

# PERSPECTIVAS DE LA MARCHA HUMANA

**Editora científica**  
Diana Yasmín Perafán González



VIGILADA  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

**USC**  
UNIVERSIDAD  
SANTIAGO  
DE CALI

EDITORIAL



**Cita este libro:**

Perafán-González DY (Ed. científica). Perspectivas de la marcha humana. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020.

**Palabras Clave / Keywords:**

Efectos psicológicos de la marcha, criterios temporoespaciales de la marcha, generalidades de la marcha, historia y fases de la marcha, cinemática articular, indicaciones de ayudas técnicas en la marcha, prescripción de ayudas técnicas en marcha, marcha neurológica pediátrica, técnicas de evaluación de la marcha pediátrica, marcha en niños, estrategias de intervención, hipoterapia, aprendizaje motor, entrenamiento locomotor.

Psychological effects of gait, time-space criteria of gait, generalities of gait, history and phases of gait, joint kinematics, indications of technical aids in gait, prescription of technical aids in gait, pediatric neurological gait, evaluation techniques of pediatric gait, gait in children, intervention strategies, hippotherapy, motor learning, locomotor training.

**Contenido relacionado:**

<https://investigaciones.usc.edu.co/>

# PERSPECTIVAS DE LA MARCHA HUMANA

**Editora científica**

Diana Yasmín Perafán González

**Autores**

Fernando Flórez González, Diana Yasmín Perafán González, Eugenia Mora Olarte, Diego Fernando Bolaños, Yorladiz Giraldo Gutiérrez, Brayan Esneider Patiño Palma, Pedro Antonio Calero Saa, Daniel Suárez Marín, Liseth Anyela Rey Peralta, Leidy Johana Madrid Rodríguez & Diana Maritza Quiguanas López

VIGILADA  
MINISTERIO DE  
EDUCACIÓN

**USC**  
UNIVERSIDAD  
SANTIAGO  
DE CALI

EDITORIAL

Perspectivas de la marcha humana / Diana Yasmín Perafán González (ed. científico). --  
Santiago de Cali: Editorial Universidad Santiago de Cali, 2020.

**ISBN: 978-958-5147-45-4 ISBN (Libro digital): 978-958-5147-47-8**

238 páginas: ilustraciones; 24 cm.  
Incluye referencias bibliográficas.

1. Efectos psicológicos de la marcha 2. Criterios temporoespaciales de la marcha 3. Historia y fases de la marcha 4. Cinemática articular 5. Marcha en niños 6. hipoterapia. I.  
Diana Yasmín Perafán González. Facultad de Salud. Universidad Santiago de Cali.

LC WE850

CO-CaUSC  
jrgb/2020



## Perspectivas de la marcha humana

© Universidad Santiago de Cali

© **Editora científica:** Diana Yasmín Perafán González

© **Autores:** Fernando Flórez González, Diana Yasmín Perafán González, Eugenia Mora Olarte, Diego Fernando Bolaños, Yorladiz Giraldo Gutiérrez, Brayan Esneider Patiño Palma, Pedro Antonio Calero Saa, Daniel Suárez Marín, Liseth Anyela Rey Peralta, Leidy Johana Madrid Rodríguez & Diana Maritza Quiguanas López

**Edición 100 ejemplares**

**Cali, Colombia - 2020**

### **Comité Editorial / Editorial Committee**

Claudia Liliana Zúñiga Cañón  
Doris Lilia Andrade Agudelo  
Edward Javier Ordóñez  
Alba Rocío Corrales Ducuara  
Santiago Vega Guerrero  
Milton Orlando Sarria Paja  
Mónica Carrillo Salazar  
Sandro Javier Buitrago Parias  
Claudia Fernanda Giraldo Jiménez

### **Proceso de arbitraje doble ciego:**

“Double blind” peer-review

### **Recepción/Submission:**

Noviembre (November) de 2020

### **Evaluación de contenidos/ Peer-review outcome:**

Diciembre (December) de 2020

### **Aprobación/Acceptance:**

Febrero (February) de 2021



La editorial de la Universidad Santiago de Cali se adhiere a la filosofía de acceso abierto. Este libro está licenciado bajo los términos de la Atribución 4.0 de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso, el intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se dé crédito al autor o autores originales y a la fuente <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1</b> <b>HOMO VIATOR. LOS SENTIDOS DEL CAMINAR .....</b>	<b>9</b>
Fernando Flórez González / Universidad del Valle / Cali, Colombia	
Eugenia Mora Olarte / Universidad del Valle / Cali, Colombia	
Diana Yasmín Perafán González / Universidad Santiago de Cali; Universidad del Valle / Cali, Colombia	
<b>CAPÍTULO 2</b> <b>EL GOCE DE MARCHAR: EFECTOS Y AFECTOS DEL CAMINAR .....</b>	<b>35</b>
Diego Fernando Bolaños / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
Yorladiz Giraldo Gutiérrez / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
<b>CAPÍTULO 3</b> <b>GENERALIDADES DE LA MARCHA NORMAL .....</b>	<b>61</b>
Diana Yasmín Perafán González / Universidad Santiago de Cali; Universidad del Valle / Cali, Colombia	
<b>CAPÍTULO 4</b> <b>ARTROCINEMÁTICA DE LA MARCHA.....</b>	<b>105</b>
Brayan Esneider Patiño Palma / Ministerio del Deporte/ Bogotá, Colombia	
<b>CAPÍTULO 5</b> <b>AYUDAS TÉCNICAS PARA LA MARCHA. CONCEPTOS Y PRESCRIPCIÓN .....</b>	<b>137</b>
Pedro Antonio Calero Saa / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	

<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA</b>	
<b>NEUROLÓGICA PEDIÁTRICA .....</b>	<b>185</b>
Daniel Suárez / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
Liseth Rey / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
Leidy Madrid / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
Diana Maritza Quiguanas / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
<b>ACERCA DE LOS AUTORES .....</b>	<b>225</b>
<b>PARES EVALUADORES .....</b>	<b>231</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>233</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>233</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>236</b>

# TABLE OF CONTENTS

<b>CHAPTER 1</b>	
<b>HOMO VIATOR. THE SENSES OF WALKING .....</b>	<b>9</b>
Fernando Flórez González / Universidad del Valle / Cali, Colombia	
Eugenia Mora Olarte / Universidad del Valle / Cali, Colombia	
Diana Yasmín Perafán González / Universidad Santiago de Cali; Universidad del Valle / Cali, Colombia	
<b>CHAPTER 2</b>	
<b>THE JOY OF GAIT. EFFECTS AND IMPACTS OF WALKING .....</b>	<b>35</b>
Diego Fernando Bolaños / Universidad Santiago de Cali/ Cali, Colombia	
Yorladiz Giraldo Gutiérrez / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
<b>CHAPTER 3</b>	
<b>OVERVIEW OF NORMAL GAIT .....</b>	<b>61</b>
Diana Yasmín Perafán González / Universidad Santiago de Cali; Universidad del Valle / Cali, Colombia	
<b>CHAPTER 4</b>	
<b>ARTHROKINEMATICS OF THE GAIT .....</b>	<b>105</b>
Brayan Esneider Patiño Palma / Ministerio del Deporte/ Bogotá, Colombia	
<b>CHAPTER 5</b>	
<b>TECHNICAL AIDS FOR THE MARCH. CONCEPTS AND PRESCRIPTION.....</b>	<b>137</b>
Pedro Antonio Calero Saa / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	

<b>CHAPTER 6</b>	
<b>INSTRUMENTS AND TECHNIQUES FOR EVALUATING PEDIATRIC</b>	
<b>NEUROLOGICAL GAIT .....</b>	<b>185</b>
Daniel Suárez / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
Liseth Rey / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
Leidy Madrid / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
Diana Maritza Quiguanas / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia	
<b>ABOUT THE AUTHORS .....</b>	<b>225</b>
<b>PEER EVALUATORS.....</b>	<b>231</b>
<b>LIST OF TABLES .....</b>	<b>233</b>
<b>LIST OF FIGURES.....</b>	<b>233</b>
<b>LIST OF GRAPHS .....</b>	<b>236</b>



## CAPÍTULO 1

# HOMO VIATOR. LOS SENTIDOS DEL CAMINAR

Fernando Flórez González  
Universidad del Valle / Cali, Colombia  
✉ fernando.florez@correounivalle.edu.co  
⑩ <https://orcid.org/0000-0002-1456-8057>

Eugenia Mora Olarte  
Universidad del Valle / Cali, Colombia  
✉ eu.olarte@gmail.com  
⑩ <https://orcid.org/0000-0002-1608-5243>

Diana Yasmín Perafán González  
Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia  
✉ diana.perafan00@usc.edu.co  
Universidad del Valle / Cali, Colombia  
✉ diana.perafan@correounivalle.edu.co  
⑩ <https://orcid.org/0000-0002-2042-1246>

### Cita este capítulo:

Flórez-González F., Mora-Olarte E. y Perafán-González DY. Homo Viator. Los sentidos del caminar. En: Perafán-González DY. (Ed. científica). Perspectivas de la marcha humana. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 9-34.



# HOMO VIATOR. LOS SENTIDOS DEL CAMINAR

HOMO VIATOR. THE SENSES OF WALKING

**Fernando Flórez González**

© <https://orcid.org/0000-0002-1456-8057>

**Eugenia Mora Olarte**

© <https://orcid.org/0000-0002-1608-5243>

**Diana Yasmín Perafán González**

© <https://orcid.org/0000-0002-2042-1246>

*Camina lento, no te apresures que a donde tienes que llegar es a ti mismo.*  
J. Ortega y Gasset

## RESUMEN

El capítulo está dividido en: cuatro partes; 1. Una hazaña biológica: la ubicuidad del ser humano, 2. Los pies sobre la tierra, 3. De las ascidias y otros caminantes y finalmente 4. el sedentarismo voluntario: homo viator asistido.

Este capítulo le brinda al lector una perspectiva de la marcha, muy diferente a la visión estrictamente fisiológica y mecánica del sistema de locomoción humano, en él se muestran los efectos que genera sobre la mente darle pierna a las ideas, se hace una reflexión sobre el cambio social en términos de distancias y exigencia física que redundan en el estado mental y emocional. De igual manera se hace un recorrido por la travesía realizada por el hombre a lo largo y ancho del planeta desde su punto de partida en África septentrional

hasta alcanzar la posición bípeda. Seguidamente hace referencia a diversos pensadores literatos y filósofos que han hecho del caminar una inspiración para sus obras, como Charles Dickens que describió lo diferente que es el caminar las calles conocidas en horas de la noche.

“Se piensa cuando se camina y se debe caminar cuando se quiere pensar”.

**PALABRAS CLAVE:** Relación entre pensamiento y caminar, sedentarismo voluntario, el hombre y la marcha, caminar, pensar mientras se marcha.

## **ABSTRACT**

The chapter is divided into: four walls; 1. a biological feat: the ubiquity of the human being, 2. the feet on the ground, 3. Of the sea squirts and other walkers and finally 4. The voluntary sedentary lifestyle: assisted homo viator.

This chapter provides the reader with a perspective of walking, very different from the strictly physiological and mechanical vision of the human locomotion system, it shows the effects that give leg to ideas on the mind, a reflection on the social change in terms of distances and physical demand that results in the mental and emotional state. In the same way, a journey is made through the journey made by man across the planet from its starting point in North Africa until reaching the bipedal position. He then refers to various literary and philosophical thinkers who have made walking an inspiration for their works, such as Charles Dickens who described how different it is to walk the known streets at night. “You think when you walk and you should walk when you want to think.”

**KEYWORDS:** Relationship between thought and walking, voluntary sedentarism, man and walking, walking, thinking while leaving.

## INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva biomecánica la marcha humana es un acto producto de la interacción del sistema nervioso en conjugación con las estructuras músculo esqueléticas, reflejo de la cultura, la edad, el sexo y el estado emocional del individuo, entre otros aspectos; en contraste desde la filosofía el caminar puede ser visto como un estado de consciencia permanente y una conexión visible e inevitable entre mente y cuerpo. Muchos de los estudiosos del caminar insisten en “darles piernas a las ideas”, para que se movilicen, conquisten nuevos terrenos, contagien a otras ideas y otros cuerpos el deseo de expandir y fortalecer lo que nos hace humanos.

Algunas de las recomendaciones varían entre “burlar los artefactos modernos” (1) que enferman y atropellan el andar, pasear con más frecuencia durante, antes y después de cada trabajo que requiera nuestra concentración, alentar la creatividad con caminatas prolongadas de una a dos horas (independiente de las recomendaciones modernas respecto al trabajo intenso de corto tiempo) y reconocer el caminar no sólo como una marcha vacía de las piernas, sino un movimiento poético que aliente hacer del paisaje el mejor de los compañeros de camino.

Lo anterior refleja que, el desarrollo de la creación artística, intelectual y tecnológica es correlativo a la evolución humana y para continuar en la evolución de nuestras ideas, los pies y las manos deben seguir produciendo en sincronía con el cerebro. Sin asistencias, sin artilugios, simplemente el movimiento natural de nuestras piernas y nuestra mente. Esto requiere una coordinación perfecta entre la información visual que llega al cerebro y los actos producto de esa información percibida como proceso, que se denomina coordinación visomotora.

En la actualidad, son 10 000 pasos diarios los que recomienda un grupo de científicos de la Universidad de Alabama para mantener una vida saludable. El ser humano promedio no alcanza a completar esta meta, puesto que, lo máximo que logra caminar en un día es un poco más de 2000 pasos (2). Con el fin de adaptación a la situación socioe-

conómica actual, los estudios recomiendan la práctica de jornadas de ejercicio muy cortas con alta intensidad en lugar de dedicar más tiempo a ejercicios de baja exigencia cardiovascular.

La preocupación por el sedentarismo actual de los individuos ha intrigado no sólo a nutriólogos, médicos y terapeutas, sino también a una gran cantidad de científicos sociales que insisten que “el olvido del caminar” ha sido el nuevo daño colateral de las dinámicas del mercado capitalista que seduce los dedos de sus compradores, más que a sus pies, incluso para obtener comida; aún más en este momento de cuarentena secundaria a la pandemia por COVID 19, vale la pena identificar qué secuelas de índole motor dejará esta restricción de movilidad en la población mundial.

Luego de la alarma que diversos expertos han encendido en las últimas décadas con sus estudios sobre la obesidad, las enfermedades adquiridas, la depresión por alienación laboral y, como dijo el sociólogo estadounidense Richard Sennet, la “corrosión del carácter” por automatismo en el trabajo, las relaciones de pareja y la crianza de los hijos, diversos individuos y compañías han desarrollado múltiples tecnologías para “desconectarse” de la realidad repetitiva, pero necesaria (3). La población de niños y adolescentes es la usuaria de mayor frecuencia de estas nuevas tecnologías (videojuegos) lo que la aleja de aquella práctica de diversión en la que el movimiento durante los juegos físicos y práctica deportiva eran los protagonistas. En el caso de los adultos el uso y abuso de las redes absorbe gran parte del tiempo de descanso, generando división familiar lo que redundará en la disminución del tiempo compartido al aire libre.

Programas de televisión, incommensurables videos por redes sociales, aplicaciones con sus sonidos recordatorios, entrenadores particulares a domicilio, el típico “hágalo usted mismo/a” y los retos que se comparten para que la desgracia de no cumplirlos sea colectiva, son algunas entre otra gran cantidad de soluciones que llueven de todos los lados para insistir en aquello que podemos hacer sin nada de lo anterior.

Le Breton en su libro *Elogio del Caminar* expone diversas formas en que el ser humano ha perdido la capacidad de “caminar colectivamente”, puesto que, en la actualidad, la caminata es individual y acelerada; la contemplación del paisaje, la meditación del espacio circundante y la autocontemplación del propio movimiento del cuerpo se han visto reemplazados por un “habitar cuartos cerrados”, repletos de artefactos dispuestos a incrementar la vanidad. Estos lugares en los que muchos se miran, pocos se saludan y al final, como a manera de lucha, todos terminan exhaustos y deseosos de resguardarse.

Todos los dispositivos que han sido creados para acelerar la movilidad humana han, de una u otra forma, impactado la concepción del cuerpo. Actualmente el cuerpo debe cumplir con expectativas superfluas de rendimiento. A excepción de los deportistas cuyos cuerpos han sido adaptados desde muchos años atrás, los hombres y las mujeres que se ejercitan en aras de una manifestación de su buena salud, de sus capacidades físicas, siguen dejando vacía la capacidad que el ser humano tiene de contemplar mientras se moviliza. Caminar compromete no sólo el cuerpo sino también la mente. Quien camina no sólo medita, sino que compara, se asombra y mira algo mucho más profundo que la resistencia de su cuerpo frente a una máquina (4).

## **1. UNA HAZAÑA BIOLÓGICA: LA UBICUIDAD DEL SER HUMANO**

Los seres humanos han demostrado ser una especie muy exitosa. Se han adaptado en diversos nichos ecológicos, han podido sobrevivir por su alta capacidad de expansión y su conducta flexible. Han desarrollado la cultura y la tecnología. Y todo esto lo han logrado caminando (5).

El *Homo sapiens* demostró ser una especie global. Cada continente, cada parte de la tierra ha tenido y tiene la presencia de esta especie desde hace más de 160 mil años atrás (5). Esto sin contar la existencia de homínidos cuyas extremidades inferiores ya habían recorrido vastos terrenos gracias a la capacidad de erguir sus espaldas y

caminar por horas, una hazaña biológica que sin duda permitió la presencia de nuestra especie sobre la tierra (6), (7). Aunque afectada por el terreno, el tipo de calzado empleado, condiciones especiales como el embarazo y la obesidad, la marcha humana es única en todas las especies del reino animal.

Algunos paleoantropólogos y arqueólogos indicaron que los primeros pasos del *Homo sapiens* fueron en la zona central de lo que actualmente conocemos como África. Aproximadamente les tomó 40 mil años llegar a la zona sur de este continente y 100 mil años más salir de África para llegar al interior de Asia.

Las diversas hipótesis de las migraciones humanas apuntan en la mayoría de los casos a lo mismo, cientos de kilómetros recorridos, pasando hambre, desolación, frío, oleadas de calor, ataques de animales y agotamiento (7). Cada uno de estos percances conocidos como glaciaciones, sequías o inundaciones fueron superados con una conducta similar, “un deseo de ir más lejos, de cruzar los límites, un espíritu de conquista”, y todo esto solamente caminando (8).

Las principales rutas migratorias que señalan los expertos, muestran que, luego de estar en Euroasia, el *Homo sapiens* tardó en llegar al estrecho de Bering entre 145 a 140 mil años, de este modo pudo instalarse en diversos complejos o asentamientos que le permitieron continuar su caminata de 15 mil años más hasta América del Norte y América del Sur. (7).

Hace 10 millones de años uno de los homínidos que pobló la tierra descendió de los árboles y se posó en sus dos patas traseras y caminó. Éste a su vez, se encargó de enseñarle a su descendencia la posibilidad de distinguir a lo lejos la presencia de diversos peligros y las distancias entre su manada y la comida, sólo levantando la mirada y sosteniendo todo el peso de su cuerpo en sus patas traseras (7). Estos dos elementos que después de miles de años se convirtieron en piernas fuertes, resistentes, rápidas y audaces, fueron sin duda los que posibilitaron el desarrollo de diversos homínidos: *ergaster*, *habilis*, *antecessor*, estos seres vivos cuyas manos y miradas fueron liberadas se fortalecieron de maneras indescritibles. El liberar las



manos y fortalecer estas extremidades permitió la elaboración de las herramientas, las primeras aproximaciones a la maravilla del “hacer con las manos” se relaciona directamente con la capacidad de caminar (7).

Se han encontrado herramientas elaboradas por homínidos caminantes con más de un millón de años de antigüedad. Hachas primitivas aglutinadas en espacios seguros y específicos revelan la capacidad que estos antecesores del ser humano tenían para cortar, moler y triturar con piedras lo que llegaba a sus manos. Ligado a esta habilidad manual, el desarrollo de la caza y el acecho grupal confirman, dadas las evidencias (flechas y pinchos cercanos a fósiles), que la habilidad de caminar permitió también la conformación de grupos fuertes de solidaridad entre homínidos de una misma especie (7).

¿Por qué se hace necesario recordar estas conquistas de especies anteriores a la nuestra? Porque el ser humano actual se jacta de ser moderno, de haber desarrollado máquinas que facilitan su trabajo, la capacidad de conectarse en cuestión de segundos con personas que están del otro lado de los continentes, pero lamentablemente, obvia las capacidades que heredó de sus parientes los homínidos. La dinámica social actual invita al consumo de un gran número de calorías vacías producto del procesamiento de alimentos lo que conlleva de forma rápida al aumento de peso toda vez que el trabajo físico en la actualidad se vio reemplazado en la gran mayoría de los casos por quehaceres que propician sedentarismo. Lo que contrasta con la ingesta nutricional del hombre primitivo libre de alimentos procesados y una gran carga física para obtener nutrientes.

Desde el neolítico, como aclara Le Breton, el ser humano tiene el mismo cuerpo, los mismos movimientos y, como ha quedado claro, la misma capacidad de extenderse en el territorio, porque caminar es llevar, extender la vida a otras partes (3).

Aunque hace millones de años los tempranos seres humanos caminaban sobre sus dos pies, las capacidades actuales del *Homo sapiens sapiens* se han visto reducidas a la inmediatez, a un afán de llegar primero, de competencia y de caminata ausente (5). Nada de lo

que es natural para el ser humano: caminar, correr, saltar, esquivar, escalar, se hace así, naturalmente. Todo tiene un propósito individual y económico que, si cada persona pensara las posibilidades de imitar estos aspectos, sin pagar un solo peso, se alarmaría del poder creativo de las industrias para vender algo que por naturaleza se ha hecho desde hace miles de años.

Quedan descendientes directos de los atrevidos homínidos que caminaron hasta la absoluta fatiga. Aquellos que escalaron y siguen haciéndolo sin propaganda, caminan sin autopublicitarse, a lo Thoreau, que, en el deseo de desobedecer a todos los pronósticos modernos de sentar, estandarizar, *taylorizar* el cuerpo humano, se lanzan noche y día a vagar por nuevas, conocidas e inhabitadas pasarelas.

## 2. LOS PIES SOBRE LA TIERRA

*Mantenerse erguido con los hombros hacia atrás es aceptar con los ojos bien abiertos la terrible responsabilidad que supone vivir.*  
Jordan B. Peterson

Henry David Thoreau (1817-1862) un filósofo trascendentalista estadounidense, escribió uno de los ensayos más apasionantes sobre el caminar. La insistencia de mantener el cuerpo en estado salvaje y un pensamiento libre es una ley inquebrantable en su escrito (9). Es justo comprender que el “estado salvaje” al que hace referencia, reafirma el proceder biológico de las piernas en el ser humano. Caminar es el estado que debe mantener el hombre y la mujer para distanciarse de la realidad aplastante de las ciudades. Espacios que para su tiempo se mostraban como lugares silenciosos en las noches y ausentes de emoción en el día.

Deambular era para Thoreau, el movimiento perfecto de la mente y del cuerpo, porque insistía que aquél que no salía de casa podía llegar a ser el mayor de los perezosos. Acusó a las distracciones vespertinas de disipar el espíritu del caminante y sentía una profunda

preocupación por las mujeres que, aunque gustosas de salir de sus casas y caminar, no podían...no encajaban (9).

Caminar para Thoreau. debía mantener el espíritu que sostuvieron las cruzadas medievales; es decir, una fe profunda en la marcha y su poder de conquista no sólo de terrenos, poblaciones enteras y procederes humanos, sino de toda la disposición del ser.

Cada caminata, según Thoreau, implica un abandono, pero también una conquista. Un abandono del confort, de la rutina y de la mentalidad inmóvil del permanecer y una conquista de las nuevas ideas oxigenadas por el aire, las montañas y los paisajes móviles que visita el caminante. Aunque el caminante conozca la mayoría de esos paisajes, *la mitad del camino* no se consigue, sino se piensa *lo caminado*. Este logro del caminar, no es huir, no es cambiar, es reflexionar los pasos dados y replantearse los próximos (9).

Por otro lado, describió lo que muchos individuos tenían que hacer para vivir y la tragedia que implicaba en el caminar. Estos individuos a los que Thoreau admiraba por no haberse suicidado, eran conocidos como los tenderos o vendedores en tiendas que dormitaban largas horas sentados en sillas silenciando lo que por naturaleza debían mover con energía: sus piernas (10).

El filósofo alemán Friedrich Nietzsche (1844-1900) manifestó que todos los pensamientos verdaderamente grandes son concebidos al caminar. Esto puede significar que aquellos que no mueven su cuerpo entorpecen la capacidad creativa de sus cerebros. Esta concepción del moverse o trasladarse para crear es permanente en Thoreau, quien no concibe dar rienda suelta a la imaginación sin haberla alimentado con una caminata.

Se han narrado historias sobre la puntualidad del filósofo Immanuel Kant (1724-1804) al realizar sus caminatas. Todos los días, a la misma hora, pasaba frente a sus vecinos como quien cumple una cita diaria con el trabajo, con las obligaciones. Tal era su puntualidad que, quienes le veían ajustaban sus relojes con su caminata. Si el filósofo se retrasaba, la gente prefería pensar que sus relojes se habían

desfasado y no lo contrario. La rutina de caminar para Kant era cumplida con una puntualidad incuestionable, podría pensarse que, devienen de esta rutina sus complejos y trascendentales escritos que siguen siendo la base para gran parte del pensamiento filosófico actual.

Poetas como William Wordsworth (1770-1850) describieron la fortuna del caminar en los seres humanos y a su vez, la desdicha de encontrar en el camino muchas personas que no deseaban hacerlo (11). Sus odas al caminar, ponen en el más alto nivel de las capacidades humanas al movimiento de las piernas. Reafirma, como lo hizo Thoreau, que el único animal que se asemeja en el caminar al ser humano es el camello, cuyo andar y rumiarse son simultáneos y altamente provechosos en ambas especies.

Cuentan quienes lo conocieron, que el poeta inglés Wordsworth compuso muchos de sus más representativos poemas mientras caminaba. Se han hecho cálculos de los pasos que dio al escribir y también se dice que algunos de los que vieron al poeta pensaron que sufría una inestabilidad mental, ya que siempre salía con su libreta en la mano, hablando solo, en compañía de un perro que de vez en cuando le advertía con sus ladridos que se acercaba alguien que, en la mayoría de los casos, ya le había visto balbuceando y escribiendo desenfrenadamente (11).

*Amo los caminos: pocas vistas hay  
que me agraden más: han tenido poder  
sobre mi imaginación desde el alba  
de la infancia, cuando su línea  
desaparece, a lo lejos, tras la colina  
más allá de los límites que mis pies  
han pisado, son una guía a la eternidad,  
o por lo menos a lo ignorado, sin fronteras (12)*

Muchos poetas, filósofos y artistas han manifestado que las mejores ideas y proyectos han surgido después de una larga caminata. Muchos apuntan que quienes caminan tendrán mucho más aire, más luz

(de sol o de luna), más claridad en sus observaciones. El caminante disipa, luego de una larga jornada laboral, todos los contratiempos vividos si sacude su cuerpo en el vaivén de sus piernas.

En el trabajo, el caminar ha sufrido transformaciones. La ejemplificación graciosa de la *taylorización* del cuerpo humano la encontramos en la joya cinematográfica llamada *Tiempos Modernos* (1936) de Charles Chaplin (1899-1977), quien representó la atrofia de los movimientos naturales debido al trabajo seriado, automático y repetitivo en las fábricas. Como el mismo Thoureau lo escribió, los trabajos que confinan, aquellos que están hechos sin alma, propician el entumecimiento de la mente. No sólo se refería al trabajo en la fábrica sino también al trabajo de oficina que no consentía la expresión natural de las extremidades inferiores, sino que las piernas, a manera de raíces se anclaban en pequeños puestos de trabajo debilitando el deseo de pasear, de vagar y conocer nuevos horizontes (9).

Esta adoración al caminar entre pensadores, literatos y filósofos, no es una situación moderna. Todos los que han hecho una reflexión del caminar, una fenomenología del estar de pie y andar, pero sin estar ausentes, pueden verse como una herencia de los peripatéticos, filósofos griegos, seguidores directos de Aristóteles que solían filosofar mientras caminaban. Esta palabra está formada por el prefijo περι (*peri* = alrededor), el verbo πατειν (*patein* = deambular) y el sufijo ικο (*ico* = “relacionado con”). Es decir que peripatético significa “que deambula alrededor”. No está de más indicar que Aristóteles fue reconocido por compartir su filosofía mientras caminaba por Atenas. Muchos de los mencionados anteriormente también tenían este proceder, solos o acompañados caminaban para aclarar sus ideas.

Charles Dickens (1812-1870), novelista inglés, describió lo diferente que es el caminar las calles conocidas en horas de la noche. Todas las formas alegres y seductoras de la mañana se convierten en visiones fantasmagóricas con caras más adustas, menos confiables. Caminar por la noche es un ejercicio de contrastación de rutinas, alienta al caminante a respirar rápidamente por el miedo que provoca el ver de manera ominosa lo conocido. También incita a habitar lugares inusitados para la luz del sol (13).

La mirada de Dickens del caminar difiere de la de Thoreau, porque este último hace una recurrente comparación entre la blancura de aquél que no se broncea por evitar largos tramos de caminata y la oscuridad de quien con los años marchita su piel por la experiencia. Thoreau ve en la oscuridad sabiduría, tiempo, espacio y admiración. Dickens ve perversión y distancia. Thoreau es un caminante de la mañana, de la tarde y de la noche, encontrando siempre belleza y perfección. Dickens es un caminante nocturno a quien fueron reveladas las pasiones más oscuras de la noche justo cuando intentaba invocar el sueño (9) (10) (13).

Ambos autores son caminantes y partidarios del habitar todo el espacio, no sólo el pequeño lugar llamado casa, sino todo, porque todo aquello que la modernidad se encargó de confinar en público y privado, para Dickens y Thoreau son de su absoluta propiedad. Dickens caminaba puentes, calles malolientes, mansiones, casas deshabitadas, tabernas, entre otros tantos establecimientos. Consideró el caminar un “ejercicio contra el insomnio” y las “impresiones dolorosas”. El caminar es un acto necesario y vital. Thoreau concibió el caminar como escribir, en cada tramo logrado se crea una historia, se enlazan ideas, se prevén desenlaces. Caminar es un acto creativo que rechaza la quietud mental y física (9) (13).

¿Acaso no han sido los hallazgos arqueológicos una de las mejores muestras de creatividad evolutiva de nuestros antecesores y nuestra especie? Sí, y todo lo que se interpretó y se sigue interpretando a manera de dibujos y rutas de migraciones reafirma una vez más, y como lo han hecho muchos admiradores del caminar, que todo se logró caminando. De aquí deviene considerar el caminar como un acto creativo. Se dibuja con los pies, se trazan trayectos, se asocian a los espacios recorridos sentimientos y hay rutas que nunca se cambian por lo especial del camino (8).

La invitación de Le Breton, Thoreau, Dickens, Wordsworth, entre otros, es siempre la misma, ausentarse de los alcances modernos que talan árboles y recortan los bosques en nombre del progreso haciendo los paisajes más domésticos y sin vida. Estos autores insisten en dejar de admirar los árboles, las flores y los frutos como

naturalezas muertas y rebelarse frente a ese ausentismo ambulante que niega la inagotable contemplación del mundo.

Le Breton hace énfasis en rehusarse a todo servilismo del caminar. De acuerdo con él, caminar debe ser un acto desinteresado y silencioso. Un acto de rebelión contra lo que el mercado y los ruidos tecnológicos incitan a realizar (2). Nada más resiliente y resistente que el silencio de la marcha que defiende la protección del interior, del pensamiento. Mantenerse protegido, contra las embestidas de las empresas y sus mercancías sólo es posible cavilando, caminando, circulando el espacio. Es un llamado a vaciar las ciudades, a despojarlas de sus supuestos componentes atractivos y a aprovechar sus andenes, sus ríos, sus páramos, sus montañas y sus lugares baldíos para aprender de sus sonidos, de sus silencios de la sublime presencia de los pocos paisajes que contienen (14).

Otro de los grandes escritores de la literatura, cuyas novelas fueron compuestas de descripciones precisas y detalladas, y a quien en diversas ocasiones se le ha señalado como un etnógrafo más que un escritor, es Honoré de Balzac (1799-1850). Su libro *Teoría del Andar* describió aspectos fundamentales de esta cualidad humana. La calidad expresiva de este texto relaciona aspectos como la edad, la clase social, las enfermedades, el género, entre otras categorías sociales, para representar las diferencias del andar en los seres humanos y sus posibles razones. Cualquier lector ávido de sus escritos descubrirá que estas extensas observaciones le permitieron construir personajes de incomparables características (15).

Balzac describe el éxito de un hombre emprendedor, tacaño y austero en su novela *Eugenia Grandet*, exclusivamente por la forma en que representa su caminar (14). No siendo suficiente, los pasos lentos, medidos, silencios de la protagonista indican una posición en la familia, unas costumbres sociales y una personalidad. El caminar, de acuerdo con Balzac, puede reflejar padecimiento, trabajo duro, mala o buena alimentación, sumisión, desórdenes alimenticios y posiciones económicas (14).

La calidad de su observación ha hecho que científicos, sociólogos, antropólogos y psicólogos pongan más atención a lo que hacemos con las piernas. ¿Por qué? Porque caminar es la forma en que el ser humano se enfrenta con el mundo, es su carta de presentación, además de la memoria física visible a todos y todas sin decir una sola palabra. El que camina erguido y revela su supremacía, no sólo deja ver esto, sino también las cicatrices de su cuerpo, los balanceos de la vida, las pequeñas jorobas por extensas jornadas laborales, la angustia de mover la cabeza a cada paso y la serenidad de dos brazos, uno tras otro, en sincronía con las piernas (16).

No en vano, el tan conocido psicólogo clínico Jordan Peterson ha descrito en su libro *12 reglas para vivir* que el caminar erguido y con la frente en alto es la regla número uno, es decir la más importante. Erguirse y mirar de frente, no sólo es el galanteo de la recompensa evolutiva perceptible en cada uno de los *Homo sapiens sapiens*, sino que además es una enseñanza que nos brindan las más competentes langostas en los océanos. Por más de 350 millones de años las langostas se han desplazado erguidas, desarrollado jerarquías entre las más competentes y las menos competentes. Aquellas cuyas cabezas están en alto y sus pinzas siempre visibles son las que indiscutiblemente se reproducen con más facilidad, tienen extensos territorios y sin la más mínima muestra de violencia manifiestan a sus congéneres que no están dispuestas a disputar ninguna pareja ni tampoco terreno, porque todo lo adquieren gracias a su postura (17).

Por lo anterior, y reforzando lo que dijo Balzac, caminar erguido y despreocupado, con la serenidad de quien ha conseguido honestamente sus bienes es la muestra de un estatus ganado. Es la construcción de una vida que ha asumido el peso de la existencia y que con cada paso que da, no se agota, no se degenera, sino que se alimenta y surte con nuevas experiencias su desplazamiento (14), (16).



### 3. DE LAS ASCIDIAS Y OTROS CAMINANTES

Nos hemos olvidado de ser buenos huéspedes, de cómo caminar ligeramente sobre la tierra como hacen sus otras criaturas.

Barbara Ward

Las ascidias son animales invertebrados del fondo del mar. Muchas de sus especies se reúnen en colonias y se desplazan solitariamente hasta posarse en sedimentos o rocas marinas de aguas poco profundas y también, en superficies de las profundidades. Su aspecto es cónico, como anchos y maleables tubos que se mueven con las ondas del mar. Sus “bocas” siempre abiertas filtran el agua para absorber pequeños nutrientes. Navegan en forma de larvas durante toda la juventud. Llegada la adultez se adhieren a rocas o superficies marinas, desarrollan diversos colores, tamaños y son conocidas como los “sifones del mar” (18).

Estos interesantes animales vagan la mayoría del tiempo, como el plancton, y sólo cuando encuentran el lugar idóneo para instalarse se posan en éste hasta el fin de sus días. La anatomía de las ascidias indica que al momento de nacer tienen una vesícula cerebral y tubo neural que les permite desplazarse, esto bien podría considerarse como su cerebro. Estas jóvenes larvas de ascidias vagan con sus cerebritos por todo el mar; en el momento en que encuentran el lugar en el que vivirán, engullen su propio cerebro y cambian su forma (18).

De nuevo, la naturaleza ha dado uno de los más miríficos ejemplos de lo que permite la insinuación del cerebro en las especies. Y eso que hablamos de una incipiente estructura cerebral. Lo que el cerebro humano ha logrado a lo largo de su desarrollo físico es suficiente como para maravillarnos interminablemente. El primer homínido que caminó en sus dos patas traseras se desplazó consciente de su hazaña evolutiva, razón por la cual su desplazamiento no fue sólo físico sino neurológico, se encargó de que aquello que había aprendido, lo aprendieran y lo desarrollaran los de su especie, asumiendo incluso la vulnerabilidad de este aprendizaje.

Tal y como las ascidias llevan a todas partes en una etapa juvenil sus cerebritos, los homínidos caminantes y el ser humano actual llevan sus cerebros a todas partes configurando el correlato evolutivo del desarrollo del ser humano y de la cultura.

Quien camina no sólo desplaza su cuerpo, sino que, a manera de estela visible, cada paso dado deja en el camino una huella irrefutable. Una huella que vuelven a caminar quienes percibieron los logros de las caminatas de sus ancestros. Algo similar ocurre con las ascidias, las cuales al vagar solas necesitan de sus *ganglios cerebroideos*, pero una vez han llegado a la colonia, es decir, al lugar donde unas con otras se acompañan, éstas absorben sus cerebros y solidifican sus recorridos en rocas, arrecifes y profundidades del mar (18). Sus sistemas de alerta mueren, porque hay un grupo que las auxilia, ya sea con colores llamativos, pasando inadvertidas o cerrando sus bocas para no ser engullidas por caracoles, anguilas y demás depredadores. Son viajeras hasta que se asientan en sus hogares, transitan por el mar mientras éste les advierte en qué lugar posarse.

Desplazarse implica para ellas un inicio y un final. Caminar para nosotros es sin duda la actividad que ha comprometido el cerebro, la sociedad y la cultura. El movimiento aparentemente inadvertido de las ascidias no puede confundirse con una deriva natural, ellas tienen un objetivo y lo buscan durante su juventud. Nada parecido a la irreflexiva actitud que el ser humano asume de su caminar, desperdiciando todos los días el poder adormecido de sus piernas.

Caminar es un poder. Uno que consume tiempo, recorre espacio y compromete a la consciencia. El conocimiento de sí mismo, de las distancias que debemos tomar frente a los *mass media*, una reprogramación de la mente porque se encuentra con la más autorrealizada de las formas: la naturaleza. La activación de la creatividad, los 20 pasos a la cocina, la entrada a casa, al lugar de trabajo, la caminata obligada porque el transporte público paró muchas cuadras antes o después del sitio de llegada, la torcedura de los pies por obligarlos a cumplir los protocolos de etiqueta. Todos y cada uno de los logros y fracasos de la caminata humana no dejarán de ser hierofanías, pruebas latentes de la sacralidad del movimiento humano.

