CES Movimiento y Salud [Internet]. 2013 [citado 30 de agosto del 2015]; 1:29-43. Disponible en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/movimientoysalud/article/view/2481>.
5. Martínez, F. Romero, E. Análisis de vídeo para estimación del movimiento humano: Una Revisión. Revista Med [Internet]. 2009 [citado 30 de agosto del 2015]; 17(1): 95-106. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/med/v17n1/v17n1a14>.
6. Villa Moreno,A. Gutiérrez Gutiérrez,E Pérez Moreno, J. Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnicas de videogrametría, electromiografía y dinamometría. Revista Ingeniería Biomédica. 2008 Jun;;16. 26.
7. Willems, B. Schepens, C. Marcha Normal. Revista EMC-Kinesiterapia-Medicina Fisica [Internet]. 2012 [citado 31 de diciembre del 2015]; 33(2): Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S1293-2965\(12\)61944-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1293-2965(12)61944-6).

8. Horsak,B. Artner,D. Baca,A. Pobatschnig, B. Greber-Platzer,S. Nehrer,S. Wondrasch, B. The effects of a strength and neuromuscular exercise programme for the lower extremity on knee load, pain and function in obese children and adolescents: study protocol for a randomised controlled trial. Revista BioMed Central [Internet]. 2015 [citado 31 de diciembre del 2015]; 16(1):586. Disponible en: <http://www.ncbi-nlm-nih-gov.bdigital.ces.edu.co:2048/pmc/articles/PMC4690219/>
9. Castelli,A. Paolini,G. Cereatti,A. Della Croce, U. A 2D Markerless Gait Analysis Methodology: Validation on Healthy Subjects. Revista Computational and mathematical methods in medicine [Internet]. 2015 [citado 31 de diciembre del 2015]; Disponible en: <http://www.ncbi-nlm-nih-gov.bdigital.ces.edu.co:2048/pubmed/26064181>
10. Kenton Kaufman,R. Kai-nan An. A comparison of intersegmental joint dynamics to isokinetic dynamometer measurements. Journal Biomechanics: 1995 28(10). 1243-52
11. Mohamed,O. Craig,D. Worden,H. Ayyappa, E. Clinical Assessment of Gait; capitulo 5. Orthotics and prosthetics in rehabilitati3n; 2 ed; El sevier;2007.
12. Marco Sanz, C. Cinesiolog3a de la marcha humana normal; capitulo 2. Kinesiologia de la marcha humana; Slideshare; 2011.
13. Galvis,J. Exploraci3n Clinica del pie: Citado Enero 8 del 2016. http://www.podoortosis.com/a_introduccion/f01.htm.
14. Shaffer, D. Developmental psychology : childhood and adolescence. 7o ed. Australia ;Belmont CA: Wadsworth/Thomson; 2007.
15. Lopez Chicharro, J. Lopez Mojarres, L. Fisiolog3a cl3nica del ejercicio. Madrid: Editorial M3dica Panamericana; 2008.
16. Prat, J. Biomec3nica de la marcha humana normal y patol3gica. [Paterna (Valencia)]: Instituto de Biomec3nica de Valencia; 2005.
17. Viel, E. La Marcha humana: la carrera y el salto : biomec3nica, exploraciones, normas y alteraciones. Barcelona ;M3xico: Masson; 2002.
18. Viladot Peric3, R. Ortesis y pr3tesis del aparato locomotor. Espa3a: Masson; 2001.

19. Coutts, F. Evaluación de la marcha en el ámbito clínico en Fisioterapia en ortopedia: un enfoque basado en la resolución de problemas. Madrid: Elsevier; 2007.
20. Díaz, C. Torres, A. Ramírez, J. García, L. Álvarez, N. Descripción de un dispositivo destinado al análisis de la marcha en dos dimensiones, CineMED. Revista EIA. 2006 Jun; 85. 92.
21. Cerda, A. Evaluación del paciente con trastorno de la marcha. Revista Hospital Clínico Universidad de Chile. 2010; 21(4):326. 36.