No contento con habitar cada parte del planeta, el ser humano se jacta de haber dado pasos en la luna, flotar en el espacio y seguir indagando qué otros lugares le son posibles, explorando sus posibilidades, cual si fuera oso de agua (19); resistente a todo, al sol, al espacio, al congelamiento, al hambre. El ser humano desea abarcarlo todo en una zancada y olvida que le costó cientos de años levantarse y caminar.

¿Cuál es el proceder de un bebé humano? Sólo a partir del primer año de vida puede dar sus primeros firmes pasos, le cuesta correr, en ocasiones debe ser asistido por la madre o el padre para no lastimarse, y aún después de tanto tiempo de perfeccionamiento de su caminar, a la edad de 50 años o más, teme una caída. Parece un retroceso biológico el haber permanecido caminando en intervalos desde el primer año de vida y que al pasar los años el cuerpo se haga más frágil, más vulnerable, menos andante. Este panorama también es diacrónico, los seres humanos caminaron hasta perfeccionar la marcha, conquistaron terrenos inhóspitos, endurecieron sus pies noche tras noche hasta conseguir lugares seguros, debatieron las almas de sus semejantes y les esclavizaron, los hicieron caminar hacia rumbos dolorosos. Ahora son muy pocos los que caminan, la mayoría dormitan, enferman por ausencia de movilidad aun cuando se les advierte incluso las fatídicas consecuencias de eso. Es, como se ve en el crecer de un individuo, un desarrollo, una madurez, un envejecimiento y finalmente, un cese de movimiento (20).

Si recordamos que hace miles de años las caminatas lograron el desarrollo de nuestra civilización, el papel de la naturaleza andante no sosegaría, las conquistas de tiempo y espacio seguirían permanentes y la creatividad de fortalecer sincronías entre la naturaleza externa e interna del ser humano se sumergiría en las nutridas fuentes del andar.

#### **4. EL SEDENTARISMO VOLUNTARIO: HOMO VIATOR ASISTIDO**

Víctor Hugo (1802-1885), en su libro *Los miserables*, describe a uno de los personajes, Francisco Bienvenido Myriel, como un humilde

obispo que daba sermones caminando. En muchas de sus jornadas tuvo que desplazarse a lugares recónditos de diversas provincias, razón por la cual llevaba en muy pocas ocasiones una mula o un asno que le asistiera su desplazamiento (21).

Cuando debía llevar al animal a estas tierras de difícil acceso pedía excusas a sus fieles y hacía aclaraciones sobre distinguir entre apoyo y vanidad. El montar una mula, un caballo o un asno le generaba una vergüenza que le obligaba dar la misma explicación a cada lado que iba. Lo consideraba un acto presuntuoso, porque fortalecía la pereza y convertía al sermón en un acto vacío e incoherente.

Se ha comprendido la idea de que la prótesis es aquello que reemplaza una extremidad de los seres vivientes, es una asistencia frente a la ausencia. Ya sea de una de las piernas, los brazos; incluso existen prótesis musculares y de casi cualquier parte interna o externa del cuerpo que bien podría considerarse una prótesis (22).

Actualmente, las prótesis no son sólo aquéllas que asisten el movimiento, sino las que suplen las falencias genéticas. De este modo, existen en el mercado actual prótesis dentales, de senos, uñas, pectorales, rodillas, brazos, orejas, mandíbula, pies, piernas, caderas, glúteos, entre otras múltiples opciones. Además, se encuentran a disposición muletas, piernas y brazos biónicos a precios exorbitantes, de diversos colores, tamaños y hasta bañadas en oro (22).

¿Qué ausencia habrá sentido el ser humano para asistir su caminar? Si hablamos de una persona cuya dificultad es la pérdida de sus piernas o sus brazos, la respuesta es evidente, su falta de extremidad requiere el desarrollo y la incorporación de las mencionadas prótesis. Pero, el hombre y la mujer sin estas carencias, han demostrado a lo largo de la historia que la asistencia a sus movimientos nómadas se remonta a cientos de años atrás.

Los ancestros del ser humano observaron en la naturaleza cómo muchos de los animales que le rodeaban recorrían en corto tiempo y a mayor velocidad terrenos que a ellos les costaban días, semanas,

meses o hasta años recorrer. La resistencia de estas fieras les fascinó al punto de querer domarlas, usarlas y disponer de las fuerzas de sus desplazamientos. De esta manera cabalgó, galopó, transitó los océanos y los continentes, cruzando las aguas como los animales acuáticos y dominando la tierra como los animales terrestres.

El registro de este proceso de domesticación se ve en las cuevas de Lascaux, Chauvet y Altamira (23). Antes del hombre moderno, los seres humanos dibujaron el movimiento, la agilidad y la destreza de los majestuosos animales que los rodeaban. Una vez dibujados, se dedicaron a seguir a los animales, alimentarlos y finalmente, cabalgarlos (23). No a todos, sino específicamente a aquellos que no les devoraban. Muchas son las versiones de la domesticación del caballo, pero 10 mil años atrás se representó la imagen de un individuo encima de lo que sería uno de ellos. Lo interesante aquí es que, fueron necesarias centurias para que el hombre y la mujer pudieran disponer de la marcha de otros animales, transportarse y arrastrar materiales y volver la fuerza de estos seres vivos, las prótesis de su caminar (22).

¿Son acaso la bicicleta, los automóviles, las patinetas y las motos, las nuevas prótesis que han asistido la movilidad del ser humano? Sí, y han hecho mucho menor el interés de caminar en los hombres y las mujeres. Aunque el sedentarismo se inició en el neolítico con el desarrollo de la agricultura, la capacidad del ser humano de transitar grandes espacios geográficos por medio de sus pies se redujo con el desarrollo de tecnologías de transporte. El sedentarismo trajo consigo un nuevo estilo de vida: encerrar y compactar los lazos y las fronteras y minimizar el desplazamiento natural, sin olvidar que por cada 7700 calorías consumidas el ser humano promedio aumenta su peso corporal en un kilo, siendo que ese mismo individuo promedio requiere aproximadamente 2000 calorías al día.

Existen espacios que promueven el movimiento, los ejercicios y el “buen vivir”. Estos espacios de explosión muscular y ensalzamiento del “buen aspecto físico” también son lugares sedentarizados. La gente pasa de sus sitios habituales, casas u hogares, a establecimientos con múltiples máquinas que mantienen encerrados a los convenidos.

La trayectoria puede ser diaria, pero el camino es el mismo, pasan alrededor de 2 a 3 horas en el mismo lugar, cambiando rutinas, pero sin promover el desplazamiento mental que, según Thoreau, propone una caminata.

Actualmente, en espacios de trabajo, son muy pocas las empresas e instituciones que promueven el movimiento físico, las pausas activas, las jornadas de ejercicio colectivo en compañía de colegas durante las horas de reposo laboral. Las instituciones intentan ajustar a las horas de descanso programas de acondicionamiento físico. La toma de decisiones de la mayoría de los trabajadores frente al tiempo libre, al parecer, no tiene nada que ver con el ejercitarse (24). Países como Japón, por ejemplo, le hacen frente a estas decisiones e incluyen gimnasios en algunas de sus empresas y se considera obligatorio después del almuerzo realizar actividad física. Vale la pena aclarar que esto no sucede en todas las empresas japonesas, la llamada “cultura del deporte y la vida saludable” aún es incipiente en algunos países desarrollados y en vía de desarrollo. Pero, aunque la vida “fitness” ya está reclamando espacio en diversos escenarios de la vida íntima y social, a los ojos de un Le Breton, Flaubert, Balzac y Simmel existirá la misma pregunta ¿En qué parte de la consciencia ha sido relegado el poder de la caminata que posibilita la sociabilidad entre el cuerpo y la naturaleza? (25).

Marilyn Oppezzo y Daniel Schwartz de la Universidad de Standford han desarrollado indagaciones al respecto. El aumento de las capacidades creativas después de horas de caminata ha sido una de las razones por las cuales estos dos psicólogos pusieron a prueba lo que dijeron años atrás los filósofos, los artistas y los literatos sobre el caminar: el caminar es una de las más sólidas facultades del ser humano para dar rienda suelta a la imaginación, la tranquilidad y el agradecimiento (24).

En los resultados de algunos de sus estudios, Oppezzo y Schwartz han concluido que aquellos caminantes que antes y después de una lluvia de ideas dan un paseo o caminan por unas horas, aclaran y concluyen positivamente sus trabajos. Es importante resaltar que las caminatas en lugares diversos difieren en los resultados creativos.

Por ejemplo, aquellos que caminaron en recintos cerrados tuvieron sustancialmente menores resultados creativos que aquellos o aquellas que dieron largas caminatas al aire libre. El trabajo creativo se observa principalmente en la escritura literaria o las producciones manuales, por lo que muchos de los trabajos que no fueron terminados o no se concretaron visualmente se relacionan con los participantes que, en vez de caminar, tomaron un descanso o caminaron en lugares cerrados, próximos a sus puestos de trabajo (24).

En estudios como el anteriormente mencionado, es de suma importancia resaltar la diferencia que los autores exponen entre hacer ejercicio y caminar, puesto que la mayoría de las veces las personas consideran que el caminar es mover el cuerpo durante dos o tres horas en una marcha constante. La gran diferencia entre estas actividades radica en el efecto que tienen sobre la bioquímica del cuerpo. Hacer ejercicio se relaciona con una mejoría del estado de ánimo y el equilibrio hormonal; la caminata se relaciona con una mejoría de la producción creativa, de la memoria y la capacidad de concentración, porque es un movimiento que implica un inventario de ideas relacionadas a las actividades realizadas con anterioridad (26).

Entre los efectos fisiológicos del ejercicio y no necesariamente del caminar, se cuentan la muy buena adaptación al estrés por la regulación de la actividad adrenal y aumento de las reservas de esteroides, sin embargo caminar también puede disminuir los niveles de estrés por mecanismos diferentes como incremento de sustancias químicas tales como las endorfinas, serotonina, encefalinas, dopamina, norepinefrina que producen una sensación placentera al finalizar el ejercicio (solo cuando la marcha se convierte en carrera puede conseguir efectos similares en el cuerpo).

Se piensa cuando se camina y se debe caminar cuando se quiere pensar. Recordemos que caminar implica un desplazamiento en espacio y tiempo. Si caminamos con el cuerpo lo hacemos de igual forma con la mente. La creación manual está relacionada con la liberación de las manos justo en el instante en que los primeros homínidos pudieron levantarse en sus dos patas traseras y andar. De ahí deviene la importancia de caminar como liberación de las tensiones corporales y las ideas estancadas (24).

Caminar para enaltecer el recorrido histórico y diario de nuestros cuerpos. Evitar el estado de blancura del que muchos intelectuales presumen al caminar, porque se camina no para dejar la mente en blanco, se camina para activar la creación, para atacar la anulación del ser cuando se posa frente a una pantalla por horas, cuando se niega la oportunidad de dar cuenta de las proezas de sus ancestros por medio de sus piernas. El caminar es para rechazar las anulaciones del espacio público que no promueven el libre movimiento del peatón en las ciudades.

Caminar más, sin extensiones corporales que silencien la capacidad de admiración frente al paisaje. Marchar orgullosos y orgullosas del proceder natural de nuestros pies, como un acto de nobleza y absoluto respeto a una de las aventuras evolutivas del cuerpo humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Le Breton D. Elogio del caminar. [Internet] Disponible en [https://www.academia.edu/40443440/David\\_Le\\_Breton\\_-\\_Elogio\\_del\\_caminar](https://www.academia.edu/40443440/David_Le_Breton_-_Elogio_del_caminar) (2000)
2. Rodríguez, M. Caminar 10 000 pasos al día para mantener una buena salud y calidad de vida. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales* [Internet] 2011; 24 (12): 137-145. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/666/66622581009.pdf>
3. Gutiérrez F. Sociólogo francés asevera que guardar silencio y caminar son formas de resistencia política. [Internet]. Disponible en <https://www.elciudadano.com/medio-ambiente/sociologo-frances-asevera-que-guardar-silencio-y-caminar-son-formas-de-resistencia-politica/06/25/> (2000)
4. Aguilar M. El caminar urbano y la sociabilidad. Trazos desde la Ciudad de México. *Rev. Alteridades* [Internet] 2016; 26 (52) Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-70172016000200023](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-70172016000200023)
5. Amos J. Fósiles que aclaran el misterio de los primeros caminantes. [Internet] Disponible en [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/03/120328\\_ciencia\\_etiopia\\_fosiles\\_hominido\\_cch](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/03/120328_ciencia_etiopia_fosiles_hominido_cch)



6. Amos J. El hueso por el que ‘Lucy’ caminaba erguida. [Internet] Disponible en [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/02/110211\\_australopithecus\\_bipedos\\_lucy\\_rg](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/02/110211_australopithecus_bipedos_lucy_rg)
7. Roberts A. Evolution. The human story. 2011. Dorling Kindersley Limited.
8. Brusco I. El ser humano, especie caminante. [Internet] 2019 Disponible en <https://www.baenegocios.com/sociedad/El-ser-humano-especie-caminante--20191120-0049.html>
9. Thoreau D. Caminar. Escritos sobre la vida civilizada. La Editorial. 2012 [Internet] Disponible en: [https://www.unioviado.es/constitucional/seminario/books/In\\_Itinere\\_01-Thoreau\\_Escritos\\_Vida%20civilizada.pdf](https://www.unioviado.es/constitucional/seminario/books/In_Itinere_01-Thoreau_Escritos_Vida%20civilizada.pdf)
10. Thoreau D. Sobre la desobediencia civil. Norma. 1998. Colombia.
11. De Bravo C. Sentido de la imaginación en William Wordsworth. Rev. Ideas y Valores. 2013; 62 (153) [Internet] Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/idval/v62n153/v62n153a08.pdf>
12. Wordsworth W. Selected poems of William Wordsworth. The poetry bookshelf. 1958.
13. Dickens, C. Paseo nocturno. [Internet] Disponible en <https://www.serlib.com/pdflibros/9788430602223.pdf>
14. Balzac H. Eugenia Grandet. Editorial Oveja Negra. Colombia. 1982.
15. Balzac, H. Tratado de la vida elegante. Editorial Impedimenta. 2011.
16. Collado S. Carrillo J. Balzac y el análisis de la marcha humana Neurología 2015; 30 (4): 240-246.[Internet] Disponible en <https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-295-articulo-balzac-el-analisis-marcha-humana-S0213485312001065>
17. Peterson, J. 12 reglas para vivir. Un antídoto al caos. 2018. Editorial Planeta. 23-57.
18. Menendez JL. Ascidas: características generales. Astornatura.com [Internet] Disponible en <https://www.astornatura.com/articulos/tunicados/ascigen.php>
19. Riveiro A. Los osos de agua sobrevivirán a todos, incluso al sol. Astrobitácora [Internet, 2017] Disponible en <https://www.astrobitacora.com/los-osos-de-agua-sobreviviran-al-sol/>
20. Solnit R. Wanderlust. Una historia del caminar. [Internet] Disponible en [https://hueders.cl/wp-content/uploads/2016/03/Wanderlust\\_adelanto-1.pdf](https://hueders.cl/wp-content/uploads/2016/03/Wanderlust_adelanto-1.pdf)

21. Hugo V. Los miserables. Editorial Bruguera. España. 1970.
22. Sánchez I. Prótesis biónicas, biología y tecnología. *Panorama Actual del Medicamento* 2018; 42 (411): 256-259 [Internet] Disponible en [https://gruposdetrabajo.sefh.es/gps/images/stories/publicaciones/pam\\_2018\\_42%20411\\_256-259.pdf](https://gruposdetrabajo.sefh.es/gps/images/stories/publicaciones/pam_2018_42%20411_256-259.pdf)
23. Morales A. Análisis semiótico cognoscitivo del arte rupestre de la Pasiega. *Rev. Colmena*. 2018: 100. [Internet] Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4463/446358278008/html/index.html>
24. Sarabia B. Desaparecer de sí. Una tentación contemporánea [Internet, 2017] Disponible en <https://elcultural.com/Desaparecer-de-si-Una-tentacion-contemporanea>
25. Simmel G. “La metrópolis y la vida mental”, en Mario Bassols et al., *Antología de sociología urbana*, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 1988. 47-61
26. Oppezzo, Schwartz. Give your ideas some legs: the positive effect walking on creative thinking. [Internet, 2017] Disponible en <https://www.apa.org/pubs/journals/releases/xlm-a0036577.pdf>

## CAPÍTULO 2

# EL GOCE DE MARCHAR: EFECTOS Y AFECTOS DEL CAMINAR

Diego Fernando Bolaños  
Universidad Santiago de Cali/ Cali, Colombia  
✉ [diego.bolanos04@usc.edu.co](mailto:diego.bolanos04@usc.edu.co)  
© <https://orcid.org/0000-0002-6629-4705>

Yorladiz Giraldo Gutiérrez  
Universidad Santiago de Cali/ Cali, Colombia  
✉ [yorladiz.giraldo00@usc.edu.co](mailto:yorladiz.giraldo00@usc.edu.co)  
© <https://orcid.org/0000-0001-9889-0897>

### Cita este capítulo:

Bolaños DF y Giraldo-Gutiérrez Y. El goce de marchar: efectos y afectos del caminar. En: Perafán-González DY. (Ed. científica). Perspectivas de la marcha humana. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 35-60.



# EL GOCE DE MARCHAR: EFECTOS Y AFECTOS DEL CAMINAR

THE JOY OF GAIT. EFFECTS AND IMPACTS OF WALKING

Diego Fernando Bolaños

© <https://orcid.org/0000-0002-6629-4705>

Yorladiz Giraldo Gutiérrez

© <https://orcid.org/0000-0001-9889-0897>

*Si el acto de escribir, que consiste en hacer fluir algo líquido de un tubo sobre un papel blanco, ha cobrado la significación simbólica del coito, o si la marcha se ha convertido en sustituto simbólico de pisar el vientre de la Madre Tierra, ambas acciones, la de escribir y la de caminar, se omitirán porque sería como si de hecho se ejecutase la acción sexual prohibida. El yo renuncia a estas funciones que le competen a fin de no verse precisado a emprender una nueva represión, a fin de evitar un conflicto con el ello*  
S. Freud (1)

## RESUMEN

Este texto presenta algunas reflexiones sobre el acto y acción de caminar en perspectiva del psicoanálisis; es decir, lo que aquí se trata es, por un lado, identificar algunos de los efectos que el caminar produce colocando el acento en la condición de salud, desde una mirada biopsicosocial. De otro lado interesa observar los afectos que inducen a un sujeto a “ponerse en marcha”. Sobre ambos aspectos se hace indicación a la par que se conceptualiza lo relativo a la marcha y al cuerpo al final se destaca lo que en el texto se denomina el “goce alcanzado al caminar” desde donde se vindica las posibilidades de disfrute que esta acción denominada, la más básica de las acciones o de las principales habilidades motoras, produce en los sujetos.

**PALABRAS CLAVE:** efectos del caminar, efectos psicológicos de la marcha, cuerpo y mente del que caminar.

## **ABSTRACT**

This text presents some reflections on the act and action of walking in the perspective of psychoanalysis; in other words, what is involved here is, on the one hand, to identify some of the effects that walking produces, emphasizing the health condition, from a biopsychosocial perspective. On the other hand, it is interesting to observe the affects that induce a subject to “get going.” On both aspects, an indication is made at the same time that what is related to the gait and the body is conceptualized, at the end, what is called in the text the “enjoyment achieved by walking” from which the possibilities of enjoyment that this so-called action, the most basic of actions or the main motor skills, produces in the subjects is vindicated.

**KEYWORDS:** Effects of walking, psychological effects of walking, body and mind of walking.

## **INTRODUCCIÓN**

Pareciera una constante de común acuerdo decir que el ejercicio regular (incluido el caminar o marchar) y la actividad física (que implica de manera exclusiva datos de gasto calórico), son de suma importancia para proteger/mantener la salud, como lo estableció el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (INS-EEUU) (2). También se dice que son importantes para mantener la habilidad y la forma física en todas las edades. Por esto, por ejemplo, caminar, debería ser un acto de deseo y una acción que proporcionaría satisfacción o, al menos, de mucha repetición, ya que generaría bienestar. Sin embargo, como puede deducirse de la nota tomada de Freud de Inhibición, Síntoma y Angustia (1), existen casos en donde los afectos de un sujeto para caminar y para realizar actividad física no son los más indicados o favorables debido, probablemente, a significaciones simbólicas y a sentidos relacionados con dicha

acción. La referencia a los afectos se toma aquí como toda esa gama de sentimientos y emociones que despierta algo o alguien en el/la sujeto. En este caso los que se generen debido a la acción de caminar. Por supuesto que la condición desfavorable para caminar referida anteriormente, se escapa a la comprensión por parte de la racionalidad salubrista cuando ella no se apuntala en la concepción biopsicosocial o integradora de la salud y, más aún, cuando se distancia de la condición y principio de individualidad (que aquí se tomará como singularidad).

En este capítulo se hará un acercamiento a las condiciones vinculantes entre lo psíquico y la marcha (entendida esta como la acción de caminar). A pesar que pueda parecer disonante con la invitación que se ha hecho desde la fisioterapia a la psicología para que, si tiene algo que decir sobre la marcha y el caminar, lo diga, el propósito es, haciendo uso de la condición universitaria (universalidad del saber y del conocimiento), presentar una/otra perspectiva del acto y de la acción motriz de caminar que permita, tal vez, una interpretación/comprensión que vaya más allá de lo evidente y de los supuestos. Es el deseo del autor y de la autora, no satisfacer a nadie, pero si aportar al conocimiento con las reflexiones e inquietudes aquí expuestas.

### ***Marchar o caminar/andar, he ahí una cuestión***

La caminata o propiamente el caminar y el andar, entendido técnicamente en el lenguaje de la salud como marcha, es: a) Una *actividad* (asumido el cuerpo como un conjunto de mecanismos y estructuras que se corresponde con concepciones como la que los seres humanos somos bípedos; es decir, organismos erectos con cuerpos diseñados para la locomoción) o b) Una *acción* de amplia complejidad. Debe aclararse de una vez que se identifica una distancia conceptual y epistemológica entre *acción* y *actividad*. La primera es vista aquí como la demostración de un sujeto que deberá hacerse responsable de sus actos. La segunda da cuenta, tal vez, de un individuo que responde a estímulos del medio y funciona mecánicamente. Sin ser este el espacio para realizar una discusión filosófica, semiótica ni lingüística de tal envergadura, baste con

decir que aquí, caminar y andar (la marcha), va a ser tratada como acción, eso sí, en orientación de un sujeto potenciado y responsable.

Apegados al contexto fisioterapéutico en el que se inscribe este libro, del cual el texto en lectura es sólo una parte, se dirá que la marcha humana y, por analogía caprichosa, caminar y andar, es un proceso de movilización o de “(...) locomoción en el cual el cuerpo humano, en posición erecta generalmente, se mueve hacia delante, siendo su peso soportado alternadamente por ambos miembros inferiores” (3). Por supuesto que, también existe el movimiento hacia atrás que no es propiamente un anti-movimiento o una anti-marcha, sino, como en los automóviles, una “marcha atrás”. Como sea, sí se tendrá en cuenta aquí que caminar es “una de las principales habilidades del ser humano” (4) que le diferencian del resto de especies animales (5, 8).

Ahora, resulta importante afirmar que, aunque marchar y caminar (andar) pueden ser tratados iguales, como caprichosamente se hace aquí, existen diferencias sustanciales entre ellas. La *marcha* hace referencia, a una “actividad o funcionamiento de un mecanismo, órgano o entidad” (9). Así, existe marcha deportiva (atlética), militar (de la tropa), empresarial (negocio que está en marcha) de protesta (la marcha) todas con dinámica, cadencia y ritmo particulares; organismos y organizaciones que se muestran, asumen e identifican vivos/as al ponerse en marcha. Desde esas ¡puestas en marcha! es posible referir patrones característicos que, en el caso de la marcha humana “normal” o cotidiana, pueden servir para identificar a una persona; es decir, un sujeto puede ser reconocido o identificado por su manera de marchar o por el sonido/ estruendo de sus pasos (5).

Ya por su parte caminar/andar refiere a, por ejemplo, hacer una caminata, un paseo, un recorrido de un trayecto o un “viaje corto” (9) realizado, regularmente, por diversión y relajación, aunque, algunas caminatas llegan a ser extenuantes y extensas. Caminar es una acción que requiere premeditación. Desde esa condición racional y emocional el sujeto debe responsabilizarse tanto de su inicio y proceso como de los resultados; de ahí que se hable de factores psicológicos como la personalidad y las emociones que le modifican (5). Así, para guardar consistencia con la orientación psicodinámica de este



capítulo, se hablará entonces de la acción de caminar y de realizar caminadas o caminatas.

Una pregunta al margen, pero no de menos importancia contextual-temporal, y es que vale la pena preguntarse, en las condiciones de confinamiento por la pandemia del coronavirus, ¿qué sentido y significado tendría caminar con el covid-19 al acecho? De momento, no hay respuesta para ello ya que, por un lado, sentido y significado remiten a situaciones singulares y, tal vez cada sujeto amante o en necesidad de caminar haya conseguido o esté consiguiendo afrontar, –en la marcha–, esta situación de amar y no conseguir realizarse en lo amado, tal vez –amante frustrado–; de necesitar y no poder obtener lo necesitado de momento por lo cual será un caminante frustrado; de otro lado, es posible que las investigaciones estén aún en proceso de ajustes para ser aplicadas o realizadas. Lo cierto es que la limitación de acceder a espacios abiertos, que implican un hacer y un ser social, viene a convertirse en un condicionante a esa acción de caminar, de hacer caminatas; a ese acto responsable y voluntario que, debido a pautas y ordenamientos sociales para el autocuidado, hoy, probablemente, algunos han tenido que detener –sus marchas–. Estudios posteriores, minuciosos, detallados y desde diversas orientaciones teórico-conceptuales, darán respuestas a lo anterior; al menos, es lo que se espera de las ciencias y de las disciplinas que se derivan en el avance del conocimiento.

### **Clases, escenarios, cuerpo y sujeto que camina**

Sobre clases o formas de marchar/caminar/andar que seguramente el lector de este libro encontrará más detalladas en los otros capítulos, se referirán aquí las ya mencionadas como marcha (deportiva, militar, empresarial, de protesta) y las caminadas (por recreación, por salud). En todas ellas es importante destacar, más allá de la lógica del gasto energético, la movilización de estructuras y funciones orgánicas y los logros o beneficios que ofrecen, la disposición de un sujeto a andar o a caminar. Disposición que implica voluntad (sujeto que decide y actúa) y que a su vez podrá depender de un o unos escenarios de los que disponga (sujeto social-cultural), de sus habilidades

o cualidades físicas (sujeto corporeizado), del tiempo o tiempos con que cuenta (sujeto ocupado, sujeto productivo), entre otros. Todos ellos conjugados con lo que anteriormente se planteó como factores psicológicos intervinientes: la personalidad y las emociones.

Sobre el factor personalidad, es importante indicar que esta puede moverse a partir de unas búsquedas de sentirse a gusto o de evitar situaciones que incomoden o generen displacer. Así, caminar implicaría un hacer o un conjunto de acciones placenteras, placer que no es posible referirlo de antemano y menos testimoniarlo como tercero, sino que estará, por decirlo gráficamente, en los pies del que camina. Siempre y cuando, como fue referido en las palabras de Freud que encabezan este texto, dicho accionar no encuentre relación (consciente, pero mucho más inconsciente) con aspectos repugnantes, agresivos y prohibidos que deban reprimirse para, “evitar un conflicto con el ello” (1); es decir, aspectos que funcionarían para el caminar como diques, barreras o limitantes a este accionar/actuar.

El concepto de dique que Freud (10) aplicó al asco, la moral y la vergüenza en función de la sexualidad al inicio de la explosión de la pubertad, entra aquí a tomar sentido de limitante para caminar, en metáfora psicodinámica y por asimilación, con aquello que él mismo refirió como “pisar el vientre de la Madre Tierra” (1), lo cual aterrorizaría al sujeto. Pero, se preguntará ¿qué de un acto tan benéfico y saludable –así es presentado en la fisioterapia, la medicina y la fisioterapia– como el caminar, puede incluir o despertar tales elementos de miedo o de terror? Se intentará explicar a continuación.

El punto de referencia tiene origen en el cuerpo, cuerpo que se mueve, atraviesa y se ve atravesado por significados e interrelaciones imposibles de definir y menos de prever. De igual forma que el cuerpo, en su condición histórica que remite a significados, el movimiento de éste ha presentado y representa significados, entre ellos, los que se mencionan a continuación y que hacen parte de estudios de la ciencia conocida como psicomotricidad en su evolución paradigmática. Entonces, siguiendo a Bolaños (11), cuerpo y movimiento, cuerpo que se mueve, cuerpo que camina o cuerpo que marcha, se ubicará aquí un posible devenir histórico-cultural que, en el último

siglo, con las correspondientes representaciones y significaciones, ha atravesado el cuerpo.

a. *Un cuerpo asumido como hábil* el cual, bajo la óptica mecanicista, se ejercitaría, entrenaría y adiestraría para labores cotidianas relacionadas, en su mayoría, con las de la producción industrial. Esta fase se ubica a finales del siglo XIX y mediados del XX. El movimiento entonces, y por supuesto el caminar, estaría sujeto a las condiciones de una industria creciente que requería de cuerpos recios y fuertes, que se ajustasen a las maquinas las cuales se mantendrían cerca de ellos. La máquina y el cuerpo en una simbiosis productiva y productivista. Por la amplia literatura existente sobre los modos de producción y medio ambiente, es posible intuir que dicha simbiosis es la que más ha afectado al planeta, a la madre tierra.

b. *Un cuerpo visto en perspectiva de lo consciente*; concebido como capaz de recibir, escoger, analizar, poner en orden y conservar la información emanada de su propio funcionamiento y de su interacción con el medio. En esta fase, que se podría ubicar desde finales de la segunda guerra mundial hasta los años 70 (11), varios movimientos socio-culturales y avances científicos como la invención de la píldora anticonceptiva a principios de los años 50, la conformación del movimiento gay, el auge del consumo de psicodélicos, la antipsiquiatría y el gran movimiento revolucionario de mayo francés o de 1968 caracterizado por la crítica y la protesta contra todo el andamiaje conservador –social cultural y de producción– ejercían presión sobre los cuerpos. Así un cuerpo que se movía, por un lado, respondiendo-obedeciendo de manera consciente ante las exigencias del sistema y, por otro lado, un cuerpo en intento de emancipación con movimientos (múltiples marchas) que podrían liberarle para moverse menos sumisamente y más alegremente. El caminar tendría entonces sentidos de esperanza y de utopía, especialmente en las juventudes. Se caminaría para la liberación de ataduras, y caminar significaría liberarse “haciendo camino al andar” como lo cantó Joan Manuel Serrat. Pero, caminar también se haría para liberar a la tierra del productivismo y explotaciones exacerbadas a las que estaba siendo sometida, por la acción de los países desarrollados sobre los demás países, llamados

tercermundistas, subdesarrollados o en vía de desarrollo gracias a políticas capitalistas como las de agroexportación, de explotación de recursos y la privatización para equilibrar las economías desestabilizadas por el impacto de la segunda guerra mundial, los efectos de la guerra fría y los diversos conflictos civiles del momento (12, 13).

c. *Un cuerpo significativo*; cuerpo asumido como capaz de “hablar” - comunicary manifestar, que contiene, a lo largo de toda su existencia, un gran número de significaciones. El cuerpo ya no es simplemente un receptor, sino un “vehículo” capaz de emitir información, señales, significantes que pueden acompañar y en ocasiones sustituir a la palabra atestiguando en contra o a favor de la historia individual y cultural del sujeto. Entonces, desde mediados de los 70, las técnicas de expresión corporal y de actividades de expresión con y en la naturaleza se han multiplicado. La sensibilización del cuidado del cuerpo y del cuerpo con necesidad de moverse, de caminar y andar en la naturaleza (caminatas ecológicas, por ejemplo) para compensar y reponerse de los movimientos obligatorios impuestos para producir, fueron apareciendo e imponiéndose a través de discursos que podrían leerse como “actividad saludable, buena para lo físico y para el alma”; “camina: conéctate con tu naturaleza”; conéctate con la madre... tierra.

Ante esas tres posibles categorías, mociones o perspectivas del cuerpo humano, el movimiento y el caminar, en la postmodernidad, modernidad tardía o contemporaneidad cibernética y de las redes sociales, se erigiría una cuarta categoría que presentaría un *cuerpo* consumista o, retomando y redirigiendo a Voltorine (14), quien, al referirse a la escuela, hace un parafraseo del discurso capitalista de Lacan ubicándola en las condiciones de consumida y consumada, diríamos entonces que actualmente se presenta un cuerpo que, al moverse, al caminar cada día más en dirección al consumo, como espectro del discurso imperativo del capitalismo, es consumido por este y va consumando la finalidad de tal discurso que no es otro que el “consume y serás” diluyendo la máxima filosófica cartesiana del “ser o no ser”.

Un cuerpo qué, al moverse, al caminar, pero también al no hacerlo, consume; hace la tarea ordenada por el capitalismo. Se pueden destacar al respecto las diversas formas, estilos, medios y recursos que el capitalismo pone a disposición para que el caminar del sujeto ayude a “la marcha del sistema”, por ejemplo, el calzado, que pasó de proteger a dar confort y ser moda (5); de ropa, que ya no sólo cubre el cuerpo sino que lo destaca o lo hace visible, indumentaria (relojes, dispositivos, etc.) que coadyuva al rendimiento; bebidas hidratantes y ergogénicas para mantener funcionalidad y rendimiento orgánico, a pesar de la edad, también para evitar o prevenir lesiones y hasta mejorar el rendimiento.

En fin, todo un aparato o, como lo refiere Agamben (15), un dispositivo colocado a disposición o impuesto al sujeto que, sin importar la edad, ahora es preso del consumo y para redondear el parafraseo, se siente consumado al consumir sus caminadas, las que a su vez consuman el capitalismo.

Todo el imperativo de consumo que consume el capitalismo se extiende, como se mencionó antes, cronológica y típicamente: cobija diversos rangos etarios y tipos de personalidad/subjetividad que a través de una amplia gama de actividades aportan, literalmente, su “gramo” de oro. Así, esa llamada “principal habilidad del ser humano”: el caminar, no podría quedarse por fuera. Y no se queda por fuera porque en sí, a partir de los discursos, ha sido colocado en un estatus de goce que, a la vez, viene a ser, como lo dejó entrever Lacan (16), uno de los mecanismos, sino el más trascendental, por el cual se produce o constituye la vida psíquica, la subjetividad, en función de las características de la sociedad contemporánea.

Entonces, retomando la premisa del caminar como una de las principales habilidades del ser humano que necesariamente al recibir discursos e impactos del medio se afectará o dinamizará en la condición de corporalidad o de ser cuerpo impactado, cuerpo también consumado con el caminar, se dirá que caminar llega a convertirse en una habilidad que habilita al sujeto en su también condición social productiva y de consumo.

Justamente en esa condición social de consumo, fusionada en la de sentirse consumido, entraría a verse una clave de respuesta a esa pregunta que orientó gran parte de este apartado y es ¿qué es lo que llega a sentirse consumido al caminar lo que puede generar similar terror que el sentir que se pisa o pisotea a la madre... tierra?

## **Cuerpo y salud en/con el caminar**

Caminar implica movimientos gruesos que ponen en función el cuerpo como totalidad (11); donde es necesario tener el control motor y control en los mecanismos de ajuste postural. Previo a caminar se requiere de una postura, entendida como una disposición/ubicación, que llega a ser el patrón motor básico para garantizar la realización de los movimientos tanto gruesos como finos. La motricidad gruesa comprende, además, algunas habilidades que se van presentando con el desarrollo del ser humano. Aquí se hará referencia a los efectos del caminar en el cuerpo. Efectos que se colocaran en clave de salud, es decir en perspectiva bio-psico-social.

En primer lugar el cuerpo, como se ubicó en el anterior apartado, ha sido atravesado por diversas representaciones que van desde asumirlo mecánicamente hasta verlo como elemento potencial de consumo; por supuesto, la salud de esos tipos de cuerpo tendrá entonces una orientación correspondiente, aunque no necesariamente con el mismo acento del devenir cronológico y representacional padecido y cargado por el cuerpo según fue presentado. Entonces, la salud o el discurso sobre la salud, ha podido o no, estar implicada en tales representaciones, es decir, puede haber sido producto o productora de alguno de ellos al implicarse en lógicas de producción. Pero, indistintamente de lo epistemológico y filosófico que le corresponda a dicha discusión, deberá referenciarse la salud con el advenimiento de aspectos de beneficio para el sujeto que aquí se ha resuelto llamar efectos.

### **a. Efectos anatómo-fisiológicos y de salud producidos al caminar**

Como constante, la literatura especializada muestra, por ejemplo, que los ejercicios de resistencia –aeróbica–, entre ellos las caminatas de larga duración, aumentan la capacidad de respiración al igual que el ritmo de los latidos del corazón y demás sistemas del cuerpo humano (2, 17). Según Arthur Kramer citado por Garza (18), caminar por lo menos 30 minutos cinco veces a la semana incentiva la actividad cerebral en personas mayores de 60 años. En general se plantea que dichos ejercicios mejoran la condición del corazón, los pulmones, y el sistema circulatorio. De esa forma, teniendo más resistencia no sólo se presenta un sujeto más sano, sino con mayor disposición para las actividades diarias o rutinarias, la socialización, las tareas cognitivas y hasta la motivación para la vida.

De alguna forma, caminar se ha asumido como un componente esencial de ese “medicamento” que está al alcance de todos y que algunos refieren como ejercicio físico, actividad física o deporte. Sin embargo, esta premisa no es nueva; desde la antigüedad, por ejemplo, en los griegos, era ya punto de referencia de la vida en la polis. Así, Sócrates, uno de los principales exponentes de la civilización helénica por su inteligencia e intelectualidad, abordó el tema de las sensaciones y la relatividad de éstas, y fomentó la idea de que las actividades física e intelectual son necesarias para la salud (19). Es claro entonces que la relación entre la mente y la ejercitación física ya estaba presente desde entonces como lo menciona Dosil:

El interés humano en relacionar mente y cuerpo no es reciente. Las civilizaciones antiguas propugnaban el uso terapéutico del ejercicio con fines tanto físicos como psicológicos (Biddle, 1995). La mítica expresión *mens sana in corpore sano* es fiel reflejo del bienestar mental que proporciona la práctica de actividades físicas/deportivas. La indisolubilidad cuerpo-mente, obliga a que se tengan que cuidar ambos y a que no se descuide ninguno de ellos (20).

Una pregunta que puede rodear a todo carnal que se disponga a iniciar una rutina o unas jornadas de caminatas será ¿Qué puede

hacer eso por mi cuerpo y por mi salud? Bien, a esta persona se le puede responder que puede hacer mucho pero que dependerá de la constancia, dedicación y perseverancia. Efectivamente esas actividades, pero en especial caminar y, eventualmente, la natación, ejercen una influencia armonizadora en todo el sistema nervioso central ya que involucra todos los sistemas. Por ejemplo, es necesaria la cinestesia (o kinestesia) (21) y toda la propiocepción para la cual juegan un papel importante los receptores táctiles (hacen saber qué parte del cuerpo está en contacto con la tierra) y los propioceptores de los músculos, tendones y articulaciones, que lo mantienen continuamente informado de la posición exacta de cada parte del cuerpo en el espacio.

Junto a la propiocepción juegan también papel importante las habilidades motoras básicas (11) como el equilibrio y la coordinación (oculopédica, oculomanual y de los miembros –superiores e inferiores–). Desempeñan también papel importante la orientación temporal y espacial y el reconocimiento de las superficies, los lugares etc. Con las anteriores también se hace necesario la funcionalidad de los sentidos visual, auditivo y del sistema motor.

Si bien es cierto que caminar involucra la coordinación gruesa y grandes grupos musculares, también lo es que cualquier situación o elemento, por insignificante que sea, puede ocasionar traumatismos en el desplazamiento del sujeto o incluso desencadenar accidentes; de ahí que el sentido de alerta, de vigilia y la atención deban estar en óptimas condiciones y preparados para actuar. También los datos de investigaciones muestran que el caminar satisface todas las necesidades del ejercicio aeróbico que tiene el cuerpo, si se hace de manera que aumente suficientemente los ritmos cardíaco y respiratorio y en condiciones físico-ambientales adecuadas (3, 22).

Otros beneficios que cuentan para la lista y que se instalan a partir de la ejecución del caminar están en el orden de beneficios neurológicos generados del movimiento cruzado de las extremidades (al caminar el movimiento de las extremidades tiene forma cruzada: se mueve al mismo tiempo la pierna derecha y el brazo izquierdo, después la pierna izquierda y el brazo derecho). Es de recordar el



funcionamiento contralateral del cerebro y con ello su estimulación también reaccionando a dicha condición que, al acompañarse con la estimulación visual, táctil y propioceptiva (producto de la cinestesia antes mencionada) genera estímulos en conexiones neuronales.

Un elemento adicional al respecto de los últimos beneficios, es que ellos pueden alcanzarse con recorridos cortos o con caminatas aeróbicas largas; es decir, que no requieren, necesariamente, de gran cantidad de tiempo o intenso esfuerzo físico y mental. Adicionalmente, pueden aumentarse dichos beneficios implementando, por ejemplo, balanceos de miembros superiores, cambios de dirección, paradas y puestas de nuevo en movimiento.

El caminar tiene tantas bondades que se plantea que realizarlo con regularidad (pero con disposición a ello), incluso entre 15 a 30 minutos al día, reduce riesgos de enfermedades cardiacas y accidentes cerebrovasculares, adicionales a la estimulación cerebral antes mencionada, aportada por Kramer (18). La razón a estos beneficios es la disminución de niveles de colesterol de baja densidad o “malo” (LDL), mientras coadyuva en el aumento de los niveles de colesterol de alta densidad o “bueno” (HDL). Caminar también favorece la disminución de la presión arterial o su control en niveles adecuados. Esta actividad requiere entonces de la integración funcional general, de gran experiencia sensorial y motora a la vez que ejercita el cerebro y todos los sistemas sensoriales, además del sistema músculoesquelético.

Todo lo anterior, que no es poco, se consigue sin que se requieran acciones preparatorias de gran envergadura o, como se mencionó anteriormente, de gran esfuerzo. Porque caminar, como habilidad de estar erecto y como condición sui generis a la bipedestación requiere sólo de los más “naturales” movimientos adicionales a la intención de andar. Es por ello que se concibe como la más elemental de las acciones físico-atléticas. Entonces, al “carnal aquel”, se le puede exhortar, con la mayor confianza a que comience a caminar, ya que los beneficios especiales antes referidos no los obtendrá fácilmente “a la mano” de parte de otros tipos de acciones/actividades físicas.

## **b. Efectos psíquicos del caminar**

Bien, el listado aquí puede no ser tan extenso y más aún, lo que hay puede responder en muchos casos, a ciertas generalizaciones que omiten condiciones subjetivas y singulares las cuales serían las que más deberían colocarse y resaltarse. Sin embargo, para no caer en el pesimismo improductivo debe decirse que se identifican entre otros, que el caminar aporta en la disminución, por ejemplo, de estados depresivos como lo arrojó un estudio realizado en Reino Unido y Escocia y reportado en la BBC por James Gallagher (23) al encontrar que caminar tiene un “amplio efecto” sobre la depresión y que una de sus ventajas, como ya se mencionó anteriormente, es que la mayoría de personas puede hacerlo fácilmente, adicional a que genera poco costo financiero y que es relativamente fácil de incorporar en la cotidianidad.

También se han encontrado efectos del caminar en la disminución de la ansiedad, en especial en la producida y asociada, por ejemplo, con estrés del trabajo y que funciona como adaptativo a la exigencia que, en ocasiones, se concibe como normal aunque no menos riesgosa y más cuando se asocia con otras manifestaciones psíquicas desfavorables afectando ostensiblemente al sujeto. Barrios (24), en un estudio experimental con aplicación de un programa de escala deportiva encontró que la práctica regular de “actividad física” aeróbica de baja intensidad y larga duración, ubicando en ella el caminar, mejoran los niveles de ansiedad, aunque no tanto los de estrés.

De acuerdo con Martinsen y Craft & Landers, retomados por Dosil (20), el ejercicio físico y por supuesto el caminar, son una buena forma de prevenir la depresión. Para estos autores, los programas de ejercicio producen cambios en la depresión erigiéndose con gran importancia en la recuperación de pacientes que la padezcan (20). Por su parte, Fortuño-Godes (25) afirma que, en general, los “estudios epidemiológicos han relacionado la práctica del ejercicio físico con la reducción de síntomas de depresión, ansiedad, y con la mejora del bienestar”.

Retomando sólo esos aspectos con lo que podría llamarse relación entre caminar-ejercicio físico/condición mental, requiere pensarse más en profundidad sobre lo que en sí produce esta acción motora básica a nivel de la psiquis humana y en especial a esos estados, sensaciones o percepciones de bienestar. Lo anterior dirige, en parte, a lo que se ha conocido y popularizado como producción de endorfinas, aquellas moléculas que produce el cuerpo y que tienen por funciones inhibir el dolor y producir sensación de euforia (26). Sobre su accionar, se sabe que se ubican entre las neuronas y permiten el intercambio de mensajes entre ellas; su producción se da en condiciones que pueden denominarse especiales o sea cuando el cuerpo es expuesto a ciertos estímulos regularmente intensos que producen exaltación.

Pero, se dijo anteriormente que el caminar no requiere necesariamente es un estímulo intenso, ¿verdad?; entonces ¿cómo es? Pues la respuesta estará en la singularidad o lo que en deporte y psicomotricidad se conoce como principio de individualidad (11) que refiere que lo que para algunos sujetos signifique una actividad como de baja intensidad, para otros puede ser moderada, media o hasta de alta intensidad y con ello los resultados también lo representarán.

Asociada a la producción de endorfinas y su impacto en la inhibición del dolor y la euforia del sujeto, se encuentra el mejoramiento de la percepción de sí mismo que estará asociada a la “autovaloración” de las condiciones y capacidades para las actividades diarias. Caminar aporta también al mejoramiento de las capacidades cognitivas; sólo por mencionar una parte, se tiene que, junto con el ejercicio físico en general, favorece aquellos aspectos relacionados con la plasticidad neuronal, entendida ésta como “capacidad de adaptarse anatómica y funcionalmente a los cambios del ambiente que incluyen resolución de problemas, estimulación motora, cambios traumáticos o enfermedades”(25).

Lo anterior induce a pensar sobre la relación directa entre mejoramiento de la capacidad o condición biológica aumentada gracias al esfuerzo físico atlético, en este caso caminar, y los logros relacionados con la capacidad cognitiva. Mejoramiento de la

capacidad cognitiva es, entre otras cosas, el mejoramiento de las estructuras cognitivas y funciones cerebrales (27) de las cuales está ya suficientemente comprobado que “a mayor actividad aeróbica, menor degeneración neuronal” (28).

Así, se deduce que caminar aporta al objetivo de mantener el bienestar mental-psíquico el cual, “se produce cuando el sujeto tiene un estado de ánimo positivo y una sensación de bienestar general, con baja frecuencia de síntomas de ansiedad y depresión” (20). Estado de ánimo positivo puede leerse como confianza y favorable estima de sí mismo revertido hacia los demás lo que da la salida para hablar del siguiente aspecto, es decir, los efectos del caminar en la socialización.

### **c. Efectos sociales del caminar**

Desde una perspectiva amplia de ver la salud y el bienestar, es posible decir que en la medida en que una acción mejore, incida o impacte alguna de las tres dimensiones que componen al sujeto (a saber: la biológica, la psicológica y la mental) esto incidirá también en las otras. Pues bien, en esta lógica ya se observaron algunos de los beneficios que trae el caminar y el ejercicio físico en el aspecto biológico (estructuras y funciones anatomo-fisiológicas) y en el psicológico; así, es posible deducir que la implicación de lo social debe darse por sentado. Sin embargo, deben destacarse algunos aspectos de la singularidad que componen también al acto de socializarse que es realizado por sujetos singulares.

Según el estudio sobre el impacto del caminar en los estados depresivos (23) es claro que hacer ejercicio con otros puede tener mayor impacto, pues ofrece la oportunidad de “(...) socializar, simplemente reír y disfrutar una pausa de la familia y el trabajo”. El caminar, como toda la gama de actividades de ejercicio físico y deporte, mejora la disposición social; es decir, la capacidad gregaria y también mejora la energía para hacer cosas por sí mismo, o sea, aumenta la condición de autonomía lo cual representa aportes a la condición psíquica pero también amplía las posibilidades de relacionarse con otros.

Es importante aclarar que lo anterior no debe tomarse como una desestimación del impacto que puede llegar a tener la realización de actividades físico atléticas en solitario y luego, como ello se revierte en bienestar para lo colectivo, al fin y al cabo, como se dijo anteriormente, el acto social es realizado por sujetos singulares y lo que cada uno obtenga por separado va a verse reflejado en la acción-interacción con el/los/las otros/as. Ya que el caminar junto con ejercicios físicos, como se refirió en el apartado inmediatamente anterior, mejoran la confianza, la estima y el concepto de sí mismo (28) es de esperar que un sujeto con esas dos condiciones a favor consiga tener mejores y mayor número de relaciones con otros sujetos; esto es, amplíe su condición, social.

Algunos estudios realizados en la orientación de relacionar el ejercicio físico y la condición social arrojan, por ejemplo, que las diversas actividades, en las que se puede mencionar las caminatas, aportan en “la potencialización de factores psicosociales como incorporar la norma, el respeto por el otro, la responsabilidad y el compañerismo” (28). Entonces, caminar, siendo parte de esa gama de acciones de la actividad física y el deporte, se erige como un instrumento poderoso de transformación social desde el desarrollo de los sujetos que, al tener mayor estima y mejor disposición para sus actividades cotidianas, también mostraran mayor disposición para la interacción social.

Lo anterior se refuerza con la premisa que popularmente se conoce sobre los beneficios del deporte y la actividad física, al enmarcarse como instrumentos o herramientas poderosas con miras a transformaciones sociales, que a la vez repercuten en cada uno de los sujetos en especial en su desarrollo social o psicosocial. De manera aplicada esto podría corroborarse en varias direcciones. En primer lugar, un sujeto con condiciones físicas favorables, con buen funcionamiento orgánico (ausencia de dolores), proclive a la adaptación, en buenas condiciones de alerta y atento a los estímulos del medio, se mostrará y demostrará más abierto ante los otros y otras.

Así, si la socialización se hace e instaura, como lo entrevió Freud (29) en *Psicología de las masas y análisis del Yo*, teniendo como primera

instancia la identificación que no es otra cosa que la constitución de un lazo afectivo con el otro lo cual está mediado por el deseo de, en este caso, hacer lo que el otro hace, pero también, y en mayor medida, devorar-incorporar a ese otro. Es decir, hacer lazo sería, unirse o vincularse con el otro a manera de relación de espejo como lo refirió Lacan<sup>30</sup> al aducir ese giro, desde un Yo especular a un Yo social, mediado por el deseo. Al respecto, es reconocido que muchos grupos de caminantes y practicantes de disciplinas deportivas en general, que luego afianzaron sus relaciones sociales en otros espacios, surgieron de encuentros fortuitos al caminar y hacer deporte (como los grupos de adultos mayores y de ciclistas amateur). He ahí una muestra del poder socializador que puede llegar a tener el caminar y el deporte en general como lo dimensiona, distingue y ejemplifica Bolaños (31) en el ensayo *El Deporte y la socialidad*.

### **Condiciones psíquicas favorables -afectos- hacia el caminar**

La pregunta que rodearía las posibilidades de despertar afectos hacia el caminar podrían girar en torno a lo que Paul Farmer (director de la Organización de Salud Mental –MIND– del Reino Unido), citado por Gallagher (23), dice: “Para sacarle el máximo provecho a las actividades al aire libre es importante encontrar un tipo de ejercicio que uno disfrute”. El disfrute y el goce colocan de frente a una encrucijada o a un dilema del sujeto actual y es el de tener que elegir o decidir estando de frente a muchas posibilidades generadoras de goce o tantas posibilidades de acceder a placeres e hiperplaceres gracias a la globalización (32). Bien, ahora se discernirá sobre algunos de los elementos a considerar al momento de hablar sobre inclinaciones y decisiones para caminar o ponerse en marcha.

### **Disposición a caminar**

Para referir lo relacionado con la disposición a caminar se tendrán en cuenta dos referentes supuestos para dicha condición mental: la preparación orgánico-funcional y psíquica y el goce y el disfrute del y en el caminar.

### a. Preparación orgánico-funcional y psíquica

Si se parte de la premisa que la posición bípeda y erecta propia en la evolución homínida, desde el *Homo habilis* hasta el *homo sapiens*, fue supuestamente adquirida por subsistencia (aunque aún sin resolver el enigma). Para dicha posición corporal jugaron papel importante, en primer lugar, divisar/protegerse de predadores y luego la consecución/transporte/consumo de alimentos. Cualquiera sea la causa que fomentó la toma de esta posición, una cosa es cierta, ella trajo consigo una condición diferente de locomoción del ser humano que ahora, distante de las posibles razones para su implantación, es una excelente opción para mantenerse activo y dinámico.

Corporalmente el ser humano cuenta con las condiciones que le hacen posible realizar caminatas. El mayor tamaño de sus miembros inferiores en relación con los superiores, la composición músculo esquelética de ellos, la estructura de los pies y hasta las inervaciones son coadyuvantes perfectos. Sin embargo, la sola estructura y condición funcional no bastan; cuenta también la disposición psíquica, esa que, en coordinación con lo corporal hacen posible el “ponerse en marcha”; “echarse a andar” o caminar. La referencia entonces es a la actitud, entendida en psicomotricidad como cualidad física y motora relacionada con reflejos, toma de posturas habituales y estados de ánimo reflejados por la postura corporal. La actitud motora “está condicionada por factores morfológicos (músculos, huesos), neurológicos (reflejos) y afectivos (expresividad) e, incluso, (...) aspectos socio-culturales” (11).

Adicional a la actitud, debe mencionarse las capacidades perceptivo-coordinativas como lo son el *esquema*, la *imagen* y el *concepto* corporal, todas ellas en constante e inseparable relación, al menos en ausencia de patología que les involucren. La primera se entiende como “la adaptación automática de las partes esqueléticas y a la tensión y relajación de los músculos necesarios para mantener una posición, para moverse sin caerse y para mover otros objetos con eficiencia” (33). La segunda, comprendida como la representación del cuerpo que se produce en la mente de cada sujeto y la tercera asumida como el conocimiento expreso (manifiesto) que se adquiere y maneja del cuerpo.

También la actitud puede referirse a la disposición hacia el acto de locomoverse o desplazarse. Mejor dicho, de disponerse a caminar. Ésta, tal vez, llega a ser una clave que concuerde con lo planteado anteriormente sobre los hiperplaceros actuales; hiperplaceros que estando colocados en otras actividades funcionarán como inhibidores del caminar. Un sujeto que se disponga a caminar deberá renunciar a otras actividades que tal vez, si no le encuentra un goce a caminar, le provean mayores estados placenteros. Renuncia que no todo carnal estará en condiciones de realizar. Disponerse a caminar implica estar sensible a adquirir un hábito que a largo plazo le generará beneficios en los ámbitos antes mencionados.

### **a. El disfrute y goce del y en el caminar**

Ya un siglo atrás Freud advirtió que, por ejemplo, la “locomoción es inhibida en muchos estados neuróticos por un displacer y una flojera en la marcha; la traba histérica se sirve de la paralización del aparato del movimiento o le produce una cancelación especializada de esa sola función (...)” (1). Contrario a la posible inhibición, ocasionada por los hiperplaceros de otras actividades o a la represión inducida por la estructura histérica, estaría el que el sujeto que camine encuentre razones/pasiones para hacerlo. Regularmente los discursos salubristas y estéticos destacan sólo la obtención o mantenimiento de la salud por un lado y la forma esbelta del otro, aunque, es claro que no por sólo caminar una persona obesa adquirirá una figura estilizada. Sin embargo, un hipertenso o alguien con los niveles de triglicéridos y glicemia elevados si puede llegar a obtener regulaciones en esos indicadores orgánico-funcionales de su salud.

La idea en este apartado es destacar lo que podría decirse de “goce alcanzado al caminar”. Goce representado en disfrute que no puede ser testimoniado más que por el sujeto que goza y disfruta de caminar. Es decir, no es tanto que camine en obediencia a un discurso X, sino porque al caminar encuentre un estado que desea y del cual quiere repetir y volver a sentir. O sea, que la condición anímica de ese sujeto, regulada por el principio del placer, encuentre, en el acto motor básico de caminar, los elementos de tensión requeridos para producir o sentirse en un estado de placer.



¿Qué es lo que se quiere decir? que sólo si el sujeto encuentra displacer en estar sedente, inmóvil y estático podría decirse que halle una motivación para romper o cortar el mencionado estado. Entonces no será tanto el caminar per se como dador de placer sino el caminar en huida a un supuesto displacer por el sedentarismo o mejor por la percepción de quietud, de no movimiento ya que se debe recordar que siempre “el displacer que sentimos es un displacer de percepción” (34); entonces, el percibirse quieto sería displacer y moverse sería ir en búsqueda de eliminar ese displacer.

Pero, si se quiere reconocer un placer logrado en el caminar, este podría ser en la percepción y reconocimiento que el sujeto haga de su independencia de movimiento avizorada en el salto cualitativo que dio desde el estado de gateador al de caminante. Repetir tal percepción, en un estrato inconsciente, podría llevarle a que de manera fáctica repita el acto de andar; el paso a paso que le hace percibirse ya no dependiente del adulto o incluso, emulando a ese adulto que, en algún momento vio moverse en bipedestación. Vuelve y juega un papel importante la identificación como cuando se hizo referencia a los efectos sociales del caminar. Debe recordarse que cuando un niño se aproxima a la edad del control de la bipedestación o que se espera que llegue a ese estado, hay preparativos, elogios y celebraciones por el logro. Esas evocaciones pueden haber quedado guardadas en el inconsciente del sujeto y así cada caminata puede significar un volver a sentir inconscientemente dichas celebraciones.

Entonces, no se tratará de discursos elaborados desde la salubridad los que despierten unos afectos hacia el caminar y sí de un reconocerse como sujeto que fue consiguiendo de a poco su independencia, que fue identificándose con otros dadores de imagen de bipedestación o, en últimas, la sensación incómoda de no estar moviéndose lo que le lleve a una condición de sujeto que, al repetir el paso a paso, se sienta a gusto consigo mismo y que encuentre en esa, la más básica de las acciones o de las principales habilidades motoras, percepciones de placer y de goce.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Freud S. Inhibición, sintoma y angustia. En: Obras completas de S. Freud. Vol. XX. 3a reimpr. Buenos Aires: Amorrortu; 1992. p. 71-164
2. Institutos Nacionales de Salud/ Instituto Nacional Sobre el envejecimiento. El ejercicio y su salud, su guía personal para mantenerse sano y fuerte, . 1-110. 2001.
3. Martín A; Noguerras JL; Calvo Arenillas J, et al. Fases de la marcha humana Human walking phases. Elsevier. Rev Iber de Fisiología Kines [Internet]. 2020 [citado 03 junio de 2020]:1-11. Disponible en: [https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fases-marcha-humana-13012714#:~:text=La%20marcha%20humana%20es%20un,ambos%20miembros%20inferiores%20\(4\).](https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fases-marcha-humana-13012714#:~:text=La%20marcha%20humana%20es%20un,ambos%20miembros%20inferiores%20(4).)
4. Mann L, Teixeira CS, Mota C.B. A marcha humana: interferências de cargas e de diferentes situações. Arq. ciênc. Saúde. Unipar, Umuarama, 2008;12, (3) p. 257-264
5. Collado S, Pascual F, Álvarez A, et al. Análisis de la marcha. Fact. Mod. biocien. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. [Internet]. 2003 [citado 10 junio de 2020]; 1. Disponible en: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-doc/analisis\\_marcha.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-doc/analisis_marcha.pdf)
6. Viladot A, Viladot R. Quince lecciones sobre patología del pie. 2ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2002.
7. Plas F; Viel, Blanc Y. La marcha humana. Barcelona: Masson; 1996
8. San Gil Sorbet MA. Análisis dinámico de la marcha. Estudio de los centros de presión sobre la huella plantar. Influencia de los distintos calzados [Postgrado]. Facultad de Medicina, Universidad de Alcalá de Henares; 1991.
9. Diccionario de la Real academia de la lengua española, versión digital. [Internet]. 2019 [citado 03 junio de 2020]: disponible en: <https://dle.rae.es/marcha> & <https://dle.rae.es/caminar>
10. Freud S. Tres ensayos de teoría sexual En: Obras completas de S. Freud. Vol. VII. 3a reimpr. Buenos Aires: Amorrortu; 1992. p. 109-224
11. Bolaños D. Desarrollo motor, movimiento e interacción. Armenia: Kinesis; 2010

12. Galeano E. Las venas abiertas de América Latina. México: Siglo editores; 1971
13. Yergin D, Stanislaw D. Pioneros y líderes de la globalización. Buenos Aires: S.A Javier Vergara; 1999
14. Voltorine R. (2019). Escola consumida ou consumada? En: Est de clín. [Internet]. 2019 [citado 06 junio de 2020]; 24 (1). pp. 1-3. Disponible en: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-71282019000100001](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-71282019000100001)
15. Agamben G. ¿Qué es un dispositivo? [Internet]. 2010 [citado 07 junio de 2020] Disponible en: <http://app.unia.es/r08/IMG/pdf/agamben-dispositivo.pdf>.
16. Lacan J. El reverso del psicoanálisis. Seminario 17. Barcelona: Paidós; 1992
17. Cigarroa I, Barriga R, Michéas C, et al. Efectos de un programa de ejercicio de fuerza-resistencia muscular en la capacidad funcional, fuerza y calidad de vida de adultos con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. En: Rev. Méd. Chile. [Internet]. 2016 [citado 07 junio de 2020]; 144(7). Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872016000700004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872016000700004). <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872016000700004>.
18. Garza A. Caminar, pensar, crear. En: *Pub o per*. [Internet]. 2018 [citado 09 mayo de 2020] p. 67-68. Disponible en: [https://file:///C:/Users/Acer/Downloads/Dialnet-CaminarPensarCrear-7188503%20\(3\).pdf](https://file:///C:/Users/Acer/Downloads/Dialnet-CaminarPensarCrear-7188503%20(3).pdf)
19. Vargas J. (2006). Brevísima historia de la psicología: la psicología interconductual. En: Revista Elec de Psi Izt. [Internet]. 2006 [citado 07 junio de 2020]; 9(3). p. 42-72. Disponible em: [www.iztacala.unam.mx/carreras/psicologia/psiclin](http://www.iztacala.unam.mx/carreras/psicologia/psiclin).
20. Dosil J. Psicología del ejercicio físico y de la salud. En: *Dosil J Psicología de la actividad física y del deporte*. Madrid: Mc Graw Hill; 2004. pp. 413-451
21. Aguirre HD. Kinestesia y cenestesia, las dimensiones olvidadas. *Apuntes para una antropología de las sensaciones*. En *Estu. de ant bio. (UNAM)*, 2016; 18(2). p. 85-104
22. Molina R. El ejercicio y la salud, “La Caminata”, beneficios y recomendaciones. *Rev. costarric. Sal púb.* 1998; 7 (12): 65-72. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14291998000100007](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14291998000100007)

23. Gallagher J. (2012). Salir a caminar puede ser clave para curar la depresión. Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/04/120415\\_salud\\_caminar\\_depresion\\_tsb#:~:text=Los%20autores%20del%20informe%20sostienen,m%C3%A1s%20en%C3%A9rgicas%20del%20ejercicio%20f%C3%ADsico.](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/04/120415_salud_caminar_depresion_tsb#:~:text=Los%20autores%20del%20informe%20sostienen,m%C3%A1s%20en%C3%A9rgicas%20del%20ejercicio%20f%C3%ADsico.)
24. Barrios Lafragüeta M. Actividad física y salud mental: efecto de un programa de escalada deportiva sobre los niveles de estrés, ansiedad y salud mental [pregrado]. Facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte, Universidad de Zaragoza; 2014
25. Fortuño-Godes F. Relación entre ejercicio físico y procesos cognitivos en las personas mayores. En: *Ágo. para la edu. Fís. y el dpte*, 2017; 19(1), p. 73-87.
26. Boecker H, Sprenger T, Spilker M, et al. The Runner's High: Opioidergic Mechanisms in the Human Brain. *Cerebral cortex*. NY; 2008; 18(11).
27. Relobaa S, Chiroso L.J B, Reigal R. Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: revisión de la literatura actual. En: *Rev And de Med del Dpte*; 2016; 9(4). p. 166-172.
28. Ramírez W, Vinaccia S, Suárez G. El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica. En: *Rev de Est Soc*. 2004; (18). p. 67-75.
29. Freud S. Psicología de las masas y análisis del yo. En: *Obras completas de S. Freud. Volumen XVIII*. Buenos Aires: Amorrortu; 1992. p 63-127.
30. Lacan J. El estadio del espejo como formador de la función del yo, tal como se nos revela en la experiencia psicoanalítica. En *escritos 1*, México: Siglo XXI; 2009 p.99-105.
31. Bolaños DF. El Deporte y la Socialidad. En: *Pens la UCEVA. Rev Inst de la Uceva*. 2005; (7). p. 60-65.
32. Bolaños D.F. La escuela frente a sujetos adolescentes globalizados. En: *Prax Educ y Pedagogía*, 2019. 4. p.58-77.
33. Condemarín M, Chadwick M & Milicic N. *Madurez Escolar*. Santiago de Chile: Andrés Bello; 1994
34. Freud S. Más allá del principio del placer. En *Obras completas de S. Freud. Volumen XVIII*. Buenos Aires: Amorrortu; 1992. p. 1-62

## CAPÍTULO 3

# GENERALIDADES DE LA MARCHA NORMAL

Diana Yasmín Perafán González  
Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia  
✉ [diana.perafan00@usc.edu.co](mailto:diana.perafan00@usc.edu.co)  
Universidad del Valle/ Cali, Colombia  
✉ [diana.perafan00@correounivalle.edu.co](mailto:diana.perafan00@correounivalle.edu.co)  
© <https://orcid.org/0000-0002-2042-1246>

### Cita este capítulo:

Perafán-González DY. Generalidades de la marcha normal. En: Perafán-González DY. (Ed. científica). Perspectivas de la marcha humana. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 61-103.



# GENERALIDADES DE LA MARCHA NORMAL

## OVERVIEW OF NORMAL GAIT

Diana Yasmín Perafán González

© <https://orcid.org/0000-0002-2042-1246>

### RESUMEN

En este capítulo el lector podrá hacer un recorrido por la historia de los sistemas de evaluación de la marcha y cómo los grandes pensadores se mostraron interesados por la comprensión del sistema de locomoción humano, centros de masa corporal, efecto gravitatorio sobre el cuerpo humano, también encontrará la relación que han hecho escritores de la talla de Balzac entre la forma de deambular sus personajes con características socioeconómicas y emocionales de los mismos. Se referencia también la secuencia de eventos que llevaron a desarrollar los sistemas de evaluación biomecánica computarizada de la marcha. Paso seguido se presentan características de la marcha humana en relación con las condiciones morfofuncionales propias del individuo considerando factores como el calzado, el clima, el terreno, la edad, el sexo, la raza, las condiciones emocionales y religiosas entre otras. Finalmente, el capítulo termina con una clasificación del ciclo total de la marcha tanto por fases como por mecedoras (clasificación propuesta por Perry en 1992).

**PALABRAS CLAVE:** criterios temporoespaciales de la marcha, generalidades de la marcha, cadencia, zancada, base de sustentación, historia de la evaluación de la marcha, fases de la marcha, consideraciones de la marcha, ancho de paso, longitud de paso.

## ABSTRACT

In this chapter the reader will be able to take a tour through the history of gait evaluation systems and how the great thinkers were interested in understanding the locomotion system, centers of body mass, and gravitational effect on the human body, they will also find the relationship that writers of the stature of Balzac have made between the way their characters wander with their socio-economic and emotional characteristics. The sequence of events that led to the development of computerized biomechanical gait evaluation systems is also referenced. Next, characteristics of the human gait are presented in relation to the morphofunctional conditions of the individual, considering factors such as footwear, climate, terrain, age, sex, race, emotional and religious conditions, among others. Finally, the chapter ends with a classification of the total gait cycle both by phase and by rocking chair (classification proposed by Perry in 1992).

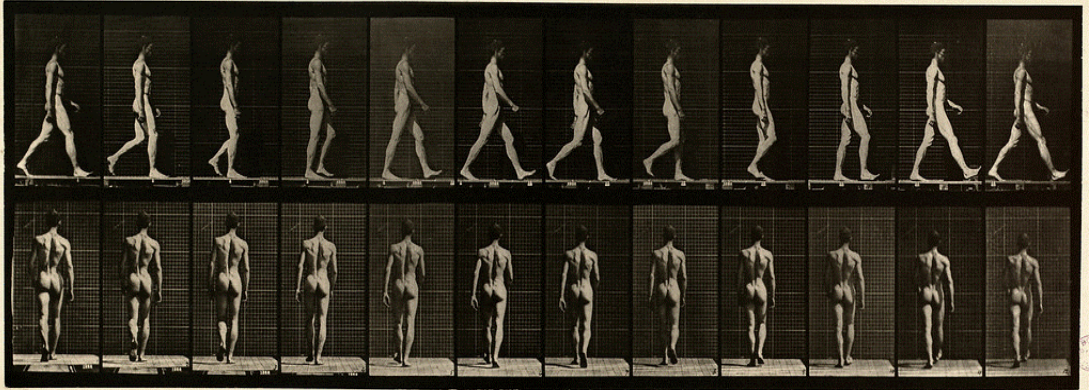
**KEYWORDS:** timespatial gait criteria, gait overview, cadence, stride, base of support, gait evaluation history, gait phases, gait considerations, step width, step length.

## INTRODUCCIÓN

La curiosidad del hombre por el conocimiento de su funcionamiento propio ha hecho que, particularmente en el último siglo, las técnicas empleadas para el análisis de la marcha humana hayan dado pasos agigantados, análisis que tiene sus primeros reportes en los escritos clásicos de autores greco-romanos como Galeno (129-201), Aristóteles (384-322 a. C.) e Hipócrates (460-377 a. C.). Aristóteles describió acciones de los músculos, dio gran importancia al centro de gravedad, a las leyes físicas del movimiento, e identificó la participación de palancas músculo esqueléticas en la ejecución de la marcha. Por su parte, Hipócrates demostró un profundo conocimiento de la relación entre el movimiento y el músculo, al que él denominaba carne, y recomienda el movimiento como tratamiento de enfermedades,



en concreto largas caminatas para evitar la atrofia y combatir la obesidad. El romano Galeno, quien se desempeñó como médico de gladiadores, en su ensayo “De Motu Musculorum” estableció la diferencia entre nervios motores y sensitivos y músculos agonistas y antagonistas; también describió el tono muscular; aspectos todos, de suma relevancia en la comprensión del mecanismo de la marcha (1)

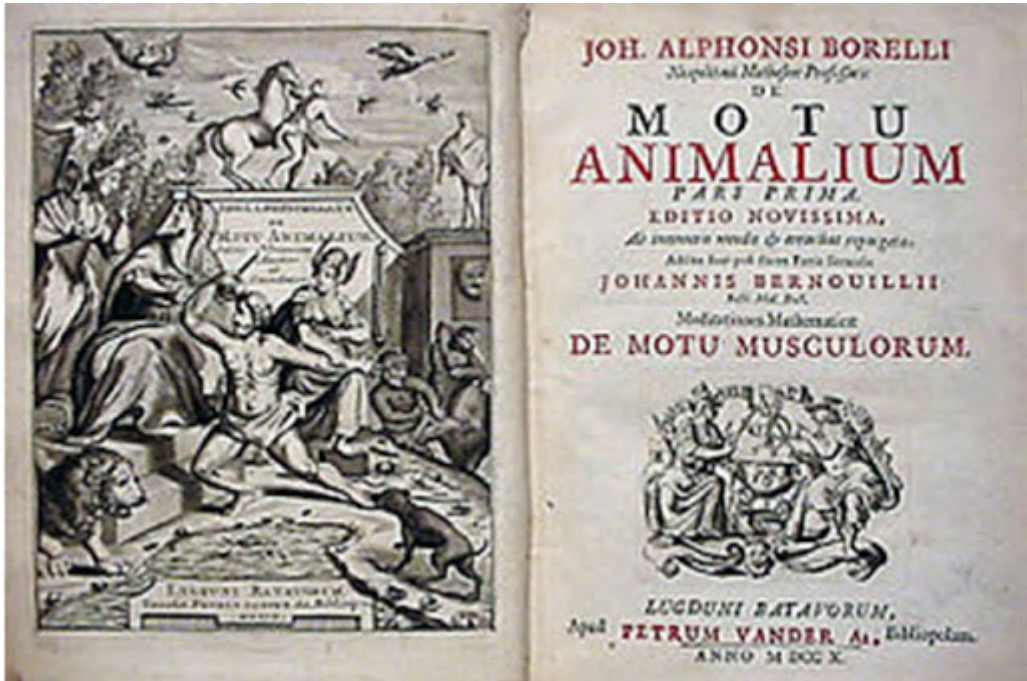


**Figura 1.** Hombre caminando en secuencia en plano sagital y frontal posterior. Hecho por Muybridge (1887) Animal Locomotion. Plate 2.

Fuente: Obtenido de internet. <https://www.muybridge.org/>

Ya en la Edad Moderna Leonardo Da Vinci (1452-1519) se interesó por el movimiento humano, el centro de gravedad y la marcha, además de representar mediante grabados las fases de la marcha humana; también estudió la capacidad del hombre para generar movimiento, la mecánica articular, el mecanismo de contracción muscular, la relación del centro de gravedad con el mantenimiento del equilibrio y describió la mecánica del cuerpo tanto en bipedestación como durante la marcha y el salto (1). Gracias a los estudios realizados previamente por Galileo Galilei e Isaac Newton es a partir del siglo XVII cuando se logra hacer una aproximación científica al análisis mecánico de los seres vivos. Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), discípulo de Galileo para el estudio del movimiento humano y el animal, “aplica sistemáticamente el principio de la palanca,

considera las relaciones entre sistema muscular y sistema óseo y refiere las variaciones que se producen en el músculo en movimiento; variaciones tanto de longitud como de volumen” temas expuestos en su escrito *De Motu animalium* considerado el primer tratado de biomecánica (2)



**Figura 2.** Motu Animalium

Fuente: Obtenida de internet. <http://gaitanalysis.net/historical-notes/>

La época comprendida entre los siglos XIX y XXI conocida como contemporánea, caracterizada por grandes avances tecnológicos derivados de la revolución industrial, ha facilitado la realización de estudios mucho más precisos ya no solo de índole observacional sino con el uso de instrumentos sofisticados que permiten el análisis de cada una de las fases de la marcha y la discriminación de parámetros temporoespaciales (cuali-cuantitativos) característicos, tales como la velocidad, la cadencia, la longitud de paso, el ángulo de paso, la

zancada, y el incierto desplazamiento del centro de masa que inquietó a grandes pensadores en la historia. Fueron los hermanos Weber quienes en 1836 hicieron el primer análisis mecánico del paso humano, en su libro *Mechanik der Menschlichen Gehwerkzeuge*. Gottingen, plasmaron cada una las fases de la marcha humana, movimientos del centro de gravedad y alteraciones de la marcha (3, 4).

Etienne Jules Marey (1830-1904) empleando “el ferrocarril fotográfico” que no era más que una cámara oscura sobre rieles que se deslizaba paralelamente al sujeto a fotografiar, obtuvo diagramas que reflejaban la trayectoria de diferentes segmentos corporales (la cabeza, el hombro, la cadera, la rodilla y el tobillo) simultáneamente desde el plano sagital. Otro estudio realizado en 1873 empleó un sistema que registraba las reacciones de apoyo y duración del contacto del pie en el suelo mediante métodos neumáticos, empleaba un zapato provisto de una cámara de aire dinamométrica unida a un cilindro registrador para conocer las presiones ejercidas sobre el suelo durante la marcha o carrera (3). Adicionalmente Marey escribió *La máquina animal*, obra que recoge sus investigaciones sobre el movimiento. En 1894 describió una plataforma dinamométrica; ese mismo año, por su parte, Carler realizó mediciones de las fases de oscilación y apoyo, duración y longitud de paso e inclinación lateral del cuerpo durante un ciclo de la marcha (5).

A continuación, se presentan otros referentes del estudio de la marcha:

- **1887.** Beely hacía caminar al sujeto sobre una fina capa de escayola y observó la profundidad de la huella plantar para identificar la zona del pie que soportaba mayor presión. En 1892 diseñó una plataforma dinamométrica (6).
- **1891.** Braune y Fischer al cortar dos cadáveres obtuvieron la posición del momento de inercia de todos los segmentos corporales y del centro de gravedad, con este conocimiento realizaron un análisis de la marcha tridimensional (7).



**Figura 3.** Traje negro con delgados tubos de luz empleado durante el primer informe sobre los movimientos articulares en diferentes fases de la marcha

Fuente: Imagen obtenida de internet: <http://gaitanalysis.net/historical-notes/>

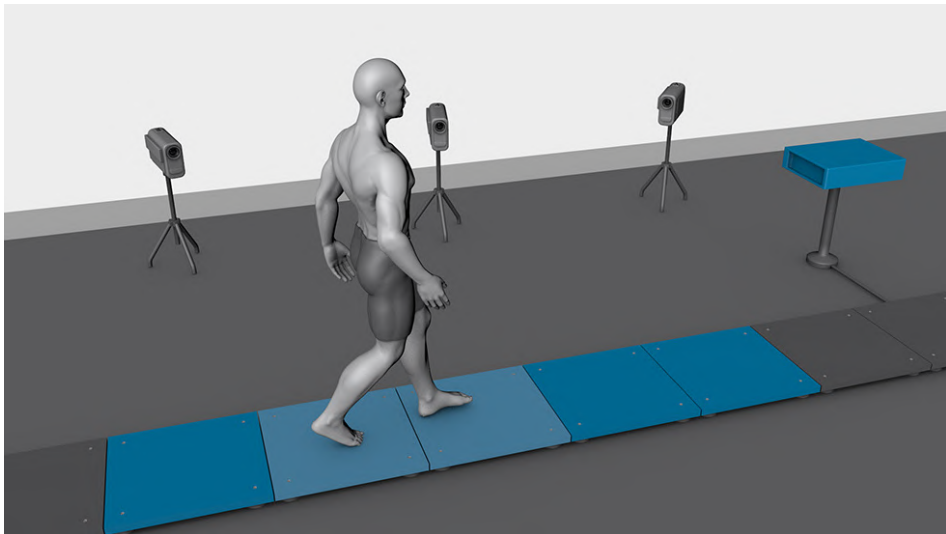
A un individuo de complexión similar a la de uno de los dos cadáveres lo vistieron con un traje negro con delgados tubos de luz e hicieron una comparación entre sus imágenes y un sistema de referencia. Así se realizó el primer informe sobre los movimientos articulares durante las fases de la marcha.

- **1895.** Braune y Fischer se encargaron de calcular las velocidades y aceleraciones de algunos segmentos corporales durante la marcha (1).
- **1900.** Charles Ducroquet mostro su interés por el estudio del movimiento en la marcha normal y en las marchas patológicas haciendo construir un pasillo con espejos en el Hospital de San Juan de Dios de París que le permitió un estudio tridimensional y la observación de todos los segmentos corporales que participan del cuerpo en movimiento durante la marcha. Describió los cambios que se producen a causa de distintos factores y cómo

se desarrolla la marcha desde su inicio en la infancia hasta la senectud (8).

- **1916.** La pista dinamométrica diseñada por Amar registraba fuerzas en cuatro direcciones: vertical, horizontal, lateral externa y lateral interna (1).
- **1925.** A través de la palpación de los músculos de sujetos que caminaban sobre una banda sin fin, Scheber, logró determinar el papel de los músculos en la marcha. Posteriormente gracias a la introducción de la electromiografía esos resultados pudieron ser corroborados y perfeccionados (7).
- **1927.** Desde el punto de vista metabólico fueron Atzler y Herbest quienes estudiaron la marcha, midiendo el consumo de oxígeno durante la deambulación (9). “En este mismo año Basler midió la frecuencia de vibración que se producía en unos alambres tensos por el caminar de un sujeto. Abrahamson y colaboradores estudiaron la muesca de la huella plantar sobre una plataforma de peso especial” (1).
- **1932.** Bernstein en Rusia amplía los estudios que había llevado a cabo Fischer, analizando una muestra mucho más amplia en la que incluye niños (3).
- **1934.** Elftman, echando mano de técnicas ópticas y electromecánicas realizó un análisis dinámico del paso, uso una plataforma de cristal (con una cara superior lisa y una cara inferior con proyecciones piramidales para calcular la carga soportada por el pie en las distintas fases del ciclo de la marcha. Fue el mismo Elftman quien analizó también el movimiento de las extremidades superiores e identificó la relación inversa de los miembros inferiores con los superiores (10).
- **1938.** Rabischong hizo uso de medios electromecánicos con el fin de medir los componentes verticales y horizontales de la fuerza durante el ciclo completo de la marcha. A finales de la II Guerra Mundial surgieron los primeros laboratorios de biomecánica y análisis del movimiento humano y en ese momento se llevaron a cabo numerosos estudios en veteranos de guerra, principalmente en amputados (8).
- **1944.** Eberhast e Inman describieron los parámetros cinemáticos de la marcha y aportaron datos significativos sobre rotación e inclinación de la pelvis y el tronco (3).

- **1945.** Scherb y Arienti hicieron estudios instalando contactos eléctricos particularmente en los talones, primer y quinto metatarsianos de las suelas de los zapatos (8) obteniendo así registros del soporte de cargas a nivel de la bóveda podal.
- **1947.** Schwartz empleó registros neumáticos para cuantificar la presión en el talón y en las cabezas del primer y quinto metatarsianos (1).
- **1952.** Cunningham y Brown fueron pioneros en el diseño y la construcción de una plataforma dinamométrica que ha sido referencia para nuevos sistemas de análisis de fuerzas (8).



**Figura 4.** Representación de un laboratorio de análisis de movimiento

Fuente: Obtenido de internet. <https://www.kistler.com/es/aplicaciones/tecnologia-de-sensores/biomecanica-y-plataforma-de-medicion-de-fuerza/analisis-de-movimiento-marcha/>

- **1953.** Holden y Muncey registraron la carga y el tiempo a través de la introducción de transductores capacitivos de presión en zapatos hechos especialmente para eso (11).

- **1954** “Barnett estudia las fases de la marcha humana mediante un podógrafo, bloque grueso de goma espuma con 640 varillas ordenadas para formar un bloque de 6 por 15 pulgadas. Se registraba fotográficamente el desplazamiento de cada varilla cuando el sujeto caminaba sobre ellas” (1).
- **1963.** Bauman y Brand colocaron e indicaron que, aunque los transductores de presión en la planta del pie pueden alterar la marcha, aún son útiles para medir las cargas bajo el pie y presentan ventajas frente a otros sistemas (6).
- **1965.** Viladot Pericé y Viladot Voegli al igual que Charles Ducroquet en 1900 construyeron en el Hospital de San Rafael un pasillo de marcha, donde llevaron a cabo estudios con diversas técnicas como fotografía, cinematografía y vídeo, sobre las modificaciones de la marcha en deformidades del pie, en sujetos con endoprótesis, y otras condiciones especiales (12).
- **1966.** Murray, Ryker y Radcliffe determinaron los valores angulares en las articulaciones de los miembros inferiores en las distintas fases de la marcha (1).
- **1967.** Blievernicht sincronizo tres cámaras en tres planos por medio del diseño de un dispositivo rotatorio en forma de cono (1).
- **1971.** Martorell empleó un baro podómetro con cinco doubles cilindros situados verticalmente sobre una plataforma (6).
- **1974.** fue incorporada la densitometría de color por Miura y colaboradores al sistema ideado por Elftman y con ello llevaron a cabo estudios de la marcha, la carrera y el salto (9).
- **1976.** Scranton & McMaster realizaron estimaciones analíticas de la distribución de presiones bajo el pie.
- **1978.** “M. Dhanendran describió un equipo constituido por 128 captore de fuerza de naturaleza extensiométrica. En este mismo año Nicol y Henning describieron una técnica directa para medir la presión en puntos separados de la planta del pie utilizando una matriz de diodos que emiten luz y cuyo brillo depende de la presión aplicada.” (1).
- **1980.** Simkin y Stokes desarrollaron un programa computarizado para analizar la dinámica plantar y mostrar la distribución de fuerzas bajo el pie (9). Draganich desarrolla un transductor con matriz de 7168 elementos combinados con una plataforma de fuerzas que mide las coordenadas horizontales del centro de

- presión y el componente instantáneo del momento de fuerza (9).
- **1981.** Inman compiló los conocimientos más actuales y novedosos sobre la marcha en ese momento en su libro *Human Walking* (13).
  - **1982.** Fue desarrollada una nueva técnica por Cavanagh y Henning que consistía en una plantilla con 499 sensores de 5mm, basados en principios piezoeléctricos (6).
  - **1983.** Katoh utilizó plataformas de fuerza para medir las fuerzas de reacción dinámica del suelo en sentido vertical, anteroposterior y mediolateral expresado como porcentaje del peso del cuerpo (1).
  - **1986.** Se comercializó un sistema de baropodometría electrónica para el análisis de la presión metatarsal en pacientes con metatarsalgias, hallux valgus, hallux rigidus, deformidades postraumáticas del pie (1).
  - **1990.** Se desarrolló en Italia el PODYNAMIC® System que es una plataforma con presocaptos protegidos por una capa de caucho (6).
  - **1992.** Rose et al emplearon el sistema F-SCAN® que es una plantilla de 960 sensores resistivos. Mediante esta técnica se detecta, visualiza y graba la presión plantar durante la marcha (14). En este mismo año Nevill describió el sistema GAITSCAN® que es empleado por Akhlaghi en 1994, que exige la construcción de una plantilla por cada paciente lo que complicó su aplicación clínica. (6)
  - **1993.** Se desarrolló una plataforma que permitió medir las presiones plantares con una alta resolución compuesta por sensores piezorresistivos y se desarrolla el PODOTRACK®, sistema sencillo para detectar anomalías de los apoyos plantares (6).

Ya en el siglo XXI el avance del estudio biomecánico de la marcha se hace vertiginoso, la evolución de este aspecto será profundizado en otro momento.

Actualmente el análisis de la marcha realizado fuera de los laboratorios computarizados considera toda una gama de aspectos tan diversos como la edad, el sexo, la cultura, el terreno, el calzado, la forma del pie, el estado de ánimo y otros estados especiales como el embarazo y la obesidad; bien escribió Balzac en su obra *La duquesa*



de Langeais “Cuando caminaba, su apostura, su andar, su menor gesto traicionaban no sé qué seguridad en la fuerza que imponía, y algo también de despotismo”.

Hace referencia una vez más, como en muchos de sus escritos, a la relación entre la manera de caminar con la personalidad. Además de con la personalidad, relaciona la manera de moverse con la clase social y la ocupación, por ejemplo, en *La obra maestra desconocida* dice: “Por la extravagancia de su indumentaria, por la magnificencia de su gorguera de encaje, por la prepotente seguridad de su modo de andar, el joven barruntó en este personaje al protector o al amigo del pintor” (15).

**Tabla 1.** Consolida diferentes aspectos y sus respectivas variables representativas de la marcha

ASPECTO	VARIABLE	DEFINICIÓN
<b>CONSIDERACIONES</b>	CENTRO DE MASA	Es el punto resultante de la relación entre las fuerzas internas y externas en el cuerpo humano.
	GASTO ENERGÉTICO	Cantidad de energía requerida para realizar el ciclo de marcha
	BASE DE SUSTENTACIÓN	Es el área comprendida entre los extremos más externos y anteroposteriores de los pies (incluida el área entre ellos) en contacto a piso. Esto si no se tiene aditamento extra de ayuda, de lo contrario la base de sustentación incluirá también el área cubierta por el dispositivo.
	LONGITUD DE PASO	Es la distancia entre el talón del pie de atrás al talón de adelante del mismo pie, este ultimo define que paso se esta midiendo.
<b>PARÁMETROS TEMPORO ESPACIALES</b>	ANCHO DE PASO	Distancia horizontal entre las líneas medias de los talones.

<b>FASES</b>	ÁNGULO DE PASO	Orientación del pie respecto a la línea longitudinal de avance.	
	ZANCADA	Sumatoria de los pasos derecho e izquierdo (nunca longitud de paso por 2).	
	CADENCIA	Determina el número de pasos que se dan en un tiempo determinado.	
	VELOCIDAD	Distancia recorrida en una unidad de tiempo determinada.	
	TIEMPO DE APOYO	1 <sup>er</sup> DOBLE APOYO	También denominado primera mecedora para el pie que se encuentra adelante cuando en el ciclo ambos pies están en contacto con el piso
		APOYO SIMPLE	También denominado segunda mecedora en este periodo solo una de las piernas se encuentra en contacto con el piso.
	TIEMPO DE BALANCEO	2 <sup>do</sup> DOBLE APOYO	También denominado tercera mecedora para el pie que se encuentra atrás cuando en el ciclo ambos pies están en contacto con el piso.
		BALANCEO FINAL	Fase inicial del balanceo inmediata al despegue de los dedos.
		BALANCEO MEDIO	Fase media del balanceo coincide con el tiempo de apoyo simple de la extremidad contraria.
		BALANCEO FINAL	Última fase del balanceo previo al contacto inicial.

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los aspectos que afectan la marcha encuentra soporte en la respuesta tanto fisiológicas como adaptativas a la exigencia del medio, a continuación, se enuncian algunas consideraciones en cada uno de esos aspectos y sus diferentes variables:

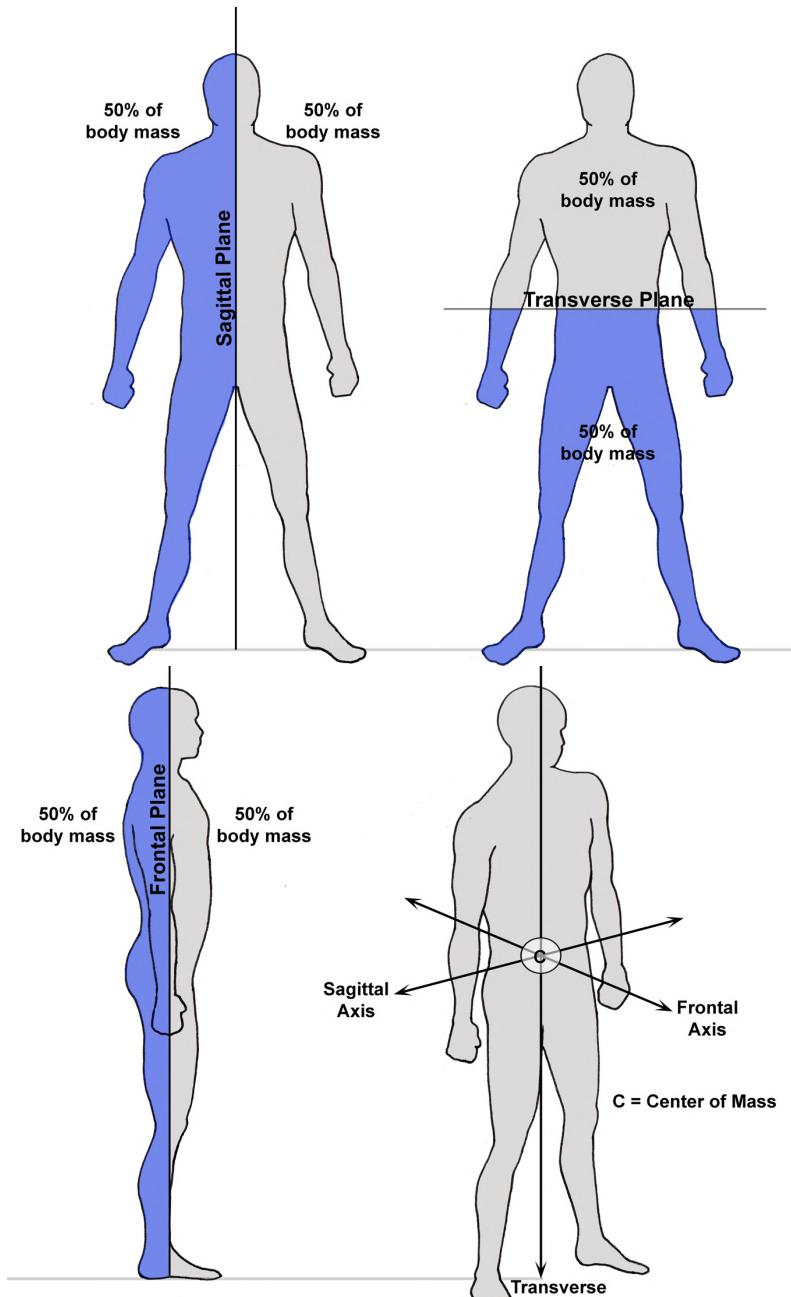
## CONSIDERACIONES

**Centro de masa:** más allá de la identificación del concepto es imprescindible el reconocimiento y relación entre las condiciones tanto internas como externas del individuo con el desplazamiento de su centro de masa. Su ubicación es triplanar por lo que presenta desplazamientos que se perciben desde los planos frontal, sagital y coronal; dicha ubicación también es relativa a la posición del cuerpo, tamaño del individuo (16), fenotipo y otros factores determinantes de la marcha.

En lo referente al fenotipo, por ejemplo, los sujetos con distribuciones corporales irregulares en las que tienen piernas delgadas, tronco y brazos grandes, el centro de masa se ubica más alto, lo que hace que necesiten ampliar su base de sustentación con el fin de recuperar parte del equilibrio perdido como consecuencia de la elevación del centro de masa. Viceversa, el otrora denominado tipo “pera” al tener mayor porcentaje de su peso en la porción inferior del cuerpo lo que le proporciona mayor estabilidad.

La excursión del centro de masa en cada uno de los planos describe una curva a lo largo del ciclo de la marcha y varía en cada una de las fases.

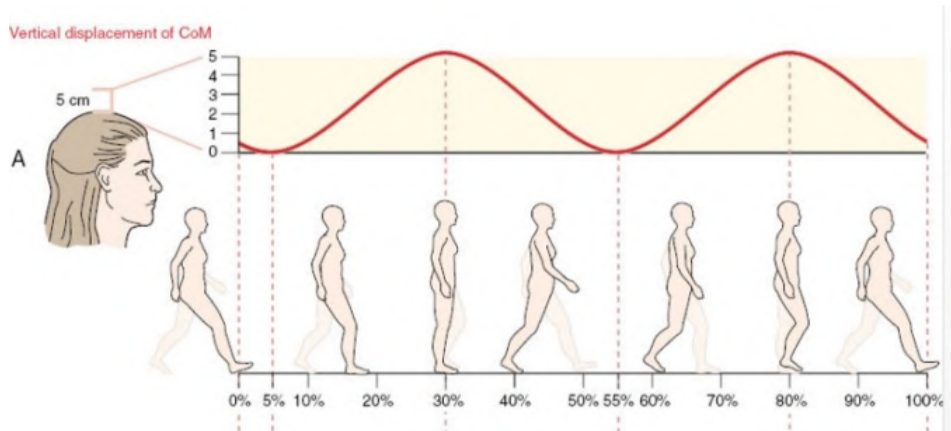
En posición bípeda el centro de masa se ubica 2.5 cm por delante de la segunda vertebra sacra.



**Figura 5.** Ubicación tridimensional del centro de masa

Fuente: Obtenida de internet. <https://www.crossfit.com/essentials/planes-of-the-body>

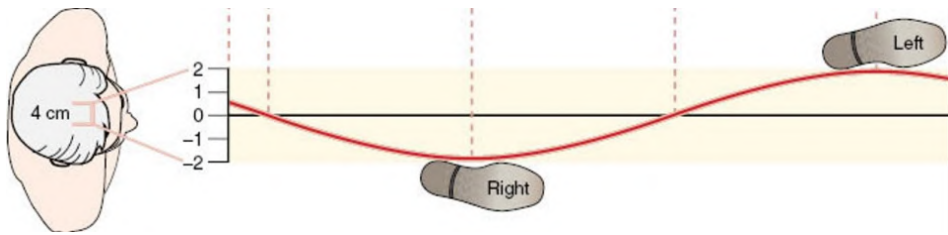
En el plano sagital el punto más alto se alcanza en la fase de apoyo simple y la más baja en la fase de doble apoyo. En esta fase la línea de gravedad cae justo en medio de la longitud de la zancada (17) siempre y cuando las longitudes de paso tanto derecha como izquierda sean iguales. La diferencia promedio entre estos dos puntos es de 5cm siendo mayor (en relación con la horizontal) el descenso,



**Figura 6.** Desplazamiento del centro de masa supero - inferior visto desde de perfil

Fuente: Obtenido de Internet. <https://uw.cloud-cme.com/assets/uw/Presentations/2781/2781.pdf>

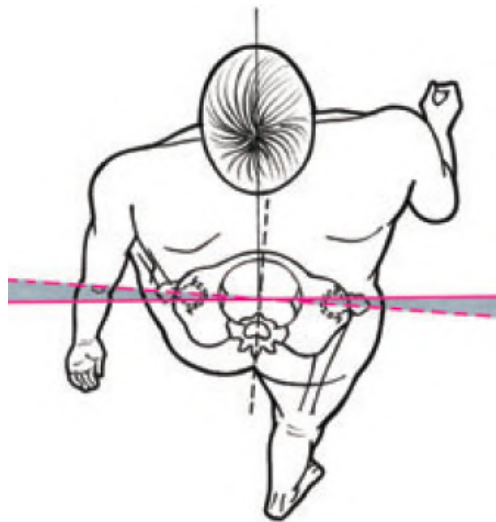
En contraste, la excursión en el plano coronal es solo 2 cm cada lado; éste esta mediado por la base de sustentación principalmente. En el caso del plano transversal será la longitud de paso el principal factor determinante de esta excursión.



**Figura 7.** Desplazamiento medio - lateral del centro de masa visto desde arriba

Fuente: Obtenido de internet. <https://uw.cloud-cme.com/assets/uw/Presentations/2781/2781.pdf>

Por medio de la rotación pélvica se controla el descenso del centro de gravedad, alargando así relativamente tanto la extremidad posterior como la anterior (18).

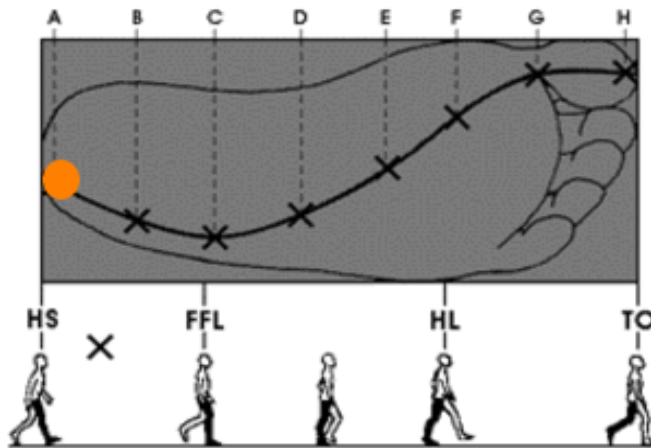


**Figura 8.** Desplazamiento antero posterior de la pelvis durante la marcha

Fuente: Tomado de Lesmes JD. *Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano*, 2007.

A lo largo del ciclo de la marcha, el pie de apoyo experimenta el desplazamiento de la caída de línea de gravedad en diferentes puntos

de la planta del pie, lo que determina la activación de diferentes grupos musculares. En un pie normal, el desplazamiento de ese centro de masa se dirige de atrás hacia adelante terminando en el dedo hallux y puede llegar a incluir el segundo artejo en aquellos casos de tener este dedo más largo que el primero.

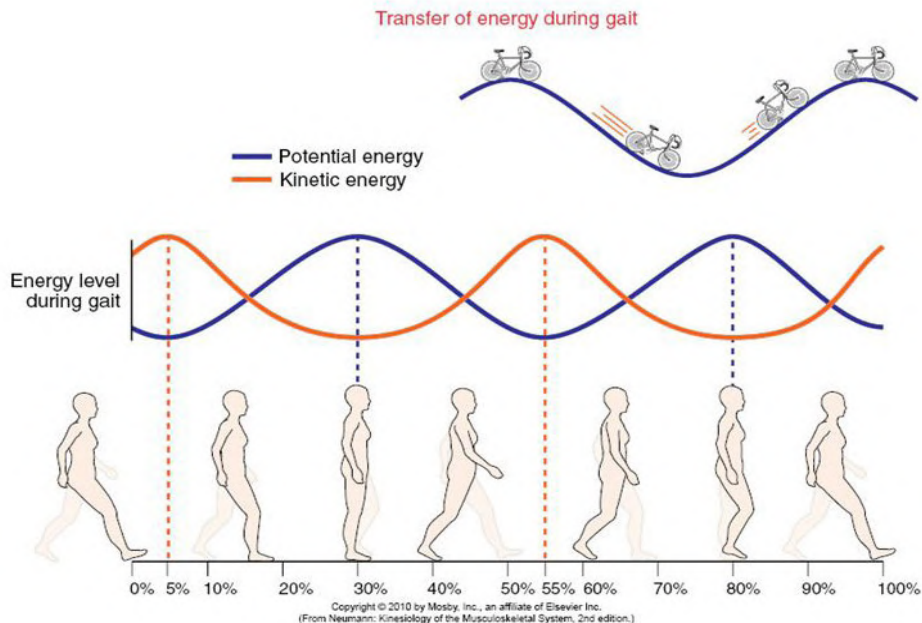


**Figura 9.** Representación del recorrido del centro de masa a nivel del pie durante el ciclo de la marcha

Fuente: obtenida de: <https://www.efisioterapia.net/articulos/analisis-comparativo-la-cinematica-hombre-y-la-mujer>

**Gasto energético:** es la cantidad de energía (medida en términos de calorías) que se requiere para realizar todo el ciclo de la marcha tantas veces como sea necesario. El consumo energético durante la marcha varía entre otros aspectos por el clima, el terreno y por supuesto cada una de las fases requiere un gasto energético diferente. En 2005 Bradford C. Bennett et al, realizaron un estudio que evaluó el movimiento del centro de masa y la transferencia de energía durante la marcha en niños con parálisis cerebral, en él concluyeron que el gasto energético es modificable como resultado del trabajo mecánico específico en el patrón de la marcha. Es así como un patrón de marcha que incluya mayor desplazamiento de los segmentos corporales obliga mayor desplazamiento del centro de masa lo que conlleva al incremento del consumo energético. Existe

una relación directa entre el gasto energético, la transferencia de energía y la energía cinética.



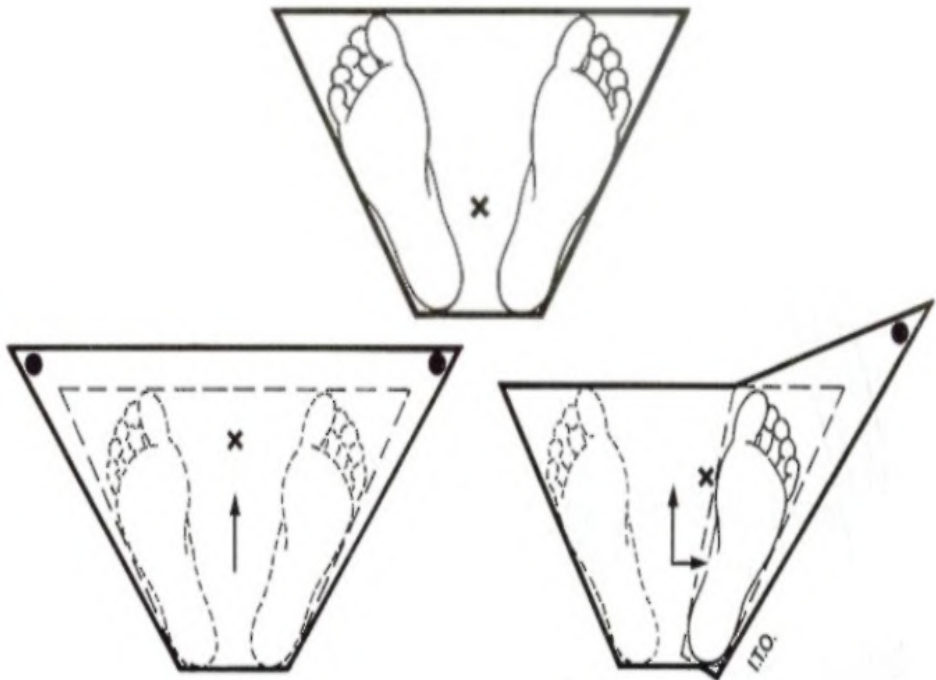
**Figura 10.** Transferencia de energía durante la marcha. Relación entre el potencial energético y la energía cinética a lo largo del ciclo de la marcha

Fuente: <https://slideplayer.com/slide/4188504/>

La obesidad es otro determinante del aumento del consumo energético, dado que a mayor peso mayor requerimiento de energía para mover el cuerpo, de ahí la recomendación de aumentar la frecuencia de la marcha en las personas que pretenden bajar de peso. Siendo que en la posición de apoyo simple (la más alta de la curva azul) se da la mayor activación de la musculatura anti gravitatoria por ende mayor potencial energético, simultáneamente en esa fase el nivel de energía es el más bajo; en contraste el punto de equilibrio entre ambas curvas que se da en la fase de doble apoyo. El paso de apoyo mono podal a doble apoyo obliga a contracciones de tipo excéntrico que consumen más calorías.



**Base de sustentación:** ampliamente relacionada con el equilibrio, la base de sustentación es el área comprendida entre todos los contactos que se tengan a piso; en ella se incluye el contacto de los elementos que se tengan de ayuda (bastón, muletas y otros). Comúnmente se denomina polígono de sustentación.



**Figura 11.** Modificaciones en la base de sustentación al incorporar el uso de bastones en la marcha. Se observa un cambio en la amplitud de la base de sustentación, así como del punto de corte de la línea de gravedad

Fuente: Imagen obtenida de <https://www.kinefase.com/2019/02/07/kinefase-tips-uso-del-baston-canadiense/>

Característicamente la base de sustentación a lo largo del ciclo de marcha se modifica alcanzando su mayor longitud en la fase de doble apoyo y la menor en la fase de apoyo simple, esto, en un ciclo de marcha normal sin aditamentos externos de ayuda.



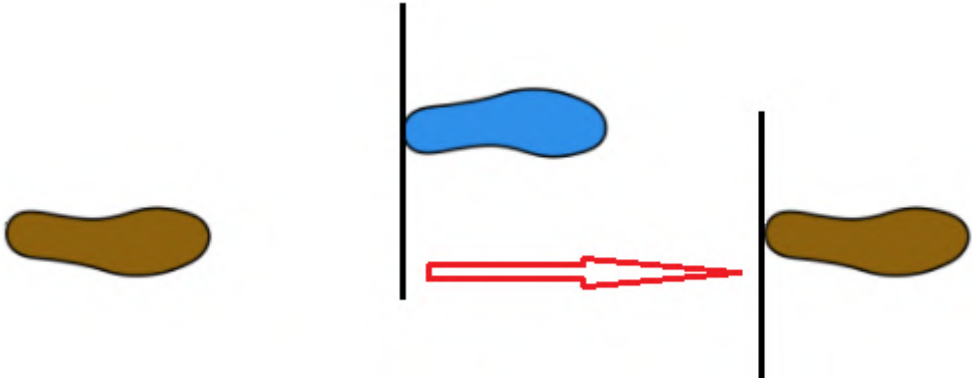
**Figura 12.** La estrella representa el punto donde cae la línea de la gravedad cuando se cuenta con la menor base de sustentación de todo el ciclo de la marcha

Fuente: imagen obtenida en <http://fisioterapia.blogspot.com/2015/09/todo-sobre-el-centro-de-gravedad-en-el.html>

Esta base también se verá aumentada en aquellos casos en los que el ángulo de paso uni o bilateralmente ha aumentado. La relación entre el equilibrio y base de sustentación es directa siempre y cuando el área cubierta por la misma cubra proporcionalmente los tres planos de ahí que el caminador se convierta en el dispositivo más efectivo para apoyar la marcha de las personas con alteraciones de equilibrio. Se debe tener en cuenta que el equilibrio es resultado de la interacción entre la información visual, vestibular y propioceptiva. Dentro de los principales agentes causales de la alteración de la base de sustentación se cuentan las lesiones del sistema nervioso central (SNC). Sin embargo, el notorio aumento de la base de sustentación en la marcha senil no siempre corresponde a una lesión del SNC, sino que también se puede deber a un mecanismo adaptativo dadas las alteraciones visuales, propioceptivas y vestibulares que se presentan en ese grupo etario.

## PARÁMETROS TEMPORO-ESPACIALES

**Longitud de paso:** definido como la distancia en línea recta entre el talón del pie que se encuentra atrás y el talón del pie que avanza, el mismo que determina si el paso que se está midiendo es el derecho o el izquierdo.



**Figura 13.** Representación de la longitud de paso, en este caso, derecho

Fuente: Elaboración propia.

Entre otros determinantes, la longitud de paso está determinada por aspectos como la edad. Owings y Grabiner, estudiaron las variables cinemáticas del paso de jóvenes y adultos mayores (20) tomaron como principales variables independientes la variabilidad de la longitud del paso, el ancho del paso y el tiempo del paso. Encontraron que el ancho de paso de los adultos mayores fue significativamente mayor que la de los adultos jóvenes. Por su parte Herrero en su tesis doctoral del 2017 denominada “Estudio de los parámetros espaciales de la marcha en la población anciana española y su asociación con resultados adversos de salud” (21) consolidó una tabla con mediciones de diferentes estudios realizados sobre la longitud de paso en diferentes edades, evidenciando la variabilidad de este parámetro en relación con la edad del ser humano.

**Tabla 2.** Presenta la variación en la longitud de paso en diferentes edades

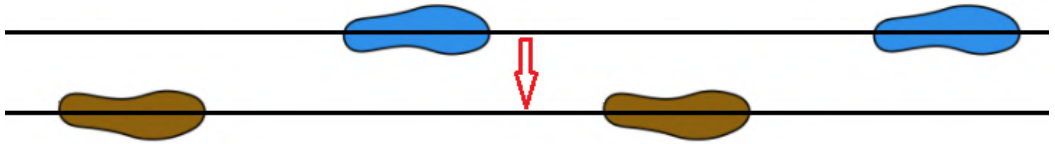
<b>Edad</b> Años	<b>Longitud de paso</b> Media (DE)	<b>Autor</b>
25,9	0,76(0,12)	Sekiya <sup>49</sup>
22,4	0,66(0,04)	Sekiya <sup>50</sup>
21-26	0,75(0,02)	Cutlip <sup>51</sup>
22-39	0,73(0,07)	Menz <sup>52</sup>
22-40	0,77(0,05)	Menz <sup>53</sup>
19-59	0,77(0,08)	Van Uden <sup>54</sup>
20-65	0,78(0,05)	Murray <sup>28</sup>

Fuente: Obtenido de [https://www.tdx.cat/documents/96/39/05/96390523253680859109701943405867238117/document\\_1.pdf](https://www.tdx.cat/documents/96/39/05/96390523253680859109701943405867238117/document_1.pdf)

Otros factores como la percepción de estabilidad (ej. superficie jabonosa), el terreno (ej. pendiente), el calzado (ej. plataforma alta), el vestido (ej. kimono oriental) y por supuesto la talla también afectan la longitud final del paso.

Martin y Marsh en su estudio “Efectos de frecuencia y longitud de paso en las fuerzas de reacción del suelo al caminar” concluyeron que aunque con frecuencia se asume que la longitud de paso afecta la fuerza de reacción del suelo, no se cuenta con suficiente documentación que soporte dichas afirmaciones; ellos pidieron a diez adultos jóvenes que caminaran sobre una plataforma de fuerza dando pasos normales, pasos cortos y pasos largos (longitudes, estas a preferencia de cada participante), y encontraron que el tiempo de contacto, el frenado anteroposterior, la fuerza de propulsión, los descriptores de impulso y el impulso vertical por paso aumentaron a medida que aumentaba la longitud de paso (22).

**Ancho de paso:** el ancho de paso es solo parte de la base de sustentación y es definido como la distancia entre las líneas medias de los talones paralelas entre sí.



**Figura 14.** Representación del ancho de paso, en este caso, derecho

Fuente: Elaboración propia.

Ampliamente relacionado con el equilibrio, el ancho de paso presenta variaciones considerando aspectos como la edad, la talla y el peso, al igual que la longitud del mismo, pero a diferencia de él, si se ve influenciado por el sexo. Es decir, un patrón de marcha masculino ostenta un ancho de paso y por ende una base de sustentación y una descarga de presión a piso mayor que el patrón femenino.

/

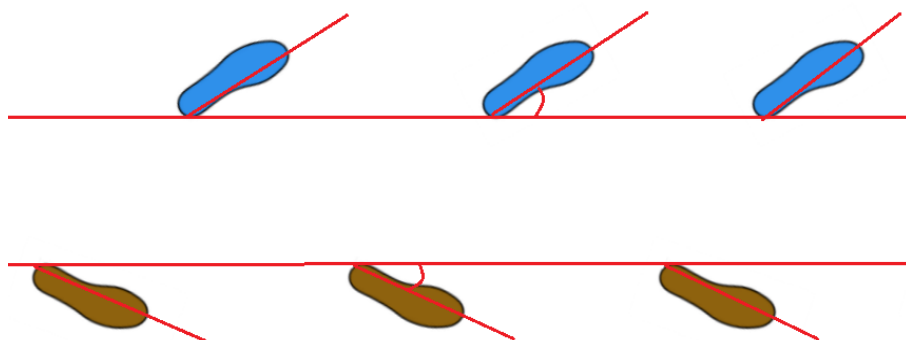
El estudio realizado por Grabiner en el 2001 determinó que el ancho de paso es mayor en ancianos comparado con adultos (21);  $11,7 \pm 1,6$  cm y  $10,8 \pm 2,7$  cm respectivamente ( $p=0.007$ ) previo a la marcha el ser humano adopta la posición cuadrúpeda, esta posición da cobertura a todos los planos de movimiento brindando gran estabilidad al infante además de permitir, a través del gateo, la preparación para la actividad cruzada entre las cinturas escapular y pélvica necesaria para la ejecución de un patrón de marcha normal.

**Tabla 3.** Presenta la variación en la anchura de paso en adultos mayores

<b>Edad</b> Años	<b>Anchura de paso</b> Media (DE)	<b>Autor</b>
68,8	10,1(4,0)	Verlinden <sup>56</sup>
75,4	8,75	Thaler-Kall <sup>57</sup>

Fuente: Obtenido de [https://www.tdx.cat/document/96/39/05/96390523253680859109701943405867238117/document\\_1.pdf](https://www.tdx.cat/document/96/39/05/96390523253680859109701943405867238117/document_1.pdf)

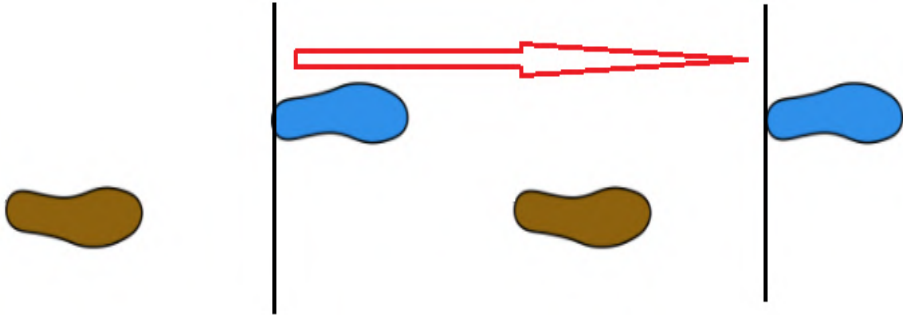
**Angulo de paso:** reconocido como el ángulo entre la línea media de un pie (2° dedo como eje esquelético) y la dirección de avance del mismo pie. Aceptado en la marcha madura como un ángulo de 15 grados con cada pierna, sumando 30 grados entre ambos miembros inferiores (un poco mayor en hombres). Este ángulo no es exclusivo de la marcha, también está presente en la postura bípeda acompañado de una ligera inclinación anterior de todo el cuerpo. El ángulo de paso es otro elemento a modificar cuando se desea ampliar la base de sustentación. Puede verse influenciado por alteraciones músculo esqueléticas como la torsión tibial y el síndrome del piramidal. También es característico encontrar un aumento en este ángulo en las mujeres en estado avanzado de gestación.



**Figura 15.** Representación del ángulo de paso.

Fuente: Elaboración propia.

**Zancada:** se define como la distancia entre el talón de un pie y el inmediato apoyo del talón del mismo pie. La zancada que se está midiendo toma el “apellido” del pie de avance.



**Figura 16.** Representación de la longitud de zancada, en este caso, izquierda

Fuente: Elaboración propia.

Es de suma importancia hacer una correcta medición de la zancada que también puede ser obtenida por medio de la suma de los pasos así:

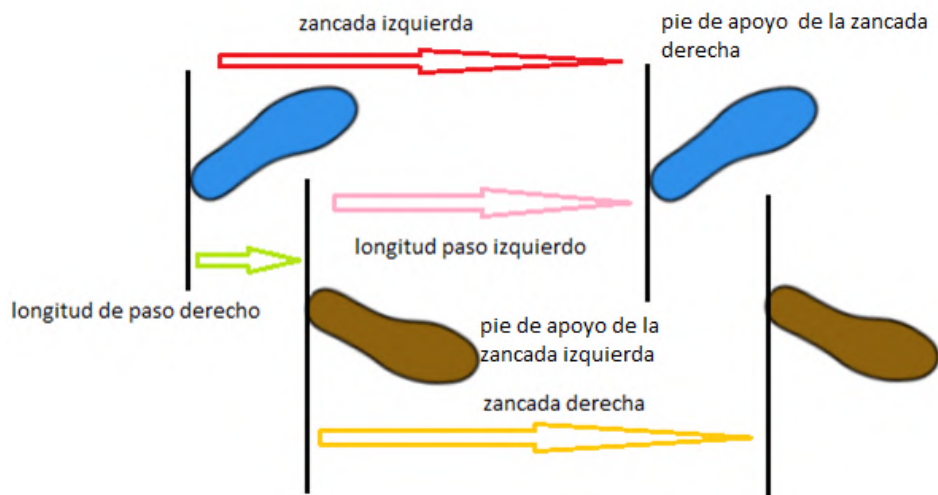
- Zancada izquierda = longitud de paso derecho + longitud de paso izquierdo.

Y viceversa

- Zancada derecha = longitud de paso izquierdo + longitud de paso derecho.

Esto podría resultar obvio y redundante dado que el orden de los factores no altera el producto y en ese orden de ideas ambas zancadas miden lo mismo. Sin embargo, en el estudio de la marcha, al querer identificar la ubicación de la caída de la línea de gravedad, este aspecto toma gran relevancia. Ejemplo: al medir la zancada izquierda en un caso tal en que la longitud de paso izquierdo (flecha rosada) sea mayor que la longitud de paso derecho (flecha verde), la ubicación del soporte de carga (pie contrario a la zancada evaluada) no se ubicaría equidistante de ambos contactos (longitudinalmente hablando) sino que se acercaría más al contacto posterior, de igual

manera al medir la zancada derecha la ubicación del soporte de carga (pie contrario a la zancada evaluada) se acercaría más al contacto anterior lo que por supuesto activa reacciones tanto internas como externas diferentes a las del patrón normal. Es por eso que la longitud de zancada (derecha-izquierda) por ningún motivo debe ser tomada como longitud de paso (derecho-izquierdo) por dos (ver figura 17).



**Figura 17.** Representación de la diferencia en las longitudes de paso con la ubicación en relación con el pie de soporte de carga.

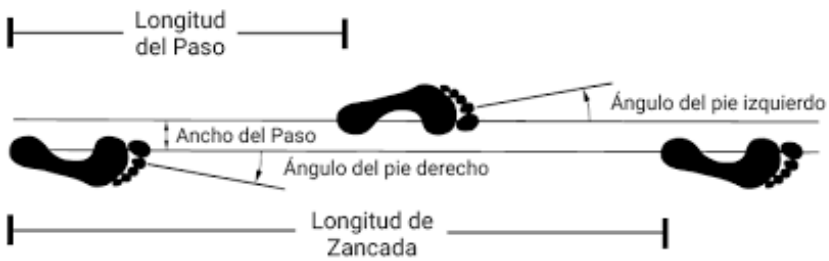
Fuente: Elaboración propia.

En 2010 Zeni y Higginson realizaron un estudio con el fin de determinar el período de familiarización requerido para obtener el patrón de marcha más cercano al normal en parámetros cinéticos, cinemáticos y espacio-temporales durante una sola sesión de caminata en cinta (23). Ellos, reportan “reducciones significativas en la variabilidad de las fuerzas de reacción del suelo verticales y horizontales, la flexión de la rodilla al golpear el talón y la longitud del paso durante nueve min. Solo el ancho del paso mostró un cambio en el valor medio entre los ensayos. No hubo aumentos en los valores de referencia después del quinto minuto para ninguna de las variables de la marcha”. Con esto evidencian la necesidad de permitir al sistema neuro-músculo-esquelético un periodo no inferior a cinco minutos para adaptarse y realizar un patrón de marcha familiar para el paciente.



La longitud de zancada al ser producto de la suma de los pasos izquierdo y derecho se ve afectada por los mismos factores que afectan las longitudes de paso.

El efecto cruzado de la edad y la velocidad sobre las asimetrías de los parámetros de la marcha no fue significativo en el estudio realizado por Diop, en el que 47 niños con edades entre cuatro y diez años caminaron en una banda sin fin a tres velocidades; de acuerdo con sus hallazgos no hubo un efecto significativo de la edad sobre las asimetrías en la respuesta a la carga del piso y los parámetros temporo-espaciales evaluados, entre ellos la zancada (24).



**Figura 18.** Totalidad de parámetros espaciales de la marcha.

Fuente: [http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/359/1/Tesis\\_estudio\\_comparativo\\_de\\_sistemas.Image.Marked.pdf](http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/359/1/Tesis_estudio_comparativo_de_sistemas.Image.Marked.pdf)

**Cadencia:** es el número de pasos o de zancadas que en una unidad de tiempo da un individuo (25). Como se observa en la tabla número 4, se espera que con el aumento de edad llegue un descenso progresivo de la cadencia que revela sus más bajos niveles en los adultos mayores.

**Tabla 4.** Cadencia en diferentes grupos etarios de hombres caminando con zapatos según Whittle.

Edad	Pasos *Min
13-14	100 - 149

15-17	96-142
18-49	91 - 135
50-64	82 - 126

Fuente: Tomado de Dialnet; Análisis de la marcha: sus fases y variables espaciotemporales, p. 164.

Bishop en 2004 realizó un estudio que tenía el propósito de examinar los cambios que ocurren en la terminación de la marcha a medida que aumenta la cadencia. Realizando marcha normal, paradas planificadas y paradas no planificadas, los resultados arrojados incluyeron que “La fuerza de desaceleración fue mayor para la extremidad delantera en una parada no planificada y, en general, la fuerza de desaceleración aumentó a medida que aumentaba la cadencia; la duración de la actividad muscular en relación con el tiempo hasta la carga máxima no cambió por la cadencia y siempre fue más larga en la extremidad delantera durante la parada planificada. A medida que aumenta la cadencia, la señal de detenerse debe ocurrir antes durante la fase de apoyo si una persona debe detenerse en el paso siguiente” (1).

**Velocidad:** Se define comúnmente como la distancia recorrida en una unidad de tiempo determinada; esta variable está sujeta en gran medida a la necesidad o deseo del individuo. Relacionando la longitud del paso con la cadencia se obtiene la velocidad de la marcha. Se proponen dos fórmulas para la medición de la velocidad (27).

- Fórmula Velocidad I:  $\text{Velocidad (m}\cdot\text{s}^{-1}) = \frac{\text{distancia recorrida (m)}}{\text{tiempo(s)}}$
- Fórmula Velocidad II.  $\text{Velocidad (m}\cdot\text{s}^{-1}) = \frac{\text{longitud de zancada (m)}}{\text{tiempo de zancada(s)}}$

La unidad de medición utilizada es metros/segundo según *The international standard of measurement*. Sin embargo, en la práctica

clínica es más práctico el uso de metros/minuto. La relación entre velocidad, cadencia y longitud de paso hace que la primera esté sujeta a cambios en cualquiera de las otras dos variables.

Goble, Marino y Potvin en 2003 investigaron la velocidad en relación con la simetría de los miembros inferiores en una población normal; otros autores han expuesto que los cambios en la velocidad horizontal influyen en muchas características biomecánicas de la locomoción humana. Los datos de la fuerza de reacción del suelo pico y temporal se recopilaron en tres condiciones de velocidad relativa (lenta, normal y rápida). A 20 hombres sanos se les analizaron bilateralmente sus miembros inferiores encontrando un alto grado de simetría en la longitud; en contraste con este hallazgo principal, hubo dos efectos de interacción significativos para el tiempo de apoyo y la fuerza vertical máxima en las medidas de empuje, respectivamente. Estas interacciones indicaron mayores asimetrías en la condición de avance lento con una tendencia hacia una mejor simetría a velocidades más altas. Aunque estos resultados pueden proporcionar una visión teórica de la naturaleza subyacente de la simetría en la marcha, su magnitud general no parece invalidar el uso generalizado actual de los supuestos de simetría en entornos clínicos y de investigación en la actualidad (27).

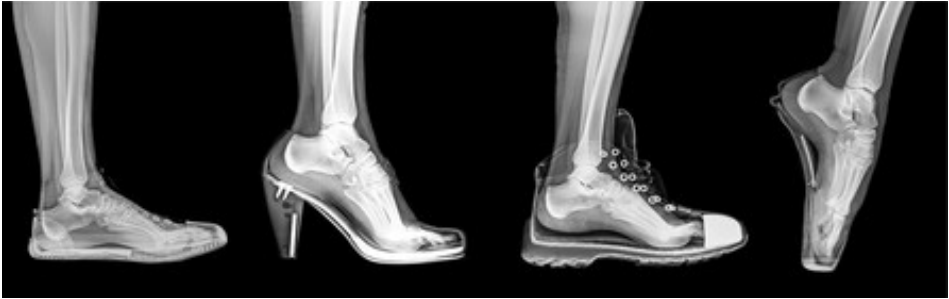
### **DETERMINANTES DE LA MARCHA:**

A continuación, se mencionan algunos aspectos relevantes:

- **Edad:** dado que la marcha se ve influenciada por diversas condiciones físicas, emocionales y psicológicas del individuo y ellas a su vez mutan a lo largo del ciclo vital, no es de extrañarse que cada grupo etario presente características específicas de esa edad; es así como los adultos mayores característicamente disminuyen varios de los indicadores (cadencia, longitud de paso, velocidad) pero aumentan por ejemplo su base de sustentación en comparación con el adulto joven que presenta los más altos valores en aquellos indicadores, con una menor base de sustentación y con menor gasto energético.

- **Sexo:** algunos de los criterios empleados socialmente para encasillar a las personas, es su forma de caminar; así, quienes permiten una mayor excursión de la pelvis generan mayor amortiguación del impacto y descargan su peso con menor intensidad a piso (patrón femenino), en el caso contrario la descarga de peso y consecuente respuesta del piso es mayor y se considerara un patrón masculino.
- **Aspectos culturales y religiosos:** la libertad de expresión (no solo oral), dada por la religión, la política y la educación a la que ha sido expuesto un individuo hace parte del patrón final de marcha que éste adopta (28).
- **Terreno:** aun dentro de un mismo espacio físico como una casa, podemos encontrar superficies diferentes, gradas (29) y rampas que obligan adaptaciones en el patrón de marcha, siempre mediadas por el efecto gravitatorio; ni que decir de superficies tan diversas como la playa, el césped o una superficie húmeda y lisa que también obligan a adaptaciones, esta vez mediadas además por el tipo de “agarre” con el pie si se avanza descalzo o el tipo de calzado si se usan zapatos.
- **Clima:** la temperatura ambiente y el gasto energético relacionado con ella están claramente relacionados con el patrón de marcha, un mismo individuo expuesto a climas diferentes modifica su patrón de marcha, particularmente en lo referente a la excursión de los miembros superiores, movimiento que por interacción de las cadenas musculares del tronco termina afectando la cintura pélvica y por ende a los miembros inferiores, lo que conlleva a modificaciones en parámetros temporoespaciales.
- **Calzado:** las diferentes formas de calzado se han convertido en un factor determinante de la manera de deambular. A mayor altura del tacón mayor modificación del alineamiento esquelético y del eje de transporte de cargas en pie, descenso del arco transversal anterior, mayor activación de la musculatura posterior; a mayor peso del calzado (calzado de bombero, constructor, entre otros), mayor cantidad de fuerza empleada durante el ciclo; a menor

sujeción (calzado que no sujeta el tobillo) menor sensación de estabilidad, lo que aumenta el riesgo de lesiones. Y por supuesto la ausencia de calzado genera a largo plazo una modificación de los arcos del pie que también redundara en modificaciones del patrón de marcha. En muchos casos el tipo de calzado llega incluso a impedir la realización de alguna de las fases de la marcha como tal.



**Figura 19.** Adaptación esquelética a la forma del zapato

Fuente: obtenida de <https://www.posterlounge.es/p/554250.html>

- **Forma del pie:** los tipos de pie considerando la altura de la bóveda plantar y dedos son muy diversos y cada uno de ellos conlleva una forma particular de participación en el proceso de la marcha



**Figura 20.** Muestra las diferentes alturas de la bóveda plantar baja (izquierda), normal (centro) y elevada (derecha).

Fuente: <https://www.shoeinsoles.co.uk/blog/know-your-arches.html>



**Figura 21.** Formas de pie de acuerdo con el largo de los dedos

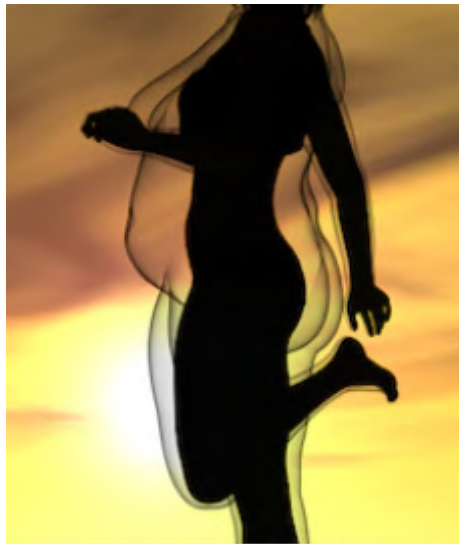
Fuente: obtenida de <https://emoii.com.au/blogs/news/how-to-choose-the-right-shoes-what-is-your-foot-shape>

Un ejemplo de ello es la participación del segundo dedo del pie en la fase de arranque de las personas en las que este dedo alcanza una mayor longitud que el propio hallux.

- **Cargas externas:** deambular haciendo soporte de cargas extra al peso corporal (maletines, bebes) y la ubicación de estos, producen modificaciones en la localización del centro de masa, lo que va acompañado de alteraciones en el patrón de marcha.
- **Raza:** en 2004 Chen et al compararon la marcha de mujeres chinas y caucásicas particularmente en lo referente al uso de tacones, concluyeron que las mujeres chinas reducen la velocidad de su marcha y reducen la cadencia de su paso más temprano en su vida y, por lo tanto, reducen el uso de tacones. Las diferencias raciales significativas en la marcha podrían explicar la menor prevalencia de gonartrosis informada en mujeres chinas. Este estudio es una muestra de que la raza también es un determinante de la marcha.
- **Estado de ánimo:** sabiendo que la marcha incluye parte del reflejo de las condiciones emocionales del ser humano, es de esperar que se modifique con las diferentes emociones. Tanto la

tristeza como la alegría y todas las otras fases medias del espectro emocional se evidencian en la marcha, la coquetería, la angustia y el temor, entre otros.

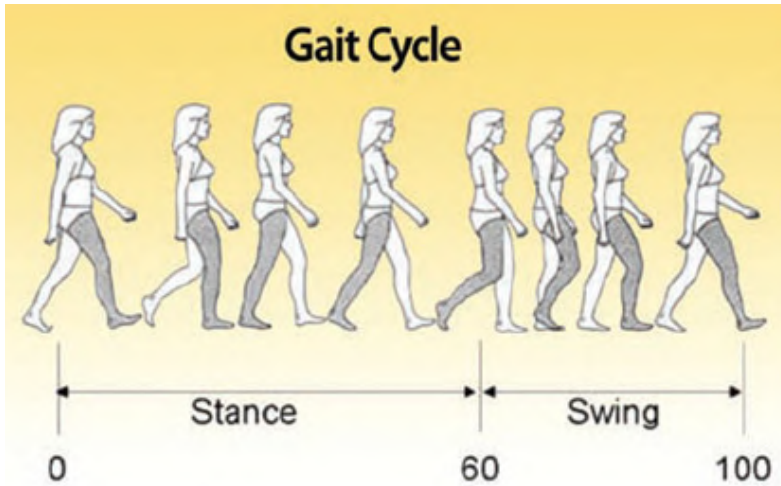
- **Embarazo:** esta condición está relacionada con cambios hormonales, propioceptivos y de ubicación del centro de masa. No es nuevo que las mujeres en estado de embarazo presentan una gran cantidad de cambios biomecánicos y fisiológicos que explican la afección del patrón de marcha. Uno de los más reconocidos es la incursión medio lateral del tronco denominada marcha de pato que desaparece con el parto.
- **Obesidad:** dado que no necesariamente el depósito de grasa se realiza de una forma homogénea a lo largo del cuerpo, particularmente en los casos de obesidad, no así necesariamente en los casos de sobre peso, las personas presentan modificaciones de los parámetros temporo espaciales de la marcha en un alto porcentaje debido a la reubicación del centro de masa.



**Figura 22.** Distribución irregular del tejido adiposo

Fuente: obtenida en <https://www.shutterstock.com/search/obesity+3d>

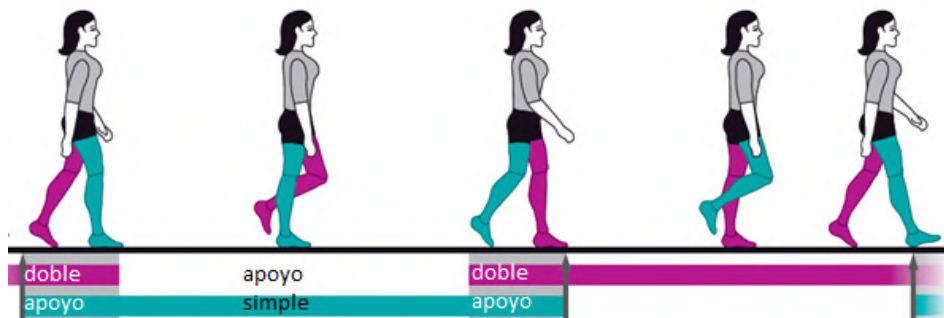
**FASES DE LA MARCHA.** A continuación, se hace un breve recorrido por el ciclo de la marcha y sus fases. Un ciclo de la marcha humana se divide en dos grandes fases una fase de apoyo (60%) y una fase de balanceo. (40%).



**Figura 23.** División del ciclo de marcha en fase de apoyo y fase de balanceo

Fuente: Obtenida en <http://www.optogait.com/Fases-de-la-marcha>

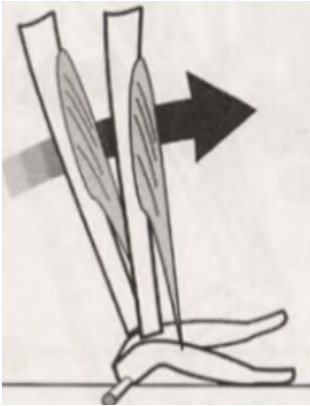
**A su vez la fase de apoyo se subdivide** en dos fases de doble apoyo (10% c/u) y una fase de apoyo simple (40% del tiempo total del ciclo).



**Figura 24.** Subdivisión de la fase de apoyo en la marcha.

Fuente: obtenida de <http://www.optogait.com/Fases-de-la-marcha>



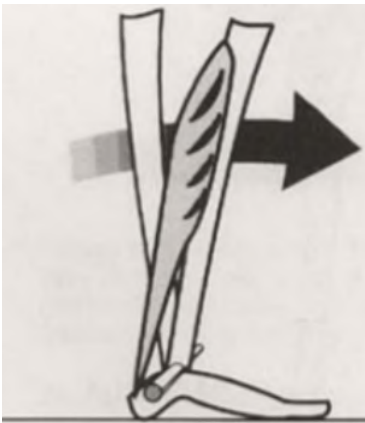


**Figura 25.** Primera mecedora

Fuente: tomada de <https://www.slideshare.net/sumitoovi/marcha-en-punta-de-pies-idiopatica>

La fase de apoyo también ha sido subdividida por Perry en 1992 en mecedoras:

- **Primera mecedora.** Corresponde a la primera fase de doble apoyo (respuesta a la carga) en la que el talón del pie de adelante entra en contacto con el piso en posición neutra e inmediatamente se realiza una contracción excéntrica de los músculos pre tibiales, lo que permite que la planta del pie entre en contacto con el piso por efecto gravitatorio dando fin a la primera mecedora, en ella el pie se mece sobre la tibia.



**Figura 26.** Segunda mecedora

Fuente: tomada de <https://www.slideshare.net/sumitoovi/marcha-en-punta-de-pies-idiopatica>

- **Segunda mecedora**

Corresponde a la fase de apoyo simple o apoyo medio, en esta fase todo el tiempo la planta del pie se encuentra en contacto con el piso y es la tibia la que cambia de posición pasando de plantiflexión a dorsiflexión. Ahora

es la tibia quien se mece sobre el pie. Tan pronto como se inicie el levantamiento del talón, termina la segunda y da inicio a la última mecedora.

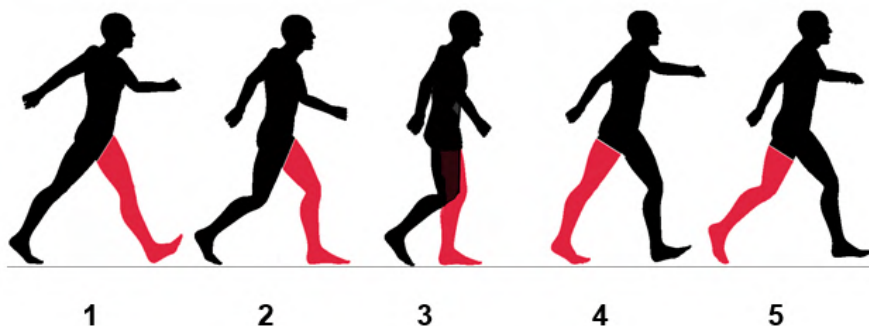


**Figura 27.** Tercera mecedora

Fuente: tomada de <https://www.slideshare.net/sumitoovi/marcha-en-punta-de-pies-idiopatica>.

- **Tercera mecedora.** Incluye la fase de pre-balanceo, también llamada apoyo terminal; durante esta mecedora el tobillo pasa de dorsiflexión a plantiflexión a través del desplazamiento de la carga desde el talón hacia adelante desprendiendo progresivamente la planta del pie del piso hasta desprender el hallux (en la mayoría de los casos incluye el segundo dedo) lo que termina con la tercera mecedora y da inicio a la fase de balanceo.

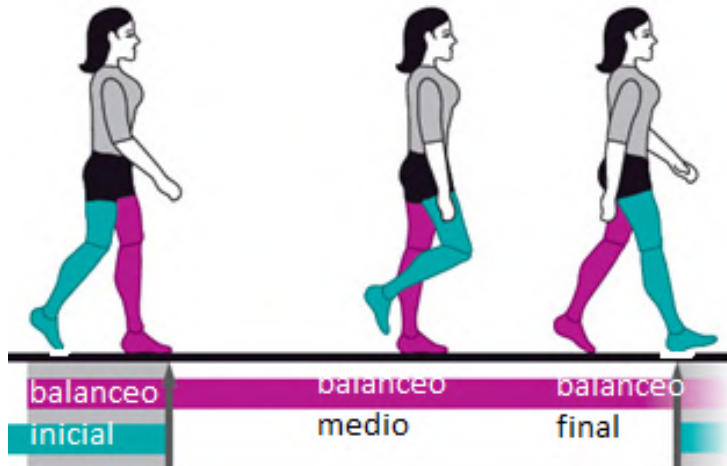
La secuencia entre las mecedoras se puede visualizar en la figura 28.



**Figura 28.** Ciclo de apoyo así: mecedora 1 (paso del 1 al 2), mecedora 2 (paso del 2 al 3), mecedora 3 (paso del 3 al 4) el 5 representa el prebalanceo.

Fuente: tomada y adaptada de <https://www.footbionics.com/Patients/The+Gait+Cycle.html>

Por otra parte la fase de balanceo se subdivide en balanceo inicial, balanceo medio y balanceo final.



**Figura 29.** Subdivisión de la fase de balanceo en la marcha.

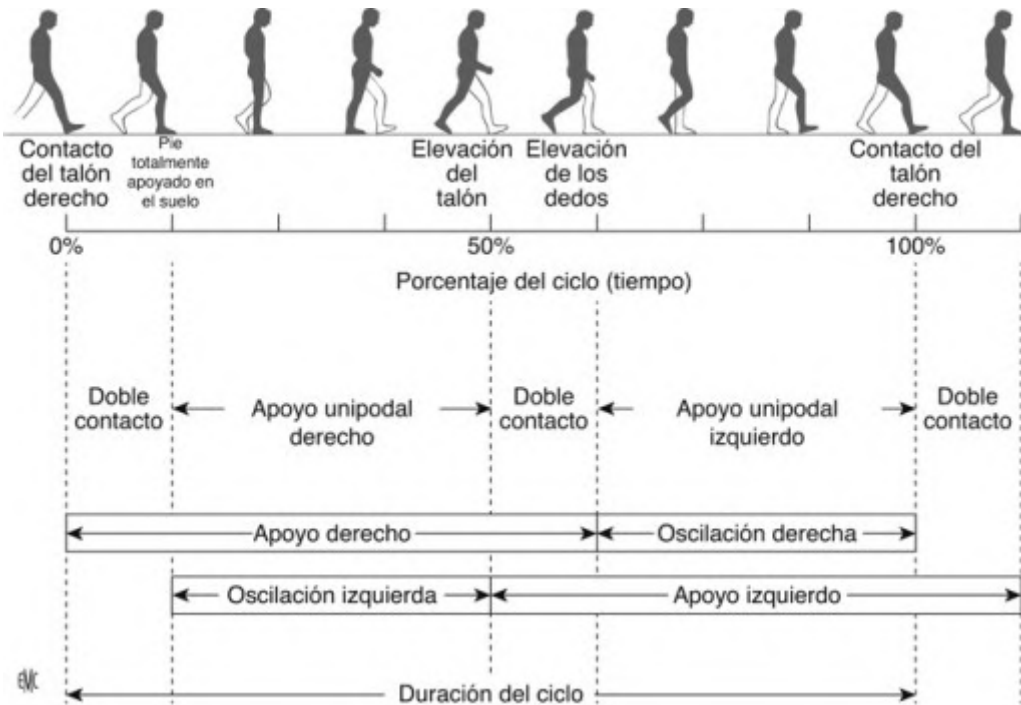
Fuente: obtenida de <http://www.optogait.com/Fases-de-la-marcha> .

- **El balanceo inicial:** es la fase inmediata al despegue del hallux de la pierna posterior, recorre el primer tercio de la fase de balanceo.
- **El balanceo medio:** ocupa el tercio medio del periodo de vuelo, y presenta el mayor grado de flexión tanto de cadera como de rodilla. Característicamente en esta fase la rodilla pasa del mayor grado de flexión al mayor grado de extensión.
- **Balanceo final:** es el último tercio del recorrido y termina con el apoyo del talón a piso donde inicia otro ciclo de marcha.

A lo largo de toda la fase de balanceo se presenta una contracción de los dorsi flexores dada la necesidad de evitar el roce de los dedos con el piso.

Toda la fase de balanceo corresponde con la fase del apoyo simple de la pierna contraria, con lo que en un ciclo de marcha normal se completa el 100% así:

- Primer doble apoyo = 10%
- Apoyo simple = 40%
- Segundo doble apoyo = 10%
- Fase de balanceo = 40%



**Figura 30.** Ciclo completo de la marcha

Fuente: obtenida de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1762827X12633963>

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Collado S. La marcha: historia de los procedimientos de análisis Biociencias. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. Vol. 2
2. Borelli GA. Sobre el movimiento de animales <https://www.springer.com/gp/book/9783642738142>
3. Paul JP. History and fundamentals of gait analysis. Bio-Medical Materials and Engineering. 1998; 8: 123-1235.
4. Viladot Perice A, Viladot Voegeli A. La marcha humana. Revista ortopédica de traumatología. 1999; 34:99-108.
5. Ducroquet R, Ducroquet J, Ducroquet P. Marcha normal y patológica. Barcelona: TorayMasson; 1972.
6. Comín Comín M, Villarroya Aparicio A, Pérez García JM, Nerín Ballabriga S, Marco Sanz C. Análisis de las presiones plantares. Técnicas y aplicaciones. Medicina de Rehabilitación 1999; 12 (3): 22-30.
7. Sensor medica educational. <http://gaitanalysis.net/historical-notes/>.
8. Ramos Sánchez M. Utilidad del análisis tridimensional de la marcha como sistema evaluador del estado clínico y funcional de pacientes sometidos a artroplastia de rodilla. [Tesis doctoral]. Madrid: Facultad de Medicina de la Universidad Complutense; 2000.
9. Sánchez-Lacuesta J. Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia; 1.993.
10. San Gil Sorbet, MA. Análisis dinámico de la marcha. estudio de los centros de presión sobre la huella plantar. influencia de los distintos calzados. [Tesis Doctoral]. Alcalá de Henares: Facultad de Medicina de la Universidad de Alcalá de Henares; 1991.
11. Casado MJ. Los genios de la pintura: Leonardo. Madrid: Gran Biblioteca Sarpe; 1979.
12. Viladot Pericé A, Viladot Voegli A. “La marcha humana”. Revista de Ortopedia y Traumatología. 1990; 34 (1): 99-108.
13. Inman VT, Ralston HJ, Todd F. “Human Walking”. Baltimore: Williams and Wilkins; 1981.

14. Libotte M, Zygas P, Giudici S, Noel B. Podometrie electronique, deux annees d'experience : rapport preliminaire. Acta Orthop. Belg. 1992; 58: 448-452.
15. Ferrandis R, García Belenguer AC, Guerrero A, Hoyos JV. Aplicación de Biofoot/IBV al diseño de ortesis plantares. Cuadernos de Información. Valencia: IBV; 1997.
16. Balzac and human gait analysis. (2015). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485312001065>
17. On the centre of mass motion in human walking. (2017). Obtenido de: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01377361v2/document>
18. Dynamic Principle of Center of Mass in Human Walking. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/45912957\\_Dynamic\\_Principle\\_of\\_Center\\_of\\_Mass\\_in\\_Human\\_Walking](https://www.researchgate.net/publication/45912957_Dynamic_Principle_of_Center_of_Mass_in_Human_Walking). 2010
19. Center of Mass Movement and Energy Transfer During Walking in Children With Cerebral Palsy <https://kin.sfsu.edu/sites/default/files/com%20%20mvt%20and.%20energy%20transfer%20during%20walking%20in%20children%20with%20cp.pdf>. 2005
20. Owings TM y Grabiner, MD Variability of step kinematics in young and older adults. En: Gait and Posture. No. 20 (2004); p.26-29.
21. Herrero A. Estudio de los parámetros espaciales de la marcha en la población anciana española y su asociación con resultados adversos de salud. (2017). Obtenido de: <https://www.https://www.tesisenred.net/handle/10803/461171#page=1>
22. Martin PE y Marsh AP, Step length and frequency effects on ground reaction forces during walking. Technical note. En: Journal of Biomechanics. No. 25 (1992); p. 1237-1239.
23. Zeni JA y Higginson JS, Gait parameters and stride-tostride variability during familiarization to walking on a split-belt treadmill. En: Clinical Biomechanics. No. 25 (2010); p. 383-386.
24. Diop M, Rahmani A, Belli R, Gautheron ,. Geysant A y Cotalorda J. Influence of Speed Variation and Age on the Asymmetry of Ground Reaction Forces and Stride Parameters of Normal Gait in Children. En: Journal of Pediatric Orthopaedics. No. 13 (2004); p. 308-314.

25. Cámara J Análisis de la marcha: sus fases y variables espacio-temporales. (2011) Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?idp=1&id=265420116010&cid=78991>
26. Bishop M, Brunt D. Pathare N. y Patel B. The effect of velocity on the strategies used during gait termination. En: Gait and Posture. No. 20 (2004); p. 134-139.
27. Goble DJ, Marino GW y Potvin JR The Influence of Horizontal Velocity on Interlimb Symmetry in Normal Walking. En: Human Movement Science. No. 22 (2003); p. 271-283.
28. AL-Obaidi S, Wall JC, AL-Yaqoub A, y AL-Ghanim M. Basic gait parameters: A omparison of reference data for normal subjects 20 to 29 years of age from Kuwait and scandinavia. En: Journal of Rehabilitation Research and Development. No. 40 (2003); p. 361-366.
29. Stacoff A, Diezi C, Luder G, Stüsi E y Krames-De Quervain IA Ground reaction forces on stairs: effects of stair inclination and age. En: Gait and Posture. No. (2005); p. 24-38.





## CAPÍTULO 4

# ARTROCINEMÁTICA DE LA MARCHA

Brayan Esneider Patiño Palma  
Ministerio del Deporte / Bogotá, Colombia  
✉ [brpatinop@mindeporte.gov.co](mailto:brpatinop@mindeporte.gov.co)  
© <http://orcid.org/0000-0002-6932-0980>

### Cita este capítulo:

Patiño-Palma BE. Artrocinemática de la marcha. En: Perafán-González DY. (Ed. científica). Perspectivas de la marcha humana. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 105-135.



# ARTROCINEMÁTICA DE LA MARCHA

## ARTHROKINEMATICS OF THE GAIT

Brayan Esneider Patiño Palma

© <http://orcid.org/0000-0002-6932-0980>

### RESUMEN

La adopción por parte de los seres humanos de una posición erecta y su locomoción empleando ciclos armónicos pendulares es única en toda clase de mamíferos, es por eso que actualmente, médicos y especialistas en rehabilitación estudian la gran variedad de patrones de movimiento de cada paciente formulando con la información obtenida un tratamiento adecuado además de realizar el seguimiento de la evolución clínica del usuario.

Para analizar la marcha a menudo se requiere la toma e interpretación de muchas mediciones, por lo que es importante familiarizarse con algunos conceptos básicos, pues cada medida es incierta hasta cierto punto.

Dado lo anterior, en este capítulo se describirá de manera detallada los arcos de movimiento normales para cada una de las articulaciones involucradas en la marcha (cadera, rodilla, tobillo, y miembros superiores) información que servirá de orientación para el correcto análisis de la información obtenida en la evaluación del patrón de la marcha.

Para el tobillo podrán evidenciar y reconocer cada uno de los movimientos de esta articulación y como durante cada ciclo de la marcha el tobillo viaja durante cuatro diferentes arcos de movimientos con unos arcos de movilidad relativamente bajos.

Para la articulación del pie se discriminan los movimientos de eversión e inversión presentes en el ciclo de la marcha además de los movimientos accesorios de la articulación metatarsfalángica y mediotarsiana.

Para la articulación de la rodilla se describirán los rangos de movimiento tanto en el plano sagital como en el coronal y transversal los cuales facilitan el equilibrio vertical y el avance de la extremidad en los diferentes periodos de la marcha.

En la cadera se discriminará los diferentes patrones de movimientos vistos desde la trayectoria del desplazamiento del muslo desde la vertical y el comportamiento pélvico, evaluando de manera correcta todo el patrón de movimiento de este complejo articular en la marcha.

Finalmente se describirá el comportamiento de diferentes complejos articulares, tales como pelvis, tronco, cabeza y miembros superiores dando así las pautas necesarias para una valoración global de todo el ciclo de la marcha.

**PALABRAS CLAVE:** Momentos articulares, cinemática articular, cinemática tobillo, cinemática de rodilla, cinemática de cadera.

## **ABSTRACT**

The adoption by human beings of an upright position and their locomotion using pendulum harmonic cycles is unique in all kinds of mammals that is why currently, doctors and rehabilitation specialists study the great variety of movement patterns of each patient formulating with the information obtained an adequate treatment in addition to monitoring the clinical evolution of the user.

Gait analysis often requires the taking and interpretation of many measurements, so it is important to become familiar with some basic concepts, as each measurement is uncertain to some extent.

Given the above, this chapter will describe in detail the normal ranges of motion for each of the joints involved in gait (hip, knee, ankle, and upper limbs), information that will serve as guidance for the correct analysis of the information obtained in the evaluation of the gait pattern.

For the ankle, they will be able to show and recognize each of the movements of this joint and how during each cycle of the gait the ankle travels during four different arcs of movement with relatively low arches of mobility.

For the foot joint, the eversion and inversion movements present in the gait cycle are discriminated, as well as the accessory movements of the metatarsophalangeal and midtarsal joint.

For the knee joint, the ranges of motion in the sagittal plane as well as in the coronal and transverse planes will be described, which facilitate vertical balance and the advancement of the limb in the different periods of gait.

In the hip, the different movement patterns seen from the trajectory of the displacement of the thigh from the vertical and pelvic behavior will be discriminated, correctly evaluating the entire movement pattern of this joint complex in gait.

Finally, the behavior of different joint complexes will be described, such as the pelvis, trunk, head and upper limbs, thus giving the necessary guidelines for a global assessment of the entire gait cycle.

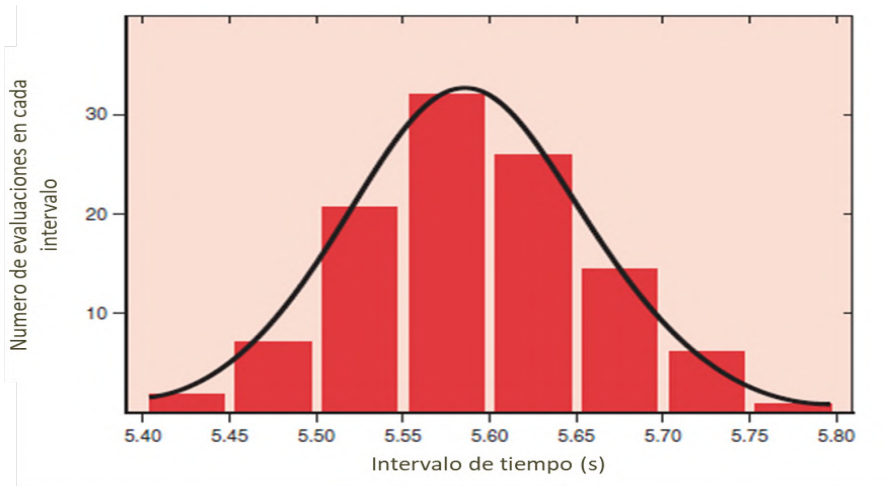
**KEYWORDS:** Articular moments, articular kinematics, ankle kinematics, knee kinematics, hip kinematics.

## INTRODUCCIÓN

La adopción, por parte de los seres humanos, de una posición erecta y su locomoción empleando ciclos armónicos pendulares es única en toda clase de mamíferos (1); actualmente, médicos y especialistas en rehabilitación estudian la gran variedad de patrones de movimiento (cinéticos, cinemáticos y de consumo de energía) de cada paciente, formulando con la información obtenida un tratamiento adecuado además de realizar el seguimiento de la evolución clínica del usuario.

Para analizar la marcha a menudo se requiere la toma e interpretación de muchas mediciones, por lo que es importante familiarizarse con algunos conceptos básicos, pues cada medida es incierta hasta cierto punto. Estas incertidumbres o errores son de dos tipos: aleatorios y sistemáticos.

En este sentido, se producen errores aleatorios cuando, por ejemplo, un observador inicia un cronómetro en el instante en que alguien pasa una línea de meta. Debido a la dificultad para decidir el momento preciso en que esto sucede, el cronómetro puede presionarse demasiado temprano o demasiado tarde. Por lo tanto, las mediciones repetidas variarán aleatoriamente alrededor del valor real o correcto. Si el eje del tiempo (eje  $x$ ) se divide en pequeños intervalos (por ejemplo, 5,40–5,45 s, 5,45–5,50 s, etc.) y se registra cada vez que el tiempo cae dentro de estos intervalos, se desarrolla una distribución normal (Figura 31).



**Figura 31.** Distribución normal

Fuente: Tomado y adaptado de Kirtley, C (2)

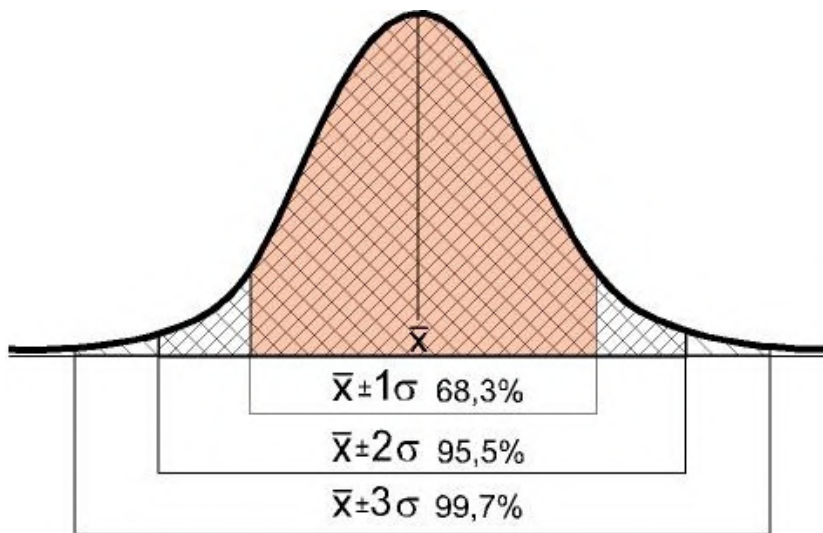
A partir de la gráfica anterior se evidencia de manera obvia que el intervalo con mayor frecuencia es el 5.55–5.60, sin embargo, hay otras mediciones que no se encuentran dentro de este intervalo, incluso algunas en los lados extremos (lo que significa que el tiempo registrado fue mucho más bajo o más alto de lo habitual) formando así una distribución con forma campana (conocida como campana de gauss) (3).

En este sentido la mejor estimación del valor “correcto” para el tiempo medido es, por supuesto, el promedio o la media, que se puede calcular sumando todas las mediciones y dividiendo por el número de mediciones tomadas (3). Sin embargo, este estadístico por sí solo no cuenta toda la historia, dado que el ancho o extensión de la distribución indica cuánta confianza debe depositarse a este valor medio. Este parámetro se llama desviación estándar ( $\sigma$ ), representa la incertidumbre estadística de una medición y es muy importante para la interpretación de los datos en el análisis de la marcha; este estadístico se calcula de la siguiente manera:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{N}}$$

En la práctica, la gran mayoría de las mediciones de la marcha se ven afectadas por estos dos parámetros. Una propiedad muy útil de las distribuciones normales es que se sabe que el 67% de todas las mediciones caen dentro de  $\pm 1\sigma$  de la media, el 95% caen dentro de  $\pm 2\sigma$  y el 99,7% dentro de  $\pm 3\sigma$ , propiedad conocida como la regla empírica de la estadística o teorema de Chebyshev (4) (Figura 32).

Dado que la mayoría de las mediciones biológicas parecen estar distribuidas normalmente, esto facilita la obtención de rangos de datos normativos. Si una medición cae fuera de estos límites, aún podría ser normal, pero esta normalidad pudiera ser alta o baja debido a la variación biológica natural o la imprecisión del instrumento. Clasificar dicho resultado como anormal constituiría cometer lo que se conoce comúnmente como un error falso positivo (Tabla 5).



**Figura 32.** Si una población se distribuye normalmente, el 67% de las mediciones estarán contenidas dentro de un rango definido por la media  $\pm 1$  DE; 95% dentro de 2 SD y 99.7% dentro de 3 SD. Este principio es la base de las definiciones clínicas de normalidad y rangos normativos para variables biomecánicas.

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 5.** La probabilidad de cometer un falso positivo disminuye a medida que se amplía el rango normativo

Definición de rango normativo	Probabilidad de falso positivo
Media $\pm 1 \sigma$	33%
Media $\pm 2 \sigma$	5%
Media $\pm 3 \sigma$	0.3%

Fuente: Elaboración propia

Claramente, un rango normativo basado en la media  $\pm 1\sigma$  es un poco arriesgado, porque el 33% de las mediciones verdaderamente normales se pueden clasificar erróneamente como no normales. Esta es una razón por la cual, la mayoría de los exámenes diagnósticos (por ejemplo hemogramas) usan un rango definido por la media  $\pm 2\sigma$  o incluso  $3\sigma$ .

Ahora bien, las mediciones de la marcha a menudo presentan grandes desviaciones ( $\sigma$ ) debido a las dos fuentes de variabilidad que tiene la evaluación (biológica e instrumental). Esto hace que los rangos normativos basados en la media  $\pm 2$  o  $3\sigma$  sean bastante amplios, lo que significa que muchas mediciones no normales se considerarían normales, un error conocido como falso negativo. Hasta el momento, este problema sigue sin resolverse, sin embargo, la mayoría de los laboratorios de marcha utilizan habitualmente rangos normativos basados en la media  $\pm 1\sigma$ .

Por el contrario, el error sistemático hace que la media se desvíe de su verdadero valor, introduciendo un sesgo en la medición. Por lo general, es un error mucho más difícil de manejar, ya que no se puede eliminar promediando (5). La única solución sería predecir o determinar la cantidad de sesgo y restarlo de todas las mediciones. Por ejemplo, en el caso expuesto al inicio de este capítulo, en el evaluador habrá un cierto retraso de tiempo (aproximadamente 100 ms o 0.1 s) al presionar el cronómetro, debido al tiempo que tardan

los impulsos nerviosos en viajar de los ojos del evaluador a su cerebro y del cerebro a la mano para operar el cronómetro. Es probable que este retraso sensoriomotor haga que cada medición de tiempo sea un poco más larga de lo que debería ser. El retraso de tiempo del observador podría estimarse y luego restarse a cada medición, pero claramente esto podría ser difícil y requerirá que se realice otro tipo de experimento.

En conclusión, pueden existir muchos tipos de errores en la evaluación de la marcha, pero estos se pueden reducir o eliminar completamente mediante un diseño cuidadoso de la metodología, el uso adecuado de los equipos y el análisis correcto de los datos. A continuación, y teniendo en cuenta estas consideraciones encontrarán el comportamiento y los rangos de movimiento normales de cada una de las articulaciones que están estrechamente relacionadas con el patrón y las diferentes fases de la marcha, información que servirá de orientación para el correcto análisis de la información obtenido en la evaluación de la marcha.

### **Complejo pie-tobillo**

La unión entre la pierna (tibia) y el pie presenta una situación única en todo el cuerpo humano. En esta área anatómica, las fuerzas verticales de soporte de peso se transmiten a un sistema de soporte horizontal.

Inman (6) englobó la interacción entre las articulaciones subtalar y tibiotalar bajo el término articulaciones del tobillo. Este concepto es correcto, pero redefinir un término comúnmente usado ha resultado inútil en otros esfuerzos y no se intentará en este capítulo, pues los términos originales están bien arraigados en las costumbres y en textos previos, así que, el término tobillo en los siguientes apartados estará relacionado con la unión entre la tibia y el astrágalo (articulación tibiotalar) y la articulación inferior continuará llamándose subtalar, igualmente, se tendrá en cuenta la acción de las diferentes interacciones articulares en el pie (particularmente mediotarsiana y metatarsofalángica) dado que estas influye en la

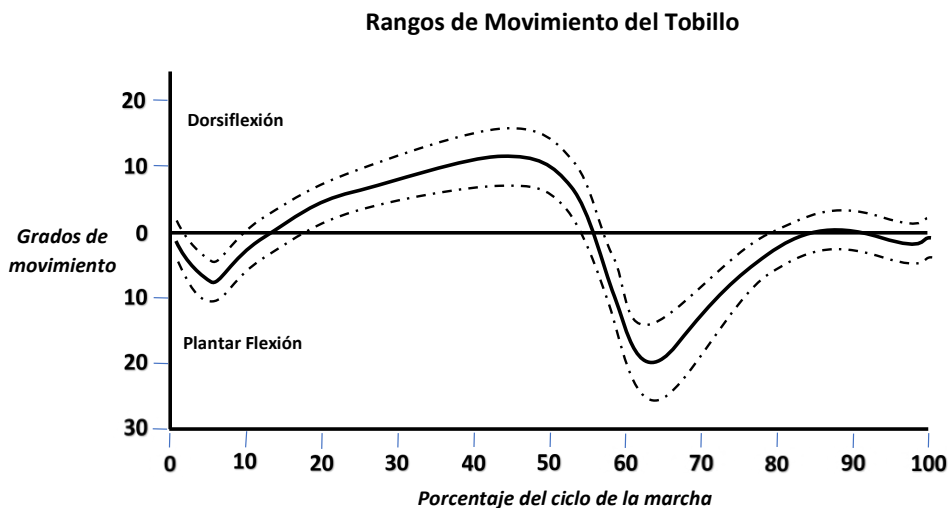
función del tobillo. De tal manera, todas las articulaciones serán tratadas como un complejo funcional.

### **Articulación del Tobillo**

Por simplicidad, a los movimientos del tobillo se les conoce comúnmente como flexión y extensión (7). La definición de estos términos, sin embargo, ha variado. Algunos autores tratan los movimientos del tobillo de la misma manera al movimiento articular en otras partes del cuerpo aplicando el término de flexión a aquellos movimientos que disminuyen el ángulo entre dos huesos (es decir, el movimiento ascendente del pie en dirección a la tibia) y la extensión el movimiento contrario (el pie se aleja de la tibia).

Neurológicamente, esta terminología es correcta. El movimiento ascendente del pie es parte de la sinergia primitiva flexora, es decir, acompaña la flexión de la cadera y la rodilla. Del mismo modo, el movimiento hacia abajo del pie es parte de la sinergia extensora de la extremidad. Sin embargo, para evitar confusiones, el único recurso es usar el término dorsiflexión para el desplazamiento ascendente del pie y la flexión plantar para el movimiento descendente del tobillo. Esta será la terminología utilizada en este texto.

Si bien, los arcos de movimiento del tobillo no son grandes, son críticos para la progresión y la absorción de impactos durante la fase de apoyo, además de permitir el avance de las extremidades en la fase de balanceo (figura 3). Durante cada ciclo de marcha, el tobillo viaja a través de cuatro arcos de movimiento; es decir, dos veces durante cada ciclo de la marcha el tobillo pasa de flexión (PF) a dorsiflexión (DF) alternadamente (8–11). Los primeros tres arcos de movimiento ocurren en la fase de apoyo (PF, DF y PF) y dorsiflexiona una única vez durante la fase de balanceo. La secuencia y los grados de movimiento del tobillo después del contacto inicial del piso con el talón se presentan en la tabla 6.



Línea negra: media, Línea punteada:  $\pm 1$  Desviación estándar

**Figura 33.** Rangos de movimiento normal para la articulación del tobillo

Fuente: Tomado y adaptado de Perry, J (12).

El rango completo del movimiento del tobillo utilizado durante el ciclo de la marcha (CM) es en promedio 30 grados (entre 20° y 40°) (9, 11, 12) el cual se relaciona estrechamente con las fases de soporte del pie. El contacto inicial normalmente se produce con el tobillo en posición neutra (o flexión plantar entre 3° o 5°), seguido por el primer movimiento de flexión plantar durante la respuesta de carga (que se da entre el 0-10% CM), posteriormente, con el inicio del contacto del antepié, el tobillo cambia su dirección de movimiento hacia la dorsiflexión.

Alrededor del 20% del CM el pie se estabiliza y la tibia se convierte en un segmento móvil continuando la dorsiflexión hasta la fase del apoyo medio y la mitad de la fase del apoyo terminal, alcanzando un ángulo máximo de dorsiflexión de 10 grados en aproximadamente el 48% del CM. Esta posición se mantiene hasta el final del periodo de soporte simple. Posteriormente, después del inicio del doble soporte terminal o posterior, se produce una rápida flexión plantar alcanzando un ángulo máximo de aproximadamente entre 20 a 30

grados al final de la fase de apoyo. Posteriormente, es el hallux el que inicia la acción de dorsiflexión final alcanzando una posición neutral a mitad de la fase de balanceo, la cual se mantiene durante toda la fase; sin embargo, a menudo se puede presentar una caída o leve flexión plantar entre 3 a 5 grados durante la fase oscilación final.

**Tabla 6.** Movimiento del tobillo durante un ciclo de la marcha

<b>Movimiento del tobillo durante un CM</b>	
Flexión plantar de 7 grados	0 – 12% del CM
Dorsiflexión de 10 grados	12 – 48% del CM (con zapatos es de 5°)
Flexión plantar de 20 grados	48 -62% del CM
Dorsiflexión o neutro	62 – 100%

Fuente: J Perry (12)

### **Complejo articular del pie**

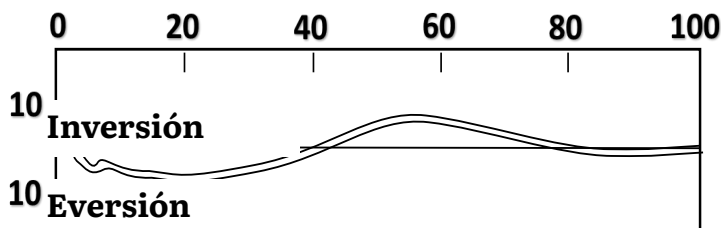
Existen tres articulaciones principales dentro del pie que se relacionan con la mecánica de la marcha; estas son las articulaciones subtalar, mediotarsiana y metatarsofalángica (Figura 33).

La primera en mención es la unión entre el astrágalo y el calcáneo ubicándola dentro del eje vertical de la descarga de peso que proviene de la tibia. La acción de la articulación subtalar es agregar movilidad en tres diferentes planos de movimiento, además de facilitar el movimiento de las otras articulaciones dentro del pie. La articulación subtalar o subastragalina tiene un eje único, orientado oblicuamente, que permite que el pie se incline medial (inversión) y lateralmente (eversión). Estas acciones ocurren tanto en la fase de apoyo como en la fase de balanceo, sin embargo, estos movimientos son más significativos en la fase de apoyo, pues influyen estrechamente en la alineación y el soporte del peso de toda la extremidad.

La eversión comienza en la fase de respuesta a la carga, es decir, inmediatamente después de que el talón entra en contacto con el piso, logrando una eversión máxima de entre 4 a 6 grados en la fase de apoyo medio (14% de CM); posteriormente, este movimiento se invierte lentamente (inversión) a lo largo de la fase de apoyo terminal logrando un pico máximo de inversión al inicio de la fase de pre-balanceo (52% CM) (8,13,14). En contraste, en la fase de balanceo el pie vuelve a la posición neutral, seguido de una inversión terminal durante el último 20% del ciclo de la marcha (8) (Figura 34).

La articulación mediotarsiana (o tarso transversal) es la unión entre el retropié y antepié siendo formada por dos articulaciones, talonavicular y calcáneocuboide. El movimiento del mediotarso del pie contribuye a la absorción de impactos durante el contacto del antepié. En esta articulación se ha evidenciado movilidad asociada a la acción de aplanamiento y recuperación del arco plantar, pero estos arcos de movilidad no han sido medidos.

El aplanamiento o caída del arco del pie se evidencia inmediatamente después del contacto del antepié con el suelo ocurriendo comúnmente en la fase inicial del apoyo medio durante el periodo de soporte simple, dándole a este movimiento el nombre de una dorsiflexión del mediopié. Seguidamente, con la elevación del talón se evidencia la restauración del arco lo que implica una inversión de la dorsiflexión en esta articulación.

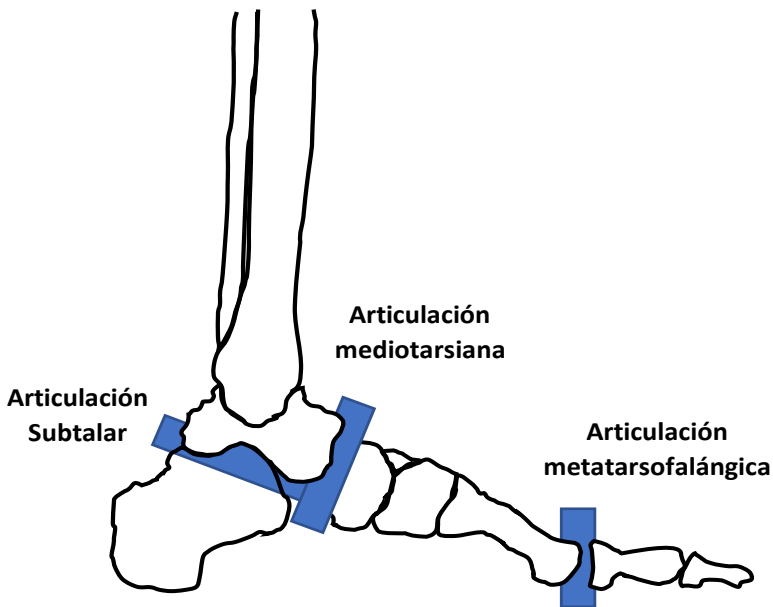


**Figura 34.** Movimiento normal de la articulación subtalar durante la marcha

Fuente: Tomado y adaptado de Wright, DG (8) y Perry, J(12)

La articulación metatarsofalángica es la unión entre los metatarsos y las falanges proximales del pie, siendo esta el punto de rotación o quiebre que permite el movimiento de rodamiento del pie sobre la cabeza distal de las metatarsianas (movimiento conocido como Rocker de antepié) facilitando la propulsión y avance de la extremidad.

En la fase del contacto inicial las articulaciones metatarsofalángicas, especialmente la del hallux, se encuentran con aproximadamente 25 grados de dorsiflexión; posteriormente, después del contacto con el antepié, en la fase de respuesta a la carga, los dedos caen logrando una posición neutra manteniéndola a lo largo de toda la fase de apoyo medio.

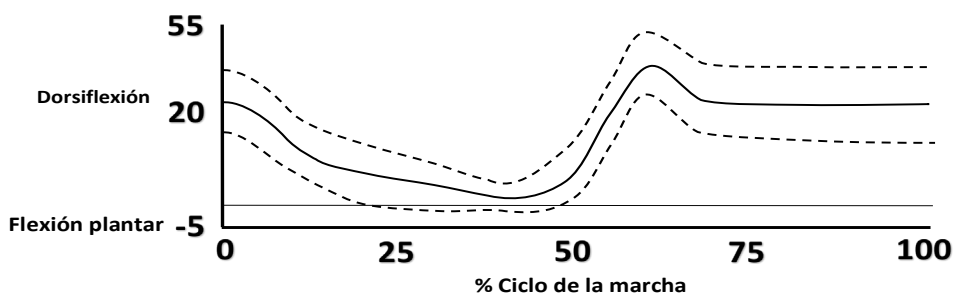


**Figura 35.** Articulaciones del pie con mayor significancia funcional durante la marcha (áreas azules): subtalar, mediotarsiana y metatarsofalángicas.

Fuente: Elaboración propia

Con la elevación del talón en la fase de apoyo terminal, las articulaciones metatarsofalángicas dorsiflexionan (extienden) aproximadamente 21 grados; es importante mencionar que durante estas fases los dedos siempre permanecen en contacto con el suelo y a medida que el retropié se levanta, los ejes metatarsianos se inclinan realizando de esta manera el mecanismo denominado *windlass pasivo*; logrando de esta forma una posición final de aproximadamente 55 grados de dorsiflexión durante la fase de pre-balanceo.

Al inicio y mediado de la fase de balanceo se mantiene una ligera dorsiflexión (dedos hacia arriba), sin embargo, esta se aumenta en la parte final de esta fase (mecanismo denominado *windlass activo*) en preparación para el contacto inicial del siguiente ciclo.



Línea negra: media, Línea punteada:  $\pm 1$  Desviación estándar

**Figura 36.** Movimiento normal de la articulación metatarsofalángica durante la marcha

Fuente: Tomado y adaptado de Perry, J (12).

## Articulación de la rodilla

La rodilla es la unión de dos huesos largos (fémur y tibia) y constituye uno de los segmentos principales de la extremidad inferior dado que pequeños movimientos en esta articulación resultan en cambios significativos en la ubicación corporal o segmentaria; es por este



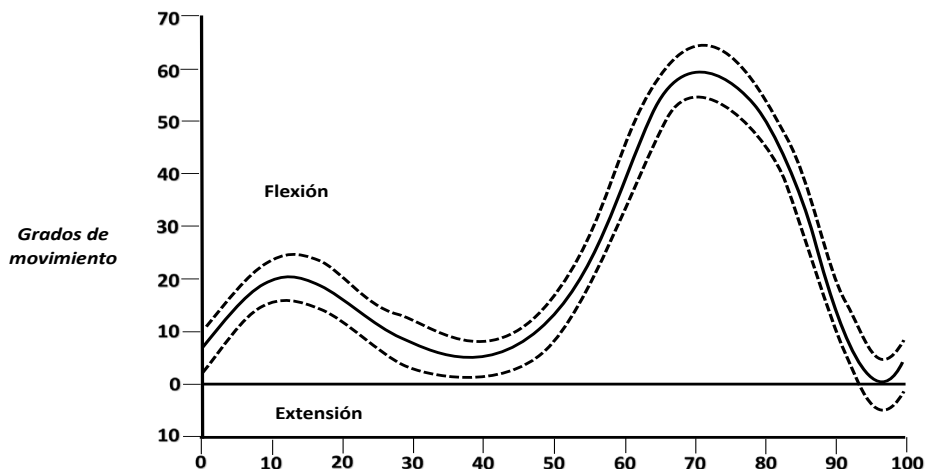
motivo que la estabilidad especialmente en la fase de apoyo, la rodilla es un determinante básico. Igualmente, en la fase de balanceo la flexibilidad de la rodilla es el factor principal de libertad de avance de la extremidad (movilidad), dándole a estas dos características un valor preponderante en el patrón normal de la marcha.

La rodilla es un complejo articular caracterizado por grandes rangos de movimiento en el plano sagital y pequeños arcos de movilidad en los planos coronal y transversal. En el primero se evidencian los movimientos de flexión y extensión usados para la progresión de la extremidad inferior tanto en la fase de apoyo como en la de balanceo; en cambio, los movimientos en el plano coronal facilitan el equilibrio vertical de la extremidad particularmente durante la fase de soporte simple. Finalmente, la rotación vista desde el plano transversal ajusta los cambios en la alineación a medida que el cuerpo se balancea de atrás hacia adelante; sin embargo, a menos que la movilidad articular sea muy exagerada producto de alguna patología, el análisis visual identifica solo los movimientos sagitales, por tal motivo se hacen necesarios diferentes sistemas de medición para discernir los otros eventos.

Durante cada ciclo, la rodilla pasa por cuatro arcos de movimiento, pasando de flexión a extensión de manera alterna, variando dentro de un rango de flexión entre los 0 y 70 grados (12,15-18). Sin embargo, los límites exactos de los arcos de movimiento de la rodilla varían entre diferentes estudios y estas diferencias están relacionadas con las variaciones en la velocidad al caminar, la individualidad del sujeto y el uso de los diferentes marcadores utilizados para designar las alineaciones de los segmentos. La magnitud promedio, tiempo y secuencia del movimiento de la rodilla durante la zancada se muestra en la tabla 7.

Comúnmente en la fase del contacto inicial la rodilla se encuentra aproximadamente con cinco grados de flexión, sin embargo, en diferentes sujetos esto puede variar, pudiendo encontrar en esta fase una leve hiperextensión entre los 0 y 2° o una flexión entre los 0 y 5° como se mencionó anteriormente; acto seguido, después del inicio de la fase de apoyo la rodilla aumenta su flexión rápidamente y con

el inicio de la fase de soporte simple (12% del CM) la rodilla completa su primer pico de flexión (también conocido como pico de flexión en apoyo) de aproximadamente 18 grados en cerca del 15% del ciclo de la marcha. Este momento es donde la rodilla flexionada está bajo la carga máxima de soporte de peso.



Línea negra: media, Línea punteada:  $\pm 1$  Desviación estándar

**Figura 37.** Movimiento normal de la articulación de la rodilla durante la marcha

Fuente: Tomado y adaptado de Perry, J 1992 (12)

Es importante mencionar que la posición de la rodilla en la fase de contacto inicial no se encuentra relacionada con la velocidad de la marcha; sin embargo, si se ha reportado una notable influencia de la velocidad al caminar con la cantidad de flexión que se produce en la fase de respuesta a la carga (6).

Seguidamente, a partir de la fase de apoyo medio la rodilla se extiende gradualmente logrando aproximadamente a la mitad de la fase de apoyo terminal (40% CM) una flexión mínima de en promedio tres grados, manteniéndola por un corto periodo de tiempo, pues al final de esta fase la rodilla comienza nuevamente a flexionarse logrando aproximadamente siete grados de flexión en el momento en el que el pie contralateral entra en contacto con el suelo.

**Tabla 7.** Movimiento de la rodilla durante un ciclo de la marcha

<b>Movimiento de la rodilla durante un CM</b>	
Flexión a 18°	0 – 15 %CM
Extensión a 5°	15 – 40 %CM
Flexión a 65°	40 – 70 %CM
Extensión a 2°	70 – 97% CM

Fuente: J Perry (12)

Una vez iniciada la fase de doble apoyo posterior, la rodilla se flexiona rápidamente alcanzando en promedio 40 grados de flexión al final de la fase de pre-balanceo (62% del CM). El ritmo rápido de flexión en la articulación de la rodilla continúa, logrando una flexión máxima de 60 grados (19) o según Murray (10) de 70 grados en la fase de balanceo inicial. Después de una pausa momentánea en la mitad de la fase de balanceo, la rodilla comienza a extenderse tan rápido como se flexionó en las fases anteriores, logrando en la oscilación media la mitad de la recuperación hacia la extensión; posteriormente en la fase siguiente de la marcha la rodilla logra su máxima extensión (flexión de 3°); sin embargo, como se comentó anteriormente, esto puede variar entre sujetos, en este sentido se ha reportado hiperextensión de aproximadamente tres grados y un grado menor de flexión de en promedio cinco grados.

Por otra parte, desde una posición de rotación externa máxima que se evidencia al final de la fase de apoyo, toda la extremidad (pelvis, fémur, tibia) realiza una rotación interna de ocho a trece grados que se mantiene durante las fases de oscilación y respuesta a la carga (20,21); adicionalmente, dentro de cada fase del ciclo de la marcha, la rodilla se mueve tanto en abducción como en aducción. En el estudio realizado por Kettlecarnp (20) un tercio de los sujetos estudiados presentaron una abducción máxima de la rodilla en la fase de contacto inicial. Sin embargo, la mayoría de las personas (64%) experimentó tres grados de abducción adicional en la fase de respuesta de carga.

Finalmente se documentó que, durante el balanceo, la rodilla volvió a su posición neutral al realizar una aducción aproximadamente de ocho grados. Finalmente, las magnitudes y dirección de la rotación y la abducción varían dependiendo de la fase de la marcha, sin embargo, estas mediciones no serán tocadas a fondo en este capítulo.

## **Articulación de la cadera**

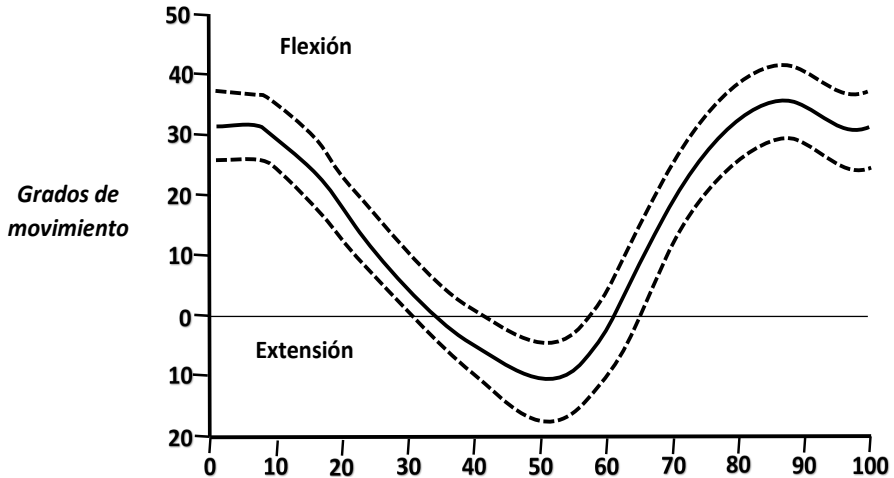
La articulación de la cadera es una articulación de tipo diartrosis que soporta ciclos de carga y movimiento a lo largo de toda la vida, el componente óseo acetabular resulta de la fusión de tres centros de osificación diferentes: ilion, isquion y pubis (22).

La cadera está diseñada para proporcionar un amplio movimiento de manera tridimensional con control muscular específico; en el plano sagital se puede evidenciar el arco de movilidad más amplio, sin embargo, los requisitos musculares son breves, caso contrario sucede en el plano coronal, pues en este, el movimiento es más limitado pero las demandas musculares son sustanciales; finalmente, la rotación vista desde el plano transversal es un evento presente pero sutil en esta articulación.

El enfoque funcional de la musculatura de la cadera al igual que en la rodilla varía dependiendo de la fase de la marcha; durante el apoyo el papel principal de los diferentes grupos musculares de la cadera es la estabilización del tronco; en cambio, en la fase de balanceo el objetivo principal es el control del movimiento de las extremidades (12).

Clínicamente, es habitual definir el movimiento de la articulación de la cadera por la trayectoria del desplazamiento del muslo desde la vertical, sin embargo, hay un arco de inclinación pélvica que puede sumar o restar movilidad a la articulación de la cadera. El análisis de movimiento instrumentado generalmente mide el ángulo pelvis-fémur total, no obstante, para el análisis de la marcha los movimientos del fémur y la pelvis deben juzgarse por separado.

La cadera se mueve en solo dos arcos de movimiento durante una zancada normal; extensión durante la fase de apoyo y flexión durante el balanceo (Figura 38), realizando un cambio de movimiento de manera gradual. En la cadera, el arco de movimiento normal tiene en promedio 40 grados de movilidad (23–26) sin embargo, existen estudios que reportan 48° (27).



Línea negra: media, Línea punteada:  $\pm 1$  Desviación estándar

**Figura 38.** Movimiento normal de la articulación de la cadera durante la marcha

Fuente: Tomado y adaptado de Perry, J 1992 (12)

En el contacto inicial, la cadera llega flexionada aproximadamente a 30 grados con respecto a la vertical, posteriormente, en la fase siguiente, la posición de la cadera es relativamente estable, perdiendo entre dos y tres grados de flexión. Con el inicio de la fase de apoyo medio, la cadera se extiende de manera progresiva hasta la fase de apoyo terminal donde el muslo alcanza una alineación neutral logrando seguidamente una extensión máxima de diez grados justo en el momento en que el pie contralateral entra en contacto con el suelo (50% CM).

Durante el pre-balanceo, la cadera invierte la dirección del movimiento y comienza a flexionarse manteniendo este movimiento durante las dos primeras fases del periodo de balanceo; exactamente, en la fase de balanceo inicial la cadera alcanza gran parte de rango de flexión, aproximadamente 25 grados, seguidamente en la fase de balanceo medio se logran los 15 grados finales.

Es importante mencionar que los movimientos del muslo y cadera son influenciados en tres o cuatro grados gracias a la inclinación de la pelvis, por lo tanto, una inclinación hacia arriba o retroversión de la pelvis aumenta el ángulo de flexión de la cadera en la fase de apoyo inicial, medio y balanceo final; por el contrario, una inclinación hacia abajo o anteversión de la pelvis aumenta la extensión del muslo.

Respecto al plano coronal, se ha reportado que la cadera se mueve a través de un pequeño arco de aducción y abducción a medida que el lado descargado de la pelvis sigue la extremidad oscilante. Esta acción tiene su inicio en el periodo de soporte, pues es en la fase de contacto inicial y respuesta a la carga donde la cadera se aduce de manera pasiva aproximadamente 10 grados debido al ángulo anatómico entre el fémur y la tibia (28). Esto se invierte en las fases de apoyo medio y terminal ubicando a la cadera en una posición neutral, produciendo posteriormente en el inicio del periodo de balanceo una abducción relativa de la cadera de aproximadamente cinco grados.

Durante cada zancada, la extremidad se mueve a través de un arco de rotación interna seguido de un arco similar de rotación externa. Diferentes estudios biomecánicos de la pelvis y el muslo demostraron que en el contacto inicial, la extremidad presenta una posición neutral, sin embargo, se observa una máxima rotación interna al final de la fase de respuesta a la carga y una máxima rotación externa al final de la fase de pre-balanceo (21).

## **Cabeza, tronco y pelvis**

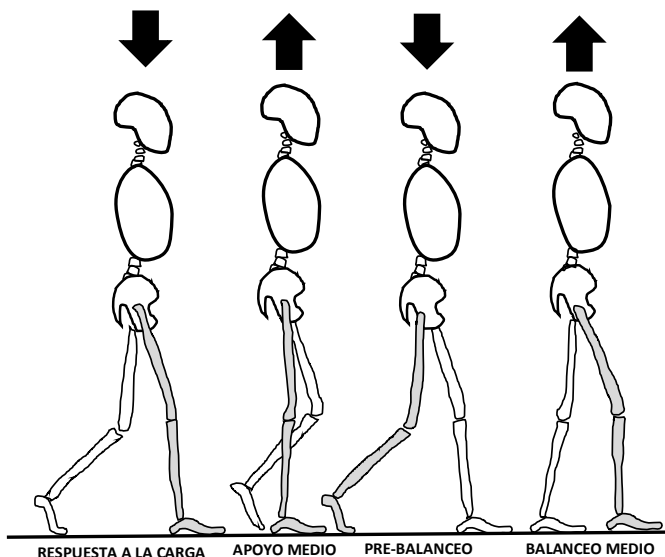
El segmento axial del cuerpo consta de tres estructuras rígidas (cabeza, tórax y pelvis) separadas por dos áreas móviles (columna cervical y toracolumbar). Funcionalmente, la cabeza y el cuello se consideran una unidad que descansa sobre el tronco, sin embargo, la definición del tronco es inconsistente. Comúnmente, este término tiene al menos dos significados pues la palabra puede referirse a todos los segmentos del cuerpo entre la base del cuello y las articulaciones de la cadera (excepto los brazos) o por el contrario representar solo los segmentos lumbares y torácicos y este último es utilizado para el análisis de la marcha dado que el tronco toracolumbar (TL) y la pelvis tienen diferentes observaciones funcionales que conducen a patrones de movimiento diferentes.

Mientras que el cuello permite que la cabeza se mueva independientemente para expandir el campo de visión, durante la marcha normal, la cabeza y el tronco viajan como una unidad y ninguno muestra algún cambio visual aparente en la posición, excepto verticalmente. En esta dirección, los segmentos (tronco y cabeza) se mueven con el centro de gravedad del cuerpo a medida que este sigue la mecánica de las extremidades inferiores. Sin embargo, el análisis instrumentado ha registrado pequeños arcos de desplazamiento en los planos sagital y coronal.

A lo largo del ciclo de la marcha los segmentos (cabeza y tronco) se desvían de la línea media de progresión en tres diferentes planos de movimiento (vertical, lateral y progresivo) (12), formando cada uno un patrón de desplazamiento sinusoidal con características diferentes.

El desplazamiento vertical del sacro, el tronco y la cabeza es igual en cada segmento y sigue un doble camino sinusoidal. La cantidad promedio de cambio vertical es de 2.5 cm a 4.5 cm hacia arriba y una cantidad igual hacia abajo (Figura 39) (29,30). Un ciclo de la marcha presenta dos momentos de desplazamiento hacia abajo y dos hacia arriba reflejando la mecánica de los pasos derecho e izquierdo; los picos del movimiento descendente se dan en la fase de respuesta a la

carga (6% CM) y en el pre-balanceo (56% CM) dándose estas dos fases en los dos periodos de doble soporte; cada descenso esta seguido por una elevación progresiva ocurriendo estas dos en los periodos de soporte simple, es decir, en las fases de soporte terminal (34% CM) y oscilación media (84% CM); ahora bien, es importante mencionar que la cantidad de desplazamiento varia con la velocidad de la marcha del sujeto (12).



**Figura 39.** Movimiento carga vertical del tronco durante una zancada indicado por la altura de la cabeza

Fuente: Tomado de J Perry (12)

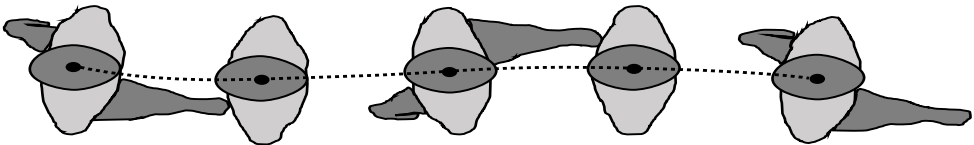
El desplazamiento lateral es el mismo para todos los segmentos axiales, este eje de movimiento presenta aproximadamente 4.5 centímetros de movilidad total entre las desviaciones máximas derecha e izquierda. En la dirección lateral a diferencia de la vertical solo se presenta una única senoide para cada ciclo de la marcha produciendo el movimiento de los segmentos axiales hacia el lado de la extremidad de soporte.

Desde un punto neutro inicial el comienzo del desplazamiento lateral inicia aproximadamente al inicio de la fase de apoyo alcanzando un desplazamiento máximo ipsilateral alrededor del 31% del ciclo de



la marcha, es decir en la fase de apoyo terminal. Posteriormente, se evidencia un retorno gradual a la posición neutral (50% CM) seguido de un movimiento al lado contralateral presentando el desplazamiento máximo alrededor del 81% del ciclo de la zancada, es decir aproximadamente en el punto medio del periodo de oscilación.

Finalmente, el desplazamiento progresivo de los segmentos axiales, muestra una relación con la velocidad de la marcha y presenta curva sinusoidal doble evidenciando que, durante el primer tercio de cada ciclo, los segmentos axiales avanzan más rápido que la velocidad media de la marcha.



**Figura 40.** Desplazamiento lateral del tronco durante una zancada (indicado por la ubicación de la cabeza)

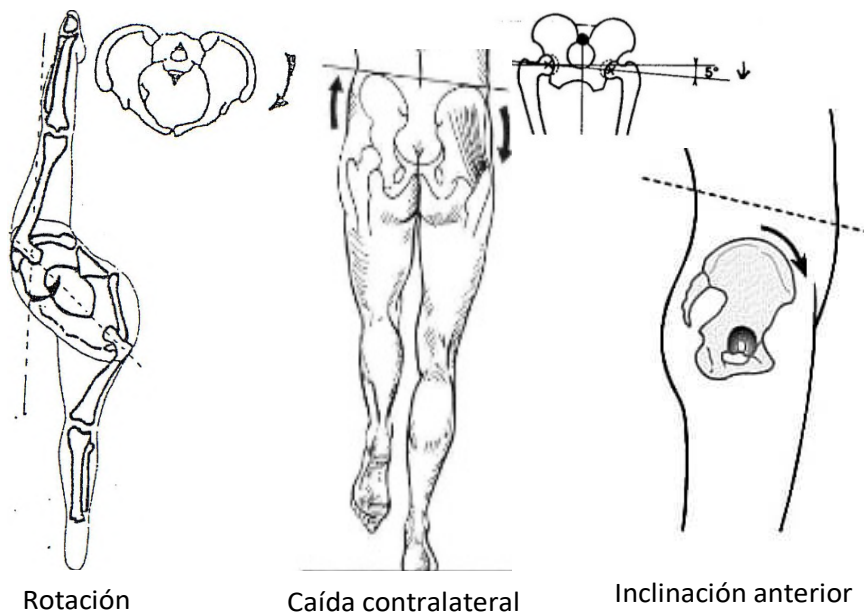
Fuente: Tomado de J Perry (12)

La pelvis, durante cada zancada, se mueve de manera asincrónica en las tres diferentes direcciones, sin embargo, estos movimientos son pequeños, pero representan un continuo cambio postural. Los arcos de movimiento individuales son los siguientes:

- Plano sagital: inclinación anterior/posterior de cuatro grados (28,31,32).
- Plano coronal: caída y subida contralateral de cuatro grados (28,31,32).
- Plano transversal: rotación posterior/anterior de diez grados (28,31,32).

Por otra parte, no se ha evidenciado movimiento en las uniones articulares de los huesos pélvicos y sacro (articulación sacroilíaca) durante la marcha; sin embargo, durante el esfuerzo de lograr la sedestación desde una posición reclinada, puede implicar movimiento sacroilíaco de aproximadamente 0.5 centímetros;

ahora bien, este hallazgo es inconstante, ya que la fusión de parte o total de la articulación sacroilíaca es muy común. Con respecto a la sínfisis púbica, se sabe que presenta pequeños grados de rotación y traslación, pero estos movimientos no han sido medidos (33).



**Figura 41.** Movimiento de la pelvis durante la marcha

Fuente: Elaboración propia

### Miembros superiores

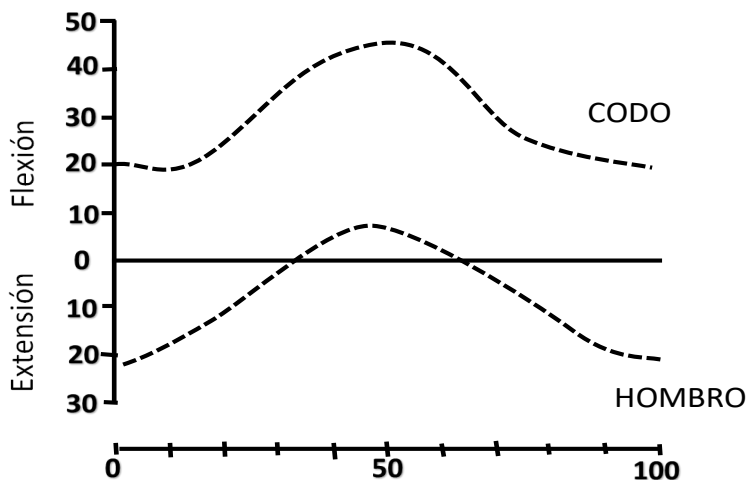
El movimiento recíproco de los brazos ocurre de manera espontánea al caminar; Brujin y colaboradores a partir del cálculo del movimiento angular en los miembros superiores determinaron un patrón totalmente opuesto al resto del cuerpo, y concluyeron que esto permitía que las extremidades inferiores realizaran el movimiento necesario sin impartir una marcada rotación al cuerpo (34). Sin embargo, se sugiere que el movimiento de los brazos puede ser útil, pero no es un componente esencial de la marcha, pues los beneficios y el gasto energético que esto conlleva aún no están claros (35).

En conclusión, el papel del balanceo del brazo está indicado por el giro del componente activo. La extensión dinámica del brazo ocurre al mismo tiempo que la pierna se balancea hacia adelante. Por lo tanto, el brazo está proporcionando una contrafuerza intencional para minimizar el desplazamiento giratorio del cuerpo por la mecánica locomotora de las piernas.

Durante una zancada, cada brazo, recíprocamente se flexiona y extiende dentro de un arco total de desplazamiento entre 30 y 40 grados; el tiempo de desplazamiento entre los dos brazos es de aproximadamente del 50% del ciclo. Durante el periodo de apoyo desde el contacto inicial hasta el despegue de la extremidad contralateral, el brazo medido a partir del desplazamiento realizado sobre la articulación glenohumeral, realiza un arco de aproximadamente 20 grados de flexión; posteriormente, con el inicio de la fase de apoyo contralateral, el movimiento del brazo se invierte hacia la extensión alcanzando una posición cerca de nueve grados respecto a la vertical. Es importante mencionar que al caminar libre o rápidamente, a medida que el brazo se balancea hacia adelante y hacia atrás, el hombro y el codo se mueven a través de diferentes arcos de movimiento (36).

Concretamente el hombro desde una posición de máxima de extensión (24 grados) al inicio de la fase de apoyo, esta articulación se flexiona a una posición de ocho grados al final de la fase de apoyo terminal (momento del contacto inicial en la extremidad contralateral) manteniendo esta posición momentáneamente para que posteriormente se extienda nuevamente durante las fases de oscilación (37).

Por su parte, el codo presenta la misma dirección de movimiento que el hombro, es decir, también atraviesa un arco equivalente de flexión y extensión durante cada zancada. Esta articulación presenta una flexión máxima de 44 grados en el momento de contacto del pie contralateral con el piso, es decir cerca del 50% del ciclo de la marcha (37).



Línea negra: media

**Figura 42.** Arcos de movimiento de codo y hombro

Fuente: Tomado y adaptado de Perry, J 1992 (12)

### Referencias bibliográficas

1. Gebo D. Climbing, brachiation, and terrestrial quadrupedalism: Historical precursors of hominid bipedalism. *Am J Phys Anthropol.* 1996 Sep;101(1):55–92.
2. Kirtley C. *Clinical Gait Analysis. Theory and Practice*-Churchill Livingstone. Elsevier, editor. Churchill Livingstone Elsevier. Washington, D.C.; 2006. 61 p.
3. Reid HM. *Introduction to Statistics: Fundamental Concepts and Procedures of Data Analysis.* SAGE, editor. 2014. 1–595 p.
4. Amidan B, Ferryman T, Cooley SK. Data outlier detection using the chebyshev theorem. *IEEE Aerospace Conference Proceedings.* 2005.
5. Dawson-Saunders B, Trapp RG. *Bioestadística médica. Manual Moderno;* 2005.
6. Inman V, Ralston H, Todd F. Human Walking. *Ergonomics.* 1981;24(12):969–76.

7. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Joint Motion: Method of measuring and recorging. Chicago. Chicago: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1965.
8. Wright DG, Desai SM, Henderson WH. Action of the subtalar and ankle-joint complex during the stance phase of walking. *J Bone Joint Surg Am.* 1964;46:361–82.
9. Sutherland DH. An electromyographic study of the plantar flexors of the ankle in normal walking on the level. *J Bone Joint Surg Am.* 1966;48(1):66–71.
10. Murray MP, Drought AB, Kory RC. Walking patterns of normal men. *J Bone Joint Surg Am.* 1964 Mar 1;46:335–60.
11. Piotter JM, Post PA, Vanden Berg KJ. Repeatability of kinematic and kinetic data in the analysis of normal human gait. 1999.
12. Perry J. Gait analysis normal and pathological function. Slack Inco. Handbook of Clinical Neurology. 1992. 556 p.
13. Close JR, Inman VT, Poor PM, Todd FN. The function of the subtalar joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1967;50:159–79.
14. Buchthal F, Guld C, Rosenfalck P. Multielectrode Study of the Territory of a Motor Unit. *Acta Physiol Scand.* 1957;39(1):83–104.
15. Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and posture control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev.* 1986;23(2):97–114.
16. Gyory AN, Chao EYS, Stauffer RN. Functional evaluation of normal and pathologic knees during gait. *Arch Phys Med Rehabil.* 1976;57(12):571–7.
17. Chao EY, Laughman RK, Schneider E, Stauffer RN. Normative data of knee joint motion and ground reaction forces in adult level walking. *J Biomech.* 1983;16(3):219–33.
18. Mansour JM, Lesh MD, Nowak MD, Simon SR. A three dimensional multi-segmental analysis of the energetics of normal and pathological human gait. *J Biomech.* 1982 Jan 1;15(1):51–9.
19. Kadaba MP, Ramakrishnan HK, Wootten ME, Gaine J, Gorton G, Cochran GVB. Repeatability of kinematic, kinetic, and electromyographic data in normal adult gait. *J Orthop Res.* 1989;7(6):849–60.
20. Kettelkamp DB, Johnson RJ, Smidt GL, Chao EY, Walker M. An electrogoniometric study of knee motion in normal gait. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52(4):775–90.

21. Levens AS, Inman VT, Blosser JA. Transverse rotation of the segments of the lower extremity in locomotion. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 1948 [cited 2020 Jul 2];30(4):859–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18887290/>
22. Marín-Peña O, Fernández-Tormos E, Dantas P, Rego P, Pérez-Carro L. Anatomía y función de la articulación coxofemoral. Anatomía artroscópica de la cadera. *Rev Española Artrosc y Cirugía Articul.* 2016 Apr;23(1):3–10.
23. Skinner HB, Abrahamson MA, Hung RK, Wilson LA, Effeney DJ. Static load response of the heels of SACH feet. *Orthopedics.* 1985;8(2):225–8.
24. Lyons K, Perry J, Gronley JK, Barnes L, Antonelli D. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation. An EMG study. *Phys Ther.* 1983;63(10):1597–605.
25. Johnston RC, Smidt GL. Measurement of hip-joint motion during walking. Evaluation of an electrogoniometric method. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 1969;51(6):1082–94.
26. Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. *Am J Phys Med.* 1987;66(2):77–90.
27. Gore DR, Murray MP, Sepic SB, Gardner GM. Walking patterns of men with unilateral surgical hip fusion. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 1975;57(6):759–65.
28. Charalambous CP. The major determinants in normal and pathological gait. In: *Classic Papers in Orthopaedics* [Internet]. 2014 [cited 2020 Jul 6]. p. 403–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13069544/>
29. Waters RL, Morris JM. Electrical activity of muscles of the trunk during walking. *J Anat.* 1972 Feb;111(Pt 2):191–9.
30. Saunders JB, Inman VT, Eberhart HD. The major determinants in normal and pathological gait. *J Bone Joint Surg Am.* 1953;35 A(3):543–58.
31. Mooney V, Goodman F. Surgical approaches to lower-extremity disability secondary to strokes. *Clin Orthop Relat Res.* 1969;63:142–52.
32. Charalambous CP. Walking patterns of normal men. In: *Classic Papers in Orthopaedics* [Internet]. 2014 [cited 2020 Jul 14]. p. 393–

5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14129683/>
33. Weisl H. The movements of the sacroiliac joint. *Acta Anat (Basel)*. 1955;23(1):80–91.
34. Bruijn SM, Meijer OG, Beek PJ, Van Dieën JH. The effects of arm swing on human gait stability. *J Exp Biol*. 2010;213(23):3945–52.
35. Collins SH, Adamczyk PG, Kuo AD. Dynamic arm swinging in human walking. *Proc R Soc B Biol Sci*. 2009 Oct 22;276(1673):3679–88.
36. Ellen Christin Arntzen, Bjørn Kåre Straume, Francis Odeh, Peter Feys, Paolo Zanaboni, Britt Normann. Group-Based Individualized Comprehensive Core Stability Intervention Improves Balance in Persons With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther*. 2018;98(5):1027–38.
37. Ballesteros MLF, Buchthal F, Rosenfalck P. The Pattern of Muscular Activity During the Arm Swing of Natural Walking. *Acta Physiol Scand*. 1965;63(3):296–310.





CAPÍTULO 5

# AYUDAS TÉCNICAS PARA LA MARCHA. CONCEPTOS Y PRESCRIPCIÓN

Pedro Antonio Calero Saa  
Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia  
✉ [pedro.calero00@usc.edu.co](mailto:pedro.calero00@usc.edu.co)  
© <https://orcid.org/0000-0002-9978-7944>

**Cita este capítulo:**

Calero-Saa PA. Ayudas técnicas para la marcha. Conceptos y prescripción. En: Perafán-González DY. (Ed. científica). Perspectivas de la marcha humana. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 137-183.



# AYUDAS TÉCNICAS PARA LA MARCHA. CONCEPTOS Y PRESCRIPCIÓN

TECHNICAL AIDS FOR THE GAIT.  
CONCEPTS AND PRESCRIPTION

Pedro Antonio Calero Saa

© <https://orcid.org/0000-0002-9978-7944>

## RESUMEN

En este capítulo, se realizará una descripción de los conceptos globales de las ayudas técnicas para la marcha, como también la descripción de cada ayuda, así como su prescripción. Se inicia con una conceptualización desde los entes gremiales tanto nacionales como internacionales como son la International Organization for Standardization (ISO), la American Physical Therapy Association (APTA), la World Confederation For Physical Therapy (WCPT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). A continuación, se realiza la descripción y conceptualización de las ayudas fijas, las estables y las autoestables. En cada elemento se realiza una descripción de sus componentes y su prescripción, así como también la relación con la estabilidad del individuo, el porcentaje de descarga corporal y, por último, una descripción de los tipos de marcha, los cuales, permitirán asociar la funcionalidad del individuo al consumo de energía. Este capítulo permitirá que tanto fisioterapeutas como futuros profesionales, puedan tener herramientas que complementen sus competencias clínicas en la intervención de pacientes con alteración en la marcha y la prescripción de ayudas técnicas.

**PALABRAS CLAVE:** indicaciones de ayudas técnicas en la marcha, prescripción de ayudas técnicas en marcha, bastones, muletas, caminadores, sillas de ruedas.

## ABSTRACT

In this chapter, a description of the global concepts of technical aids for walking will be made, as well as a description of each aid, as well as its prescription. It begins with a conceptualization from both national and international union entities such as the International Organization for Standardization (ISO), the American Physical Therapy Association (APTA), the World Confederation For Physical Therapy (WCPT) and the World Health Organization (WHO). Next, the description and conceptualization of the fixed, stable and self-stable aids is made. In each element a description of its components and their prescription is made, as well as the relationship with the stability of the individual, the percentage of body discharge and, finally, a description of the types of gait, which will allow to associate the functionality from the individual to energy consumption. This chapter will allow both physiotherapists and future professionals to have tools that complement their clinical skills in the intervention of patients with gait disturbances and the prescription of technical aids.

**KEYWORDS:** indications of technical aid in march, prescription of technical aid in march, canes, crutches, walkers, wheelchairs.

## INTRODUCCIÓN

El movimiento corporal humano (MCH) es una concepción que se compone por esquemas y elementos motrices, indispensable para la salud y el bienestar, el cual evoluciona por medio de la interacción de los diferentes elementos del sistema corporal, lo que permite un alto grado de funcionalidad e independencia en la realización de actividades de la vida diaria (AVD) y actividades básicas cotidianas (ABC) (1). Como resultado de la interacción de los componentes mencionados, se da un producto motriz por excelencia que constituye un patrón fundamental de gran complejidad: la marcha. Como componente esencial del MCH, la marcha se relaciona con la capacidad de desplazamiento en el espacio, y por ende con la capacidad de interacción del hombre con el entorno, convirtiéndose

en la mejor indicación de independencia (2), donde su alteración, puede conllevar a una discapacidad temporal o permanente (3).

El deterioro de la marcha tiene una naturaleza progresiva y definitiva que se agrava por presencia de comorbilidades durante el ciclo vital. Al realizar una observación de las personas que transitan diariamente a nuestro alrededor, cada una tiene su propia característica, que es determinada a diferentes aspectos intrínsecos (edad, sexo, talla, peso, antropometría), extrínsecos (entorno, calzado, vestimenta), psicológicos (personalidad, emociones), fisiológicos (embarazo, envejecimiento), biomecánicos (centro de gravedad, base de sustentación) y patológicos (traumatismos, patologías neuromusculares, músculo esqueléticas o trastornos psiquiátricos), donde la influencia de cualquiera de estos factores, de manera individual o simultánea, modificaran el patrón de marcha, ocasionando alteraciones transitorias permanentes, locales o generales (1). A su vez, con el avance de la edad, se generarán modificaciones en los reflejos de enderezamiento y de equilibrio, la fuerza, la flexibilidad, y en su conjunto, una afectación en los ajustes posturales (4).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha determinado que más de mil millones de personas en todo el mundo, entre ancianos y personas con discapacidad, necesitan una o más ayudas técnicas. Esto se debe, a la pérdida progresiva de autonomía, lo que conlleva a una necesidad de ayudas técnicas. Como consecuencia del envejecimiento progresivo mundial (5,6) y el aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) (7,8), se prevé que, en el año 2050, más de dos mil millones de personas necesitaran ayudas técnicas (9).

El fisioterapeuta, como profesional del área de la salud y como principal responsable en la intervención del MCH, determina si el paciente/cliente requiere el uso de alguna ayuda técnica, para tal fin, previamente debe realizar un proceso de evaluación utilizando test y medidas que le permitirán determinar un pronóstico de acuerdo al nivel de funcionalidad, y de esta manera, indicar la ayuda técnica adecuada para que el paciente sea lo más funcional posible, y que su apoyo sea, en lo posible, temporal.

En este capítulo se realizará una descripción de los conceptos globales de las ayudas técnicas para la marcha, como también la descripción de cada ayuda, así como su prescripción; permitiendo que tanto los fisioterapeutas como los futuros profesionales, puedan tener herramientas que complementen sus competencias clínicas en la intervención de pacientes con alteración en la marcha y la prescripción de ayudas técnicas.

## **AYUDAS TÉCNICAS**

### **Concepto y clasificación**

Las ayudas técnicas son elementos necesarios cuando la marcha se ve afectada ya sea por presencia de dolor, déficit en el equilibrio, inestabilidad o parálisis. En un comienzo, esas ayudas eran las personas más cercanas al paciente, sin embargo, para evitar la dependencia de otras personas, se prescriben este tipo de ayudas para asistir la marcha (10).

Las ayudas técnicas también son conocidas como dispositivos de asistencia o tecnologías de apoyo. La International Organization for Standardization –ISO– (Organización Internacional de Normalización), que se encarga de la creación de estándares internacionales, define las ayudas técnicas como los productos, instrumentos, equipos o sistemas técnicos utilizados por una persona con discapacidad, fabricados especialmente, o disponibles en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar una deficiencia o discapacidad.

La American Physical Therapy Association –APTA– (Asociación Americana de Fisioterapia), en la guía de atención, contempla dentro sus categorías de movimiento, el concepto propio de ayudas técnicas como elementos de adaptación y asistencia, los cuales constituyen implementos o equipos usados por el paciente/cliente para mejorar su desempeño en la realización de tareas o movimientos, donde los elementos de soporte incluyen caminadores, muletas, sillas de ruedas y bastones, mientras los de adaptación incluyen las adecuaciones para el baño, alcoba, escaleras y demás ambientes.

Por otro lado, la World Confederation For Physical Therapy – WCPT– (Confederación Mundial de Fisioterapia), dentro del glosario de términos utilizados en las políticas y los recursos de la WCPT (11), utiliza el término productos de asistencia y tecnología, lo que constituye un producto, elemento, equipamiento o sistema técnico adaptado o especialmente diseñado para mejorar la funcionalidad de una persona discapacitada. Incluye productos y tecnología para la movilidad (muletas, bastones, férulas estáticas y dinámicas y sillas de ruedas), para la comunicación (libros impresos con letra grande), cuidado personal (alcanzador de mango largo, ayudas para el baño), para el empleo y la educación (programas de software), para la cultura, ocio y deporte (sillas de ruedas especializadas).

Por último, la OMS conceptualiza las ayudas técnicas como cualquier ayuda externa (dispositivos, equipos, instrumentos o programas informáticos) fabricada especialmente o ampliamente disponible, cuya principal finalidad es mantener o mejorar la autonomía y el funcionamiento de las personas y, por tanto, promover su bienestar. Las ayudas se emplean también para prevenir déficits en el funcionamiento y afecciones secundarias.

Si bien, de acuerdo a la entidad y las políticas y funciones, los conceptos varían en extensión de definición, encierran los mismos elementos con una función principal, que es la de permitir una funcionalidad en el individuo que ha perdido facultades funcionales, relacionadas especialmente con la capacidad de marcha. Debido a esa misma variabilidad, este capítulo se orienta alrededor de los elementos determinados por la guía APTA, enfatizando en los fijos (barras paralelas y pasamanos), estables (caminadores, bastones modificados y sillas de ruedas) e inestables (muletas, bastones simples y modificados).

## **OBJETIVO**

Las ayudas técnicas para la marcha, son dispositivos que proporcionan durante el desarrollo de la marcha, un apoyo adicional del cuerpo al suelo, es decir, generan una proyección de las extremidades al

suelo, permitiendo de esta manera, que se haya desplazamiento y movilidad. Su uso puede estar condicionado a la temporalidad o a la permanencia, lo que implica un elemento fundamental en la vida del paciente (12).

Dentro de sus objetivos encontramos:

- Facilitar la ejecución de una actividad, acción o desplazamiento.
- Garantizar el ahorro de energía en las acciones.
- Brindar seguridad.
- Mejorar el equilibrio al proveer el aumento de base de sustentación.
- Permitir una descarga de peso corporal uniforme.
- Facilitar la propulsión de una o ambas extremidades.

Una ayuda técnica permite disminuir la deficiencia presente en el paciente, disminuyendo la brecha que existe ante su desventaja social. Por ende, las ayudas técnicas posan de ser simples y eficaces, permitiendo contrapesar las necesidades para las que han sido construidas, de esta manera, proporcionan más independencia y autonomía personal, sumando autoestima y calidad de vida (2).

Las ayudas técnicas deben cumplir las siguientes características y, de esta manera, poder así, cumplir los objetivos propuestos para su uso:

### **Características:**

- **Necesaria y eficaz:** Se prescribirá una ayuda técnica ante una necesidad derivada de una valoración adecuada para compensar las necesidades del paciente.
- **No restrictiva:** No debe limitar otras funciones, capacidades o acciones.
- **Sencilla:** De fácil uso
- **Segura**
- **Calidad/precio:** De materiales resistentes, duraderos y bajo costo.
- **Aceptada por el paciente:** El paciente debe en lo posible, sentirse lo más natural y cómodo posible con la ayuda.



- **Mantenimiento y limpieza:** Podrán realizarse ajustes, calibraciones y limpieza.
- **Modificable:** Adaptable a lo largo de la vida y/o duración de la deficiencia.

### Indicaciones generales

La prescripción de las ayudas técnicas requiere una evaluación con un criterio clínico exhaustivo, teniendo en cuenta que la ayuda técnica es un dispositivo que debe facilitar la funcionalidad y propiciar una adecuada calidad de vida al paciente. Se debe realizar una evaluación secuencial de los siguientes niveles (13):

NIVEL	APORTE
<b>Sensitivo</b>	Permite identificar el grado de sensibilidad y propiocepción del paciente. Esta evaluación permite prevenir daño integumentario u otra deficiencia, asociada al uso o no de la ayuda técnica.
<b>Cognitivo</b>	Permite verificar la capacidad del paciente para anticipar un riesgo, manejo de instrucciones, estado de alerta, percepción visual, atención/concentración, etc. Una alteración en este nivel, descarta por completo el uso de una ayuda técnica que requiera atención, concentración y conexión con el medio como son los bastones, las muletas y los caminadores.
<b>Lenguaje y comunicación</b>	Permite determinar si el paciente es capaz de manejar instrucciones básicas y reproducir el proceso.
<b>Sensorial</b>	Tanto la integridad auditiva como la visual, condicionan las fases de selección y entrenamiento de la ayuda técnica.
<b>Motor</b>	La función motora determinara el tipo de ayuda técnica.

## Clasificación

De acuerdo a su naturaleza y función, las ayudas técnicas se clasifican en:

- **Fijas:** Barras paralelas y pasamanos
- **No estables:** Muletas, bastones simples y bastones modificados.
- **Autoestables:** Bastones modificados, caminadores y silla de ruedas

## FIJAS

Las ayudas técnicas fijas, son aquellas que están adheridas a una superficie (pared o suelo), su finalidad es facilitar las transferencias al caminar o subir gradas. Entre ellas se encuentran:

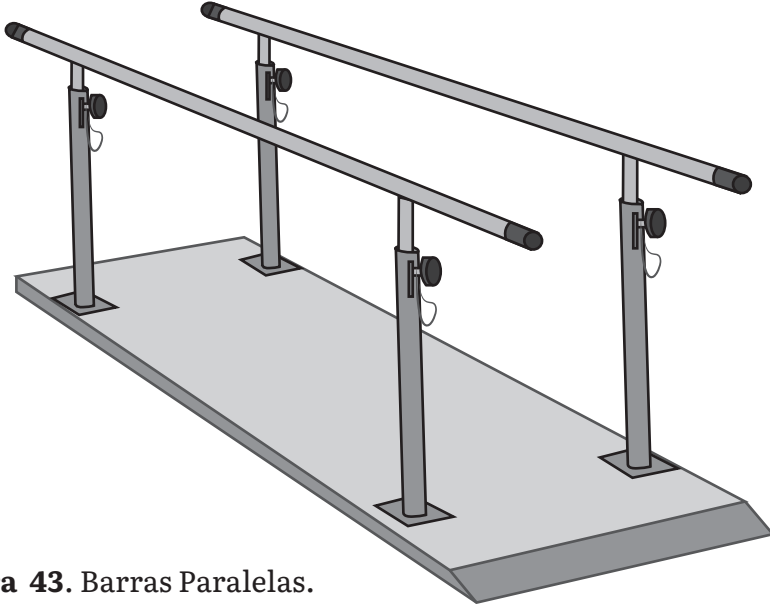
### 1. Barras Paralelas

Estos elementos constituyen un instrumento importante en el uso de la rehabilitación física en pacientes con deficiencia en la marcha, permitiendo a los pacientes recuperar cualidades físicas que ayuden mejorar su marcha como son la fuerza, el equilibrio, manejo de la base de sustentación. Las barras paralelas brindan seguridad al paciente, que haciendo uso de sus extremidades superiores, permitirán realizar progresión en el proceso de rehabilitación. Su uso está supeditado a un programa de rehabilitación orientado por el fisioterapeuta, que, de acuerdo a una valoración inicial, propondrá un plan de intervención, en donde las barras, son un instrumento ideal para cumplir los objetivos.

## Características

Las barras paralelas, en su mayoría, constan de una longitud de cuatro metros. Se instalan de manera paralela a una pared, con suficiente espacio para la movilidad de paciente y del fisioterapeuta. Por lo general, se requiere de uno o dos espejos en los extremos de

las barras, con el fin de realimentar el proceso de rehabilitación. La regulación de las barras en altura oscila entre 50 y 90cm y la distancia entre las barras oscila entre 50 y 60 cm.



**Figura 43.** Barras Paralelas.  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 44.**  
Rehabilitación en Barras Paralelas.  
Fuente: Elaboración propia

Las barras paralelas, según su estructura, pueden ser regulables en altura y anchura. Al proporcionar seguridad al paciente, permitirán un mejor control postural. Su inconveniente radica solo en que demandan suficiente espacio, no solo para su ubicación, sino también, para el uso del paciente (14). El trabajo que se realiza en las barras paralelas permitirá estimular reacciones de equilibrio en bipedestación, con apoyos de otras ayudas técnicas o las extremidades superiores. El trabajo en su mayoría, consiste en realizar desplazamientos ante/retrógrados y laterales. Su uso solo es requerido, ante la evidencia de un déficit importante.

## **Indicaciones**

El uso de las barras paralelas como instrumento en el plan de rehabilitación, permite:

- Potencializar el sistema músculo esquelético de miembros inferiores.
- Realizar reeducación de la marcha y la postura en pacientes con deficiencias neurológicas.
- Permite orientar la reeducación postural en pacientes con deficiencias músculo esqueléticas.
- Potencializar la marcha y prevenir caídas en pacientes geriátricos.
- Entrenamiento inicial de marcha en pacientes en fase protésica.

## **Prescripción**

Las barras paralelas deben ser ajustables de acuerdo a las características del paciente. En este sentido, se debe tomar en cuenta la referencia del trocánter mayor del fémur. Este es el punto de referencia para determinar la altura de las barras paralelas. La dirección del programa requiere absoluto control visual y verbal del fisioterapeuta, de esta manera se podrán evitar accidentes o caídas.

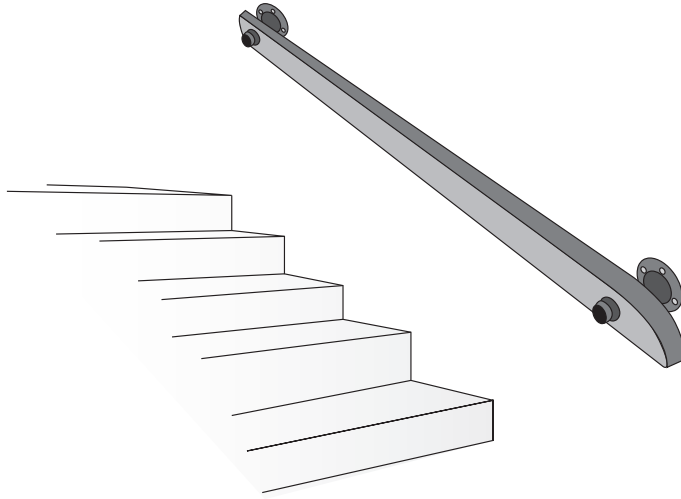
## 2. Pasamanos

Los pasamanos son barras de apoyo que están incluidas en las escaleras, rampas o en lugares donde se requieran para disminuir el riesgo de caídas, incluido en lugares que presenten obstáculos.

Los pasamanos se ubican desde el suelo o en la pared, y su objetivo permitir al paciente dar una sensación de estabilidad durante un recorrido que implique subir o bajar escaleras, rampas o facilitar transferencias dentro de la casa, hospitales o lugares que sean frecuentados por personas con deficiencias en la marcha o adultos mayores (15). Brindan apoyo de la extremidad superior del paciente, por lo que su fabricación es con materiales antideslizantes, semiduros y no presentan obstáculos a lo largo del recorrido (16).

### Características

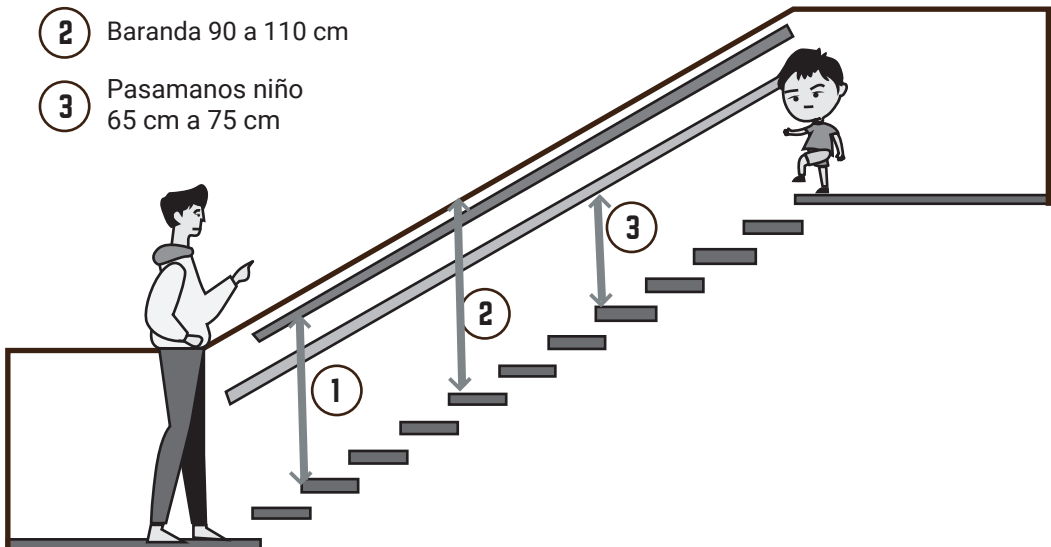
- La barra de los pasamanos de tener una cara superior convexa y una cara inferior plana.
- La cara superior debe estar cubierta de un material antideslizante.
- Los soportes del pasamanos, del suelo o de la pared, deben estar separados de tal manera que no obstruya el avance del paciente.
- Los materiales varían de acuerdo al lugar donde se encuentren. Por lo general, en los sitios públicos se encuentran en acero inoxidable y, en hogares pueden ser de madera.
- La altura de los pasamanos varía de acuerdo al ciclo vital. Para población infantil, la altura oscila entre 65 y 75 cm. Para la población adulta, la altura oscila entre 80 y 90 cm.
- En lugares públicos como centros comerciales o balcones, los pasamanos deben tener un respaldo de una baranda con una altura que varía entre de 90 a 110 cm y su material puede ser vidrio, acrílico o madera.



**Figura 45.** Pasamanos en una escalera.

Fuente: Elaboración propia

- 1 Pasamanos adulto  
80 cm a 90 cm
- 2 Baranda 90 a 110 cm
- 3 Pasamanos niño  
65 cm a 75 cm

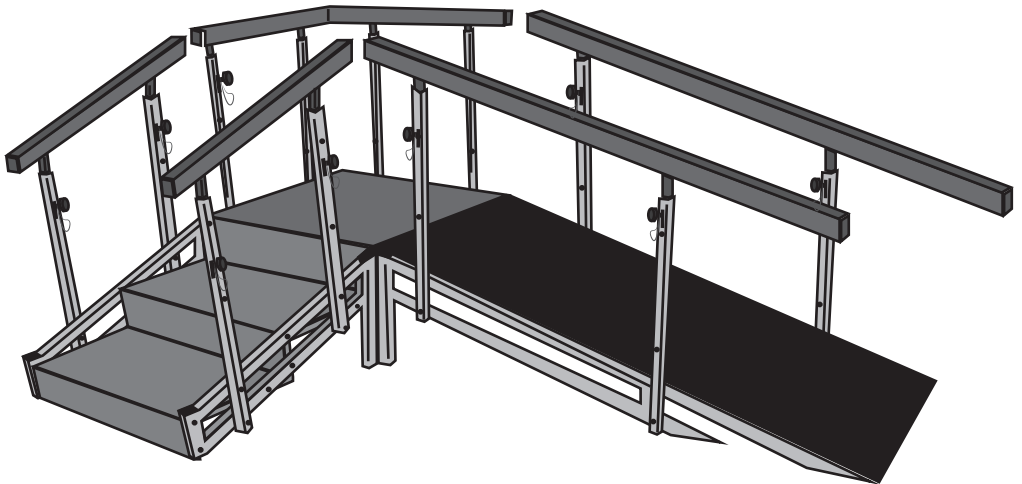


**Figura 46** Alturas recomendadas en pasamanos y barandas.

Fuente: Elaboración propia.

Estos pasamanos hacen parte de elementos de rehabilitación como las rampas y escaleras de rehabilitación, las cuales requieren de elementos de estabilización en la transferencia. Cabe recordar que, el uso de escaleras y rampas en la rehabilitación de la marcha, es una estrategia de progresión después del uso de las barras paralelas. Esto involucra elementos de control motor más avanzados en el ascenso y descenso de las mismas, por el uso de elementos contráctiles isotónicos como son las acciones concéntricas al ascender y acciones excéntricas al descender. Las acciones requeridas sugieren una mayor dificultad para el paciente en proceso de rehabilitación o en entrenamiento de marcha con prótesis, lo que implica una inclusión a las actividades de la vida diaria.

Los materiales con los que se fabrican las escaleras y rampas de rehabilitación, deben ser ligeros y fuertes; adicionalmente, los escalones y la rampa deben tener una superficie antideslizante, con el fin de promover una sensación de estabilidad y seguridad en paciente.



**Figura 47.** Escalera con rampa y pasamanos.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.** Indicaciones de las Ayudas Fijas

TIPO	INDICACIONES
<b>Barras Paralelas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pacientes que necesitan apoyo para actividades como subir escaleras, rampas o apoyos en sectores con balcones.</li><li>• Uso cuando se progresa en rehabilitación con barras paralelas simples.</li></ul>
<b>Pasamanos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pacientes con gran discapacidad física.</li><li>• Pacientes con necesidad de prótesis o grandes aparatos de marcha.</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

## **NO ESTABLES**

Las ayudas técnicas no estables son aquellas en las que, por sus pocos puntos de apoyo, no generan una base de sustentación suficiente para su propia estabilidad. Estas ayudas presentan un contacto puntiforme con el suelo y no tienen un equilibrio propio (16).

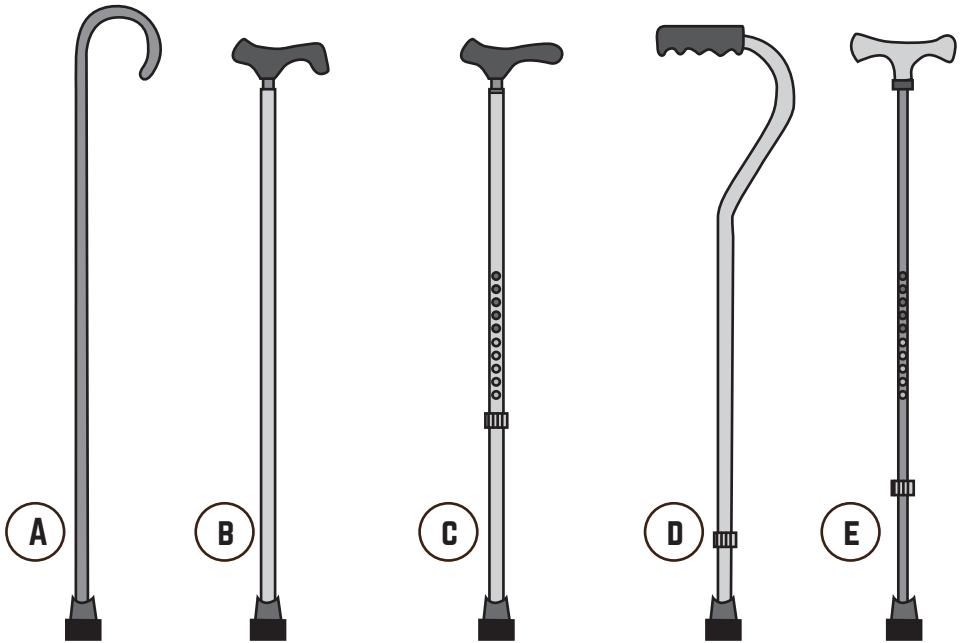
### **3. Bastones**

Los bastones son los más utilizados y sencillos, lo cual permite mejorar y/o mantener el equilibrio, por medio de la amplitud de la base de sustentación del paciente (16). Los bastones ofrecen estabilidad y seguridad para la marcha, adicionalmente, brindan una sensación psicológica en el paciente, disminuyendo el miedo a una caída (17) o una recaída.

Los bastones son ayudas ligeras de peso y mucho más estéticos que otras ayudas. Su principal desventaja es que solo permite un apoyo manual, lo que conlleva a un apoyo del 25% del peso corporal. Cuando el porcentaje de apoyo supera el 25%, la ayuda se torna inestable y con el tiempo puede generar alteraciones tegumentarias o incluso músculo esqueléticas en la mano.



Los materiales con los que se construyen los bastones varían entre madera, aluminio o acero, con diferentes colores y con empuñaduras anatómicas, en forma de “T” o semicirculares (Figura 48). Los bastones regulables varían en alturas de 80 a 100cm y el peso máximo soportado oscila entre los 70 y los 125kg.



**Figura 48.** Bastón madera empuñadura curva, B. Bastón de madera empuñadura ergonómica, C. Bastón metálico graduable con empuñadura ergonómica, D. Bastón sencillo con mango de cisne, E. Bastón con empuñadura en forma de “T”.

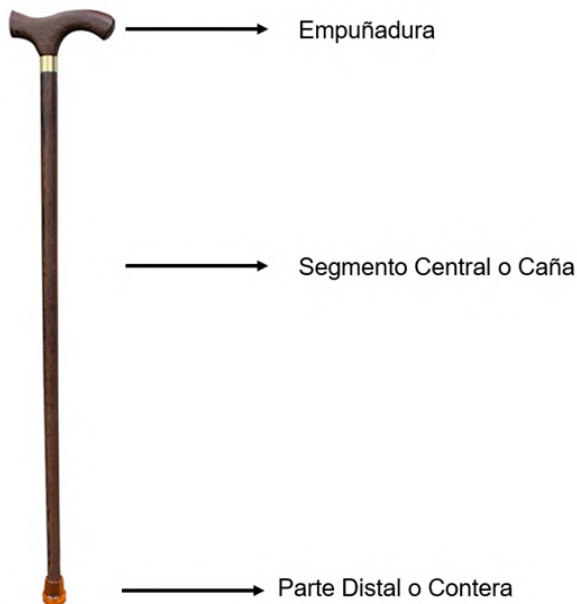
Fuente: Elaboración propia

### Descripción (Figura 48)

Los bastones cuentan con tres partes muy bien diferenciadas que son:

- **Empuñadura o parte proximal:** Es la parte de donde se sujeta el bastón, de acuerdo a la forma de la empuñadura, el modo de agarre puede ser correcta y eficaz.

- **Caña:** Es la parte central vertical del bastón y se sitúa entre la empuñadura y la contera. Es cilíndrica y se elabora con materiales como madera, bambú o metales ligeros. La caña tiene como función, transmitir la carga al suelo.
- **Contera:** Es la parte más distal del bastón, cuya función es la de amortiguar el impacto con el suelo y evitar deslizamientos. Es de caucho, ancha y de forma cóncava.



**Figura 49.** Partes generales de un bastón

Fuente: Elaboración propia

### Prescripción

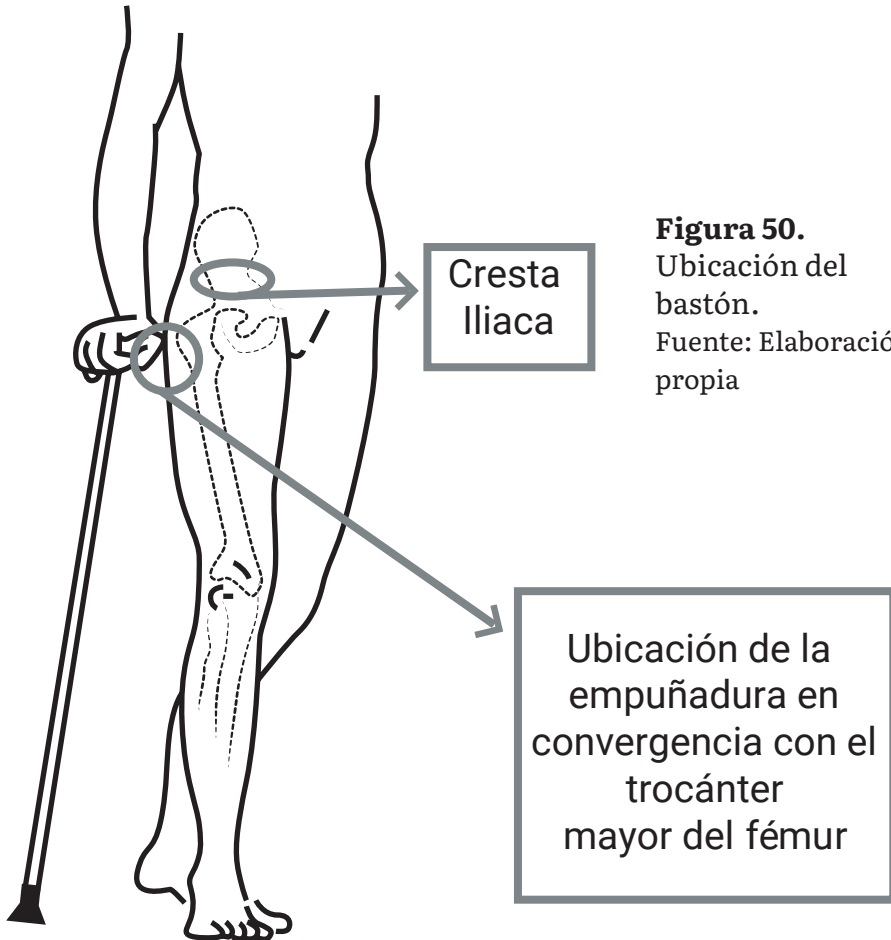
El uso del bastón debe ser prescrito para sus funciones e indicaciones sugeridas (Tabla 9), sin embargo, su uso depende de una adecuada prescripción, y eso indica la manera correcta de su uso.

- **Empuñadura:** debe estar a la altura del trocánter mayor del fémur, se ubica aproximadamente a 5 o 10cm debajo de la cresta iliaca (Figura 50). Esto permitirá que el miembro superior que

agarre el bastón, genere una flexión de codo de aproximadamente 30°, evitando un impacto directo sobre la articulación del codo y, a su vez, favorecer un trabajo muscular de la extremidad.

- **Contera:** Debe ubicarse ligeramente por delante del cuerpo, a 10cm del miembro inferior homolateral.

La ubicación del bastón depende de la función que quiere ejercer. En términos generales, el bastón debe estar posicionado en lado contralateral del segmento con deficiencia o adolorido. Esto con el fin que, en la marcha, el bastón genere un apoyo simultaneo con el segmento afectado, reduciendo la descarga total de peso, disminuyendo la sintomatología que indica el uso del bastón.



**Tabla 9.** Indicaciones de los bastones

TIPO	INDICACIONES
<b>Bastón unipodal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trastornos leves del equilibrio</li><li>• Necesidad de pequeñas descargas de peso articular</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

#### 4. Muletas

Son dispositivos ortopédicos que permiten realizar un apoyo directo sobre las axilas, el tronco y las manos, lo que proporciona gran estabilidad y equilibrio (10,17). Entre los materiales con que se construyen están el acero, el aluminio o la madera. De estos materiales, el más utilizado es el aluminio, debido a su ligereza. Las muletas se utilizan cuando el paciente presenta deficiencia en alguna de sus piernas, o en ambas, de manera leve (18).

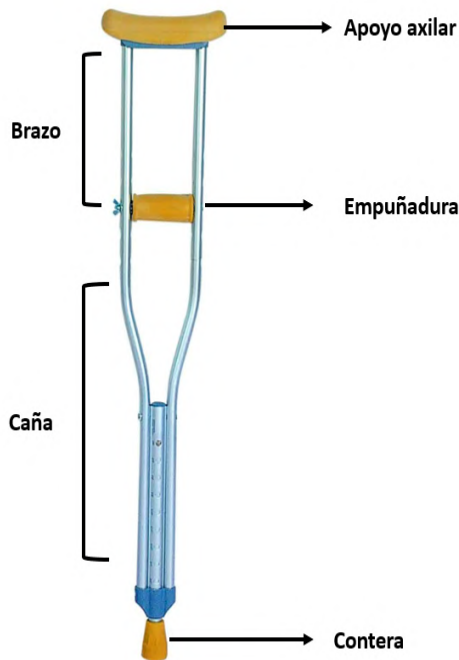
Las muletas permiten una descarga de peso de al menos un 80% de descarga corporal. Permiten una mayor estabilidad y control postural al contar con apoyo axilar y apoyo manual. Durante la bipedestación, se facilitan las acciones manuales sin soltar las muletas. Existe una mayor factibilidad de la marcha pendular.

Como precaución, el uso de las muletas con apoyo y presión axilar, favorece la aparición de lesiones nerviosas axilares (plexo braquial) y vasculares por compresión constante o mal uso de los dispositivos.

#### **Descripción** (Figura 51)

- **Apoyo axilar:** Con almohadillado adecuado para evitar lesiones nerviosas y vasculares por compresión. Tiene forma cóncava, permitiendo un encaje adecuado en la cara anterolateral del tórax. El ancho del apoyo axilar oscila entre 15 y 20cm. La distancia entre la axila y el apoyo axilar debe estar a unos 5cm.
- **Brazo:** Son dos barras paralelas verticales, lateralizadas a la empuñadura.

- **Empuñadura:** Es el apoyo manual, confortable que permite un agarre seguro.
- **Caña:** Es la zona que trasmite la carga al suelo y es la proyección de las barras constituidas por el brazo. Esta zona permite regular la altura de acuerdo a las características del paciente.
- **Contera:** Son elementos ubicados en la zona más distal de la muleta. Se encarga de amortiguar el impacto en el suelo y evitar los deslizamientos.



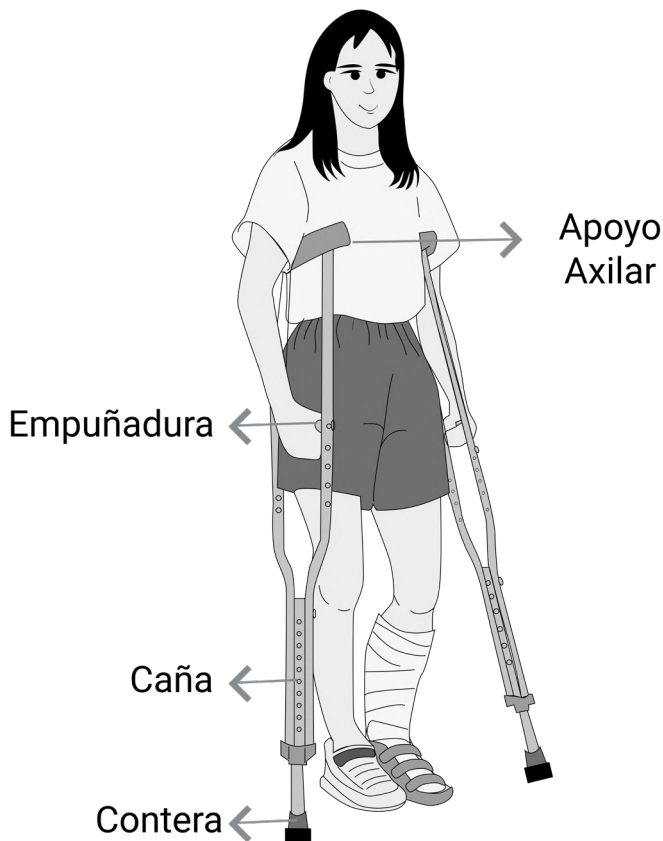
**Figura 51.** Características de la muleta  
Fuente: Elaboración propia

### Prescripción

Para la prescripción de la muleta al paciente, se requiere poner suficiente atención en la relación del apoyo axilar y la axila como manera de precaución. La indicación de la prescripción de muletas, responde a necesidades del paciente, las que las muletas pueden ayudar a contrarrestar (Tabla 10). Se debe recomendar el uso de

un par de muletas, el uso de una sola provocaría deficiencias en la postura. En ese caso, se sugiere el uso de bastón.

- **Apoyo axilar:** El apoyo axilar debe situar aproximadamente 5cm por debajo de la axila.
- **Empuñadura:** Debe estar a la altura del trocánter mayor del fémur, se ubica aproximadamente a 5 o 10cm debajo de la cresta iliaca (Figura 52). Esto permitirá que el miembro superior que agarre la muleta, genere una flexión de codo de aproximadamente 30°, evitando un impacto directo sobre la articulación del codo y, a su vez, favorecer un trabajo muscular de la extremidad.
- **Caña:** Se podrá acomodar de acuerdo a la altura del paciente.
- **Contera:** Debe ubicarse ligeramente por delante del cuerpo, a 10cm del miembro inferior homolateral.



**Figura 52.**  
Prescripción de  
las muletas  
Fuente:  
Elaboración propia

**Tabla 10.** Indicaciones para la muleta

TIPO	INDICACIONES
<b>Muleta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En afectación motora parcial de miembros inferiores.</li> <li>• Pacientes con equilibrio deficiente.</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>CONTRAINDICACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraindicados en pacientes con artropatías de hombro.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## 5. Bastón canadiense



Este tipo de ayuda recibe varios nombres: bastón tipo muleta, bastón inglés, bastón Lofstrand, bastón antebraquial o muleta de antebrazo (19) (Figura 53).

Este tipo de bastón se usa para aumentar la estabilidad en la marcha, así como también, amplía la base de sustentación, lo que permite descargar los miembros superiores en mayor proporción que las ayudas mencionadas (16), lo que permite reducir la descarga sobre la mano en caso de enfermedades reumáticas, parálisis del tríceps braquial o debilidad de flexores de mano (10) (Tabla 11).

Este bastón permite una descarga de peso corporal de 40 a 50% (Tabla 11), por tal motivo, permite una marcha más fácil y segura, ayudando a generar propulsión en la deambulación (14).

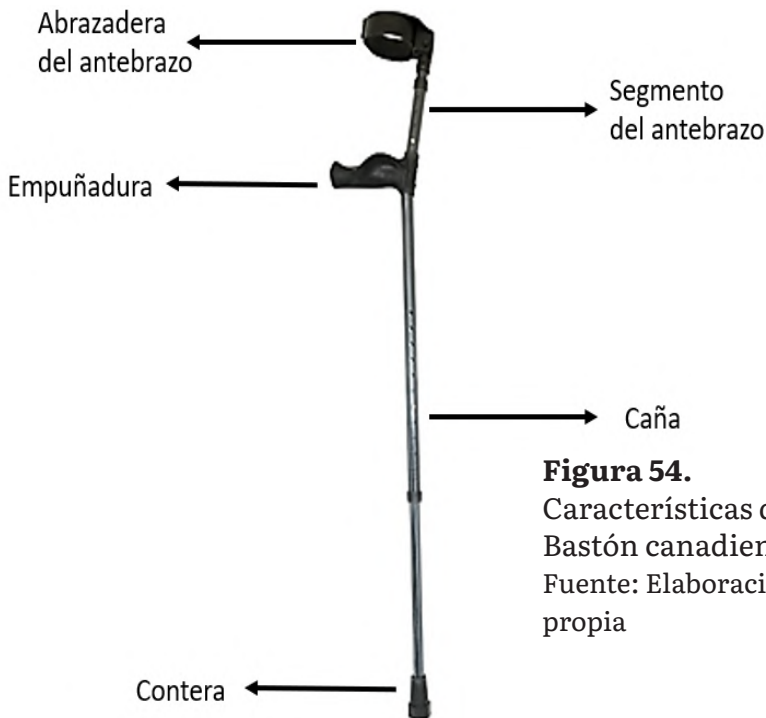
**Figura 53.**

Bastón canadiense

Fuente: Elaboración propia

### Descripción (Figura 54)

- **Abrazadera del antebrazo:** Se confecciona con materiales plásticos más o menos rígidos, algunos son almohadillados para evitar roces y ulceraciones.
- **Segmento del antebrazo:** Es una estructura firme que une la abrazadera del antebrazo con la empuñadura. Su inclinación es de unos  $30^\circ$  en relación al eje vertical del bastón. Algunos modelos permiten regular la altura de este segmento.
- **Empuñadura:** Se fabrica de materiales plásticos, caucho o espuma. Permite un agarre firme y cómodo del paciente, generando una sensación de confort y seguridad. Su forma varía de ser recta, anatómica, ergonómica, y puede contener un levantamiento anterior, evitando así deslizamiento en esa dirección.
- **Caña:** Son de material metálico y permiten regular la altura. Su función es la de transmitir la fuerza de carga al suelo.
- **Contera:** Son fabricadas en caucho y permiten la amortiguación del impacto con el suelo, adicionalmente, evitan los deslizamientos.



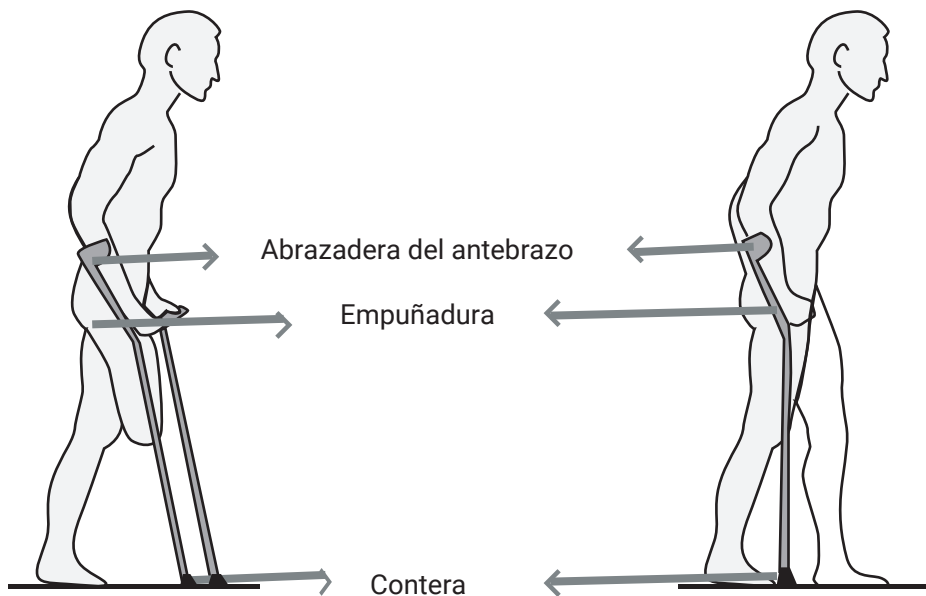
**Figura 54.**  
Características del  
Bastón canadiense  
Fuente: Elaboración  
propia



## Prescripción

La prescripción del uso del bastón canadiense se aplica para el uso de uno o dos bastones.

- **Abrazadera del antebrazo:** Debe rodear la parte proximal del antebrazo y posicionarse a 5cm del codo.
- **Empuñadura:** Debe estar a la altura del trocánter mayor del fémur, se ubica aproximadamente a 5 o 10cm debajo de la cresta iliaca (Figura 55). Esto permitirá que el miembro superior que agarre la muleta, genere una flexión de codo de aproximadamente 30°, evitando un impacto directo sobre la articulación de este y, a su vez, favorecer un trabajo muscular de la extremidad.
- **Contera:** Debe ubicarse ligeramente por delante del cuerpo, a 10cm del miembro inferior homolateral.



**Figura 55.** Prescripción del Bastón canadiense

Fuente: Elaboración propia

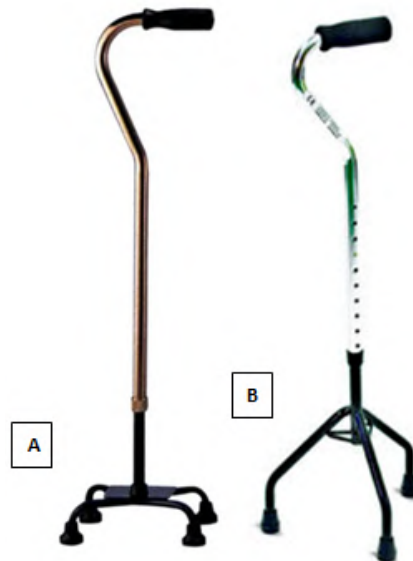
TIPO	INDICACIONES
<b>Bastón canadiense</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trastornos moderados del equilibrio</li><li>• Necesidad de descargas importantes de peso articular</li></ul>

## AUTO ESTABLES

La clasificación de las ayudas técnicas auto estables, es dada debido a que la modificación de estas y sus puntos de contacto; permiten mantenerse en “pie” solas. Una de sus características es el aumento de puntos de contacto, lo que, a su vez, aumenta la base de sustentación. Entre esas ayudas están los bastones modificados, los caminadores y las sillas de ruedas.

### 6. Bastón modificado

También conocidos como bastones multipodales, pueden tener cuatro o tres puntos de contacto (Figura 56). Estos bastones proveen estabilidad y permiten al paciente descargar las extremidades (20). Son la transición en el proceso de rehabilitación entre el caminador y el bastón unipodal (16). Debido a su indicación y los pacientes que lo usan, permiten un tipo de marcha lento.



**Figura 56.** A. Bastón modificado de cuatro puntos, B. Bastón modificado de tres puntos  
Fuente: Elaboración propia

TIPO	INDICACIONES
<b>Bastón modificado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes ancianos con deficiente equilibrio.</li> <li>• Pacientes con fracturas de cadera, amputaciones de miembro inferior con inicio de marcha protésica.</li> <li>• Pacientes hemipléjicos.</li> <li>• Pacientes con secuelas de alteraciones neurológicas.</li> </ul>

**Descripción** (Figura 57)

- **Empuñadura:** Es la estructura donde el paciente agarra el bastón, debe ser confortable y segura. Algunas empuñaduras constan de soporte para el antebrazo.
- **Caña:** Es un segmento vertical, que sirve para regular la altura según el paciente. Ayuda a transmitir la carga hacia la base de apoyo. Los materiales constan de madera, aluminio, acero o fibra de carbono.
- **Base:** Es el elemento donde se sitúan los puntos de apoyo del bastón.
- **Puntos de apoyo:** Constan de tres o cuatro puntos de apoyo de acuerdo al modelo.
- **Conteras:** Son las partes más distales del bastón, constituidas por materiales antideslizantes.



**Figura 57.** Partes de un bastón modificado

Fuente: Elaboración propia

## Prescripción

La prescripción del bastón modificado se realiza tanto para bastones de cuatro puntos como de tres. Este bastón se usa manera contralateral a la extremidad afectada. En el caso de indicarse a un paciente con déficit de equilibrio, se utiliza en la extremidad superior dominante.

- **Empuñadura:** Se gradúa a la altura del trocánter mayor. Se debe tener en cuenta la ubicación de la cresta iliaca, medir aproximadamente 10 cm hacia abajo hasta ubicar el trocánter mayor.
- **Caña:** Se debe graduar de acuerdo a la altura del paciente.
- **Base, puntos de apoyo, conteras:** Se debe tener en cuenta que los puntos de apoyo no deben obstaculizar la marcha del paciente, por tal motivo, se debe de tener precaución en la orientación de los puntos de apoyo, debido a que la prescripción incluye bastones exclusivos para pacientes diestros o pacientes zurdos.

## 7. Caminador

O andadores, son dispositivos ortopédicos que permiten la realización de la marcha por medio de un apoyo sobre el mismo caminador a través de las extremidades superiores (Figura 58). Por la disposición del mismo, la base de sustentación aumenta de forma considerable, lo que a su vez permite una mayor estabilidad y equilibrio del paciente (17). Algunos caminadores cuentan con ruedas delanteras y conteras de goma en la parte posterior. Otros caminadores cuentan con cuatros ruedas, para lo cual, tiene frenos en las ruedas delanteras (18,21).



**Figura 58.** A. Caminador simple, B. Caminador con ruedas delanteras, C. Caminador con cuatro ruedas y frenos en las delanteras.

Fuente: Elaboración propia

Los caminadores pueden ser regulables en anchura y altura; pueden plegarse para guardarse e incluir cesta y asiento (2).

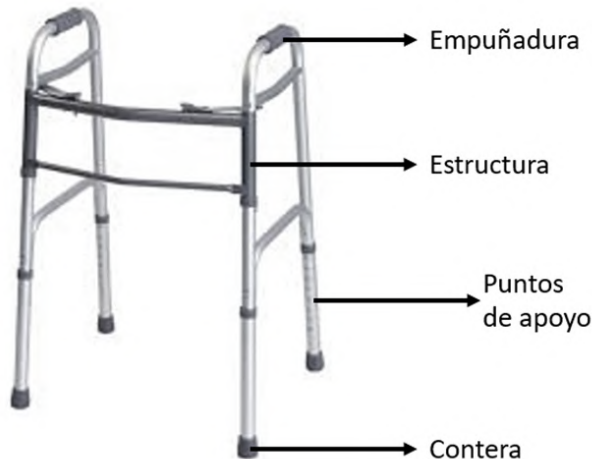
TIPO	INDICACIONES
<p><b>Caminador</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes con deficiente equilibrio.</li> <li>• Paciente con déficit en la marcha.</li> <li>• Pacientes con síndrome post-caída.</li> <li>• Pacientes con fracturas de cadera, amputaciones de miembro inferior con inicio de marcha protésica.</li> <li>• Pacientes con secuelas de alteraciones neurológicas.</li> <li>• Pacientes con Parkinson</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

**Descripción** (Figura 59)

- **Empuñadura:** Los caminadores constan de dos empuñaduras a cada lado. Los materiales pueden ser goma o espuma, lo que permite una sujeción confortable y segura.

- **Estructura:** Es el armazón del caminador, debe ser de alta resistencia. Se construye con materiales como acero, aluminio o hierro. Esta parte, según algunas disposiciones de fabricación, suele ser plegable.
- **Puntos de Apoyo:** Es la parte que está en contacto con el suelo. Generalmente el caminador se caracteriza por tener cuatro puntos de apoyo, aunque, en algunas ocasiones, se pueden encontrar caminadores con tres puntos de apoyo.
- **Conteras:** Son de goma o caucho. Amortiguan el impacto del caminador con el suelo y son antideslizantes. Estas conteras tienen un nivel más alto de desgaste, lo que requiere una revisión constante por parte del paciente y sus familiares.



**Figura 59.** Partes de un caminador

Fuente: Elaboración propia

### **Prescripción** (Figura 60)

- **Empuñadura:** Esta parte debe estar a la altura del trocánter mayor. Esto permite que la extremidad superior no se encuentre totalmente extendida, sino que esté en una flexión aproximada de 15°. Las manos deben estar ubicadas sobre las empuñaduras de manera firme.

- **Estructura:** El caminador no debe estar en contacto directo con el paciente. Este debe permitirle cierta libertad dentro de su área. Debe existir aproximadamente unos 10cm entre la punta del pie del paciente y los puntos de apoyo anteriores del caminador.



**Figura 60.**

Prescripción del caminador en el paciente

Fuente: Elaboración propia

## 8. Silla de ruedas

La silla de ruedas (Figura 61), es un dispositivo que suministra soporte para la movilidad a un paciente que presente dificultad para caminar o desplazarse. Es uno de los dispositivos de asistencia más usados con el propósito de mejorar la movilidad, propiciar una vida digna ayudando a los pacientes con discapacidad a convertirse en personas más productivas en cada comunidad, convirtiéndose en un elemento que fomenta la inclusión y participación en la sociedad (22,23).

Son “vehículos” individuales que favorecen el traslado de pacientes con deficiencias totales o parciales en el desplazamiento (24). Las sillas de ruedas tienen un peso promedio entre 15 y 30 kg.

El objetivo de una silla de ruedas es permitir al paciente la mayor funcionalidad, comodidad y movilidad, garantizando de esta manera un gasto de energía menor de acuerdo a su indicación y condición.



**Figura 61.** A. Silla de ruedas convencional, B. Silla de ruedas eléctrica

Fuente: Elaboración propia

TIPO	INDICACIONES
<b>Silla de ruedas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pacientes con dificultades severas para realizar marcha</li><li>• Pacientes cuadripléjicos o parapléjicos</li><li>• Pacientes con amputaciones bilaterales en miembros inferiores.</li><li>• Pacientes con deficiencias en extremidades.</li><li>• Pacientes con alteraciones motoras severas (parálisis cerebral, esclerosis lateral, Guillan Barre, etc.)</li><li>• Pacientes con secuelas de accidente cerebro vascular.</li><li>• Pacientes con insuficiencia cardiaca o respiratoria.</li><li>• Pacientes con demencia en estado avanzado.</li></ul>

### Descripción (Figura 62)

Las sillas de ruedas se clasifican en sillas manuales y sillas con motor o dirección eléctrica. En este apartado, se realizará la descripción de una silla manual convencional.

- **Mango de empuje:** Suelen fabricarse de goma o espuma, con el objeto de evitar deslizar la mano del acudiente. Adicionalmente, algunos son fabricados de forma ergonómica.



- **Respaldo:** Es la zona donde se soporta la espalda del paciente. Generalmente son de tela.
- **Aro de empuje:** Es un elemento de apoyo del paciente para realizar el auto empuje. Los materiales varían de metales livianos y resistentes a fibra de carbono.
- **Rueda trasera:** Permiten el desplazamiento del paciente y, soportan, de acuerdo al diseño de la silla, el 80% del peso corporal. El diámetro promedio de las ruedas es de 60cm.
- **Barra de inclinación:** Es la proyección de la silla en la parte inferior trasera, cuya función es permitirle al cuidador realizar una inclinación posterior de la silla en los diferentes traslados. La parte distal está cubierta de una goma, con el fin de que al impulsarla con el miembro inferior, no se generen deslizamientos.
- **Ruedas delanteras:** Estas ruedas responden a las direcciones del traslado del paciente. Permiten una descarga de peso aproximada de un 20%. El diámetro aproximado es de 20cm.
- **Apoya brazos:** Es la zona, como dice su nombre, donde descansan los brazos del paciente. Esta parte sirve como respaldo lateral para el paciente.
- **Asiento:** Zona donde se apoya el paciente, suele tener un cojín antiescaras para soportar el peso continuo del paciente y evitar la aparición de úlceras por presión.
- **Frenos:** Son elementos manuales que permiten la estabilidad de la silla en zonas inestables. Requiere que se activen de manera manual tanto para el paciente como para el acudiente. Es un sistema simple que permite presionar la rueda trasera, evitando que la silla se ruede sin control.
- **Reposa piernas:** Es un elemento ubicado en la parte inferior de la silla de ruedas, permite al paciente mantener, de manera involuntaria, sus piernas sobre el descansa pies, evitando de esta manera, que los miembros inferiores caigan y sean arrastrados al mover la silla.
- **Reposa pies:** Es la zona donde los pies del paciente descansan.



**Figura 62.** Partes de una silla de ruedas convencional  
Fuente: Elaboración propia

## Prescripción

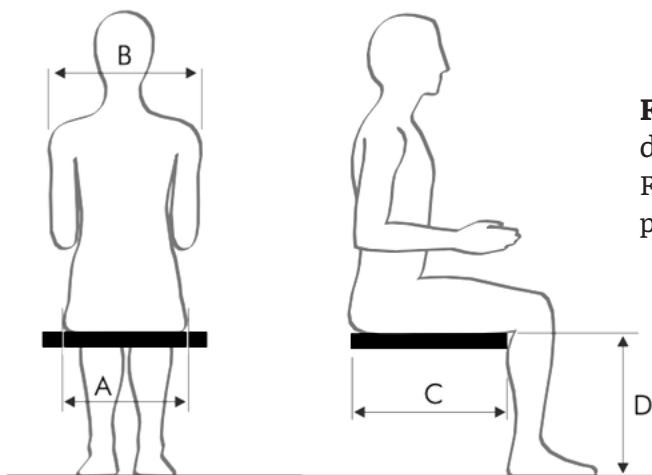
La prescripción de una silla de ruedas busca que el paciente tenga comodidad para ejecutar desplazamientos, esto implica la capacidad de manejar o maniobrar la ayuda técnica. Adicionalmente, la prescripción obedece a una serie de características antropométricas del propio paciente. A continuación, se dan unas orientaciones de la prescripción de silla de ruedas.

- **Medidas del paciente** (25) (Figura 63)
  - A. Anchura de caderas
  - B. Anchura de hombros
  - C. Longitud del muslo
  - D. Altura desde zona poplíteica hasta planta del pie
- **Medidas de la silla** (25) (Figura 64)
  - A. Anchura del asiento
  - B. Anchura del respaldo
  - C. Distancia respaldo-asiento
  - D. Distancia reposapiés-asiento

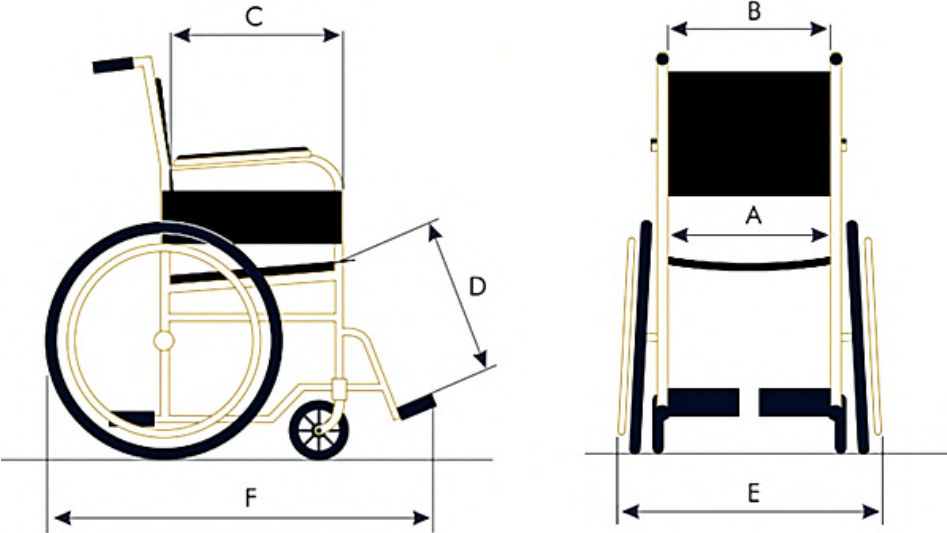
- E. Anchura total
- F. Longitud total
- G. Peso de la silla de ruedas

- **Dimensiones recomendadas (25) (Figura 65)**

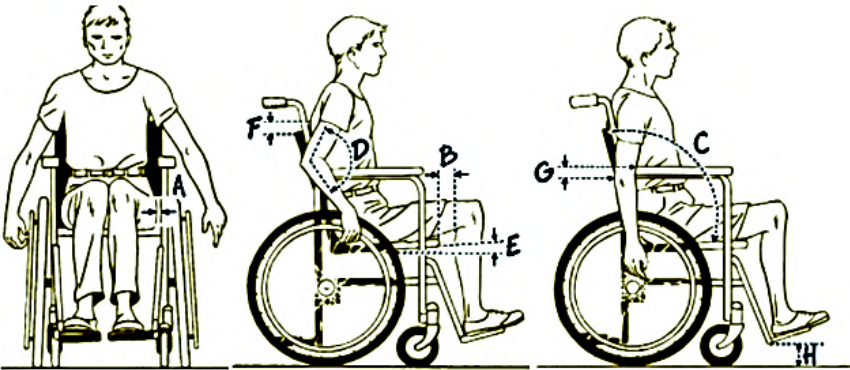
- A. **Holgura del asiento:** 2.5 cm (dos dedos) entre los muslos y el lateral de la silla. También 2.5 cm entre los muslos y reposabrazos. Si se utiliza ropa muy ancha es necesario dejar un poco de espacio.
- B. **Borde anterior del asiento:** 3 a 5cm (tres dedos) entre el asiento y la zona posterior de la rodilla.
- C. **Inclinación respaldo-asiento:** 100 a 110°; si es graduable se puede adaptar para tener un mejor rendimiento en las AVD.
- D. **Angulo brazo-antebrazo:** 120° con la mano sujetando la parte más alta del aro de empuje.
- E. **Inclinación del asiento:** 1° a 4° hacia atrás; se debe evitar que el paciente se deslice anteriormente y la presión en el sacro.
- F. **Altura del respaldo:** 2.5cm por debajo de la escapula; el respaldo no debe limitar el movimiento del brazo en dirección posterior.
- G. **Altura del reposabrazos:** 2cm por encima del codo con el brazo estirado al lado de la silla.
- H. **Altura del reposapiés:** 5cm mínimo, aunque se recomienda entre 10 y 13cm para evitar tropiezos.



**Figura 63.** Medidas del Paciente  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 64.** Medidas de la Silla  
 Fuente: Elaboración propia



**Figura 65.** Dimensiones Recomendadas  
 Fuente. Elaboración propia

**Tabla 11.** porcentajes de descarga de peso corporal

Ayuda Técnica	Porcentaje de Descarga
Bastón unipodal	25%

<b>Muletas</b>	80%
<b>Bastón canadiense</b>	40-50%
<b>Caminador</b>	50%
<b>Silla de ruedas</b>	80% ruedas traseras 20% ruedas delanteras

## MARCHA CON AYUDAS TÉCNICAS

Los patrones de marcha con ayudas técnicas se basan en función de los puntos de apoyo, los tiempos (dos, tres o cuatro) y en función de la ayuda técnica y el miembro afectado (26).

En función del desplazamiento de la ayuda técnica:

- **Avance simultáneo:** ambas ayudas técnicas (muletas, bastones canadienses) se adelantan al mismo tiempo.
- **Avance alternativo:** se adelanta un ayuda primero (derecha o izquierda) y luego la otra.

En función de la ayuda técnica en relación al miembro afectado.

- **Marcha cruzada:** la ayuda técnica en contralateral al miembro afectado.
- **Marcha acompañada:** la ayuda técnica es homolateral al miembro afectado.

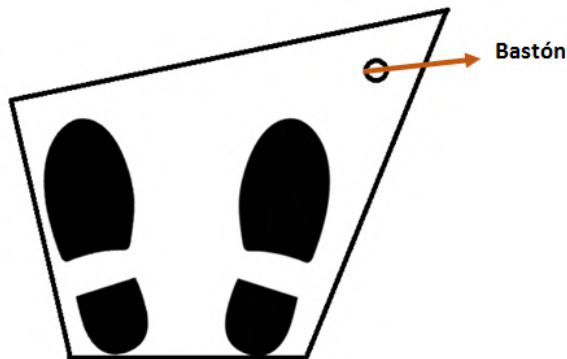
### Marcha con bastón unipodal

La función del bastón unipodal es la de generar estabilidad en el paciente por medio del aumento de la base de sustentación. Es necesario tener cuenta que los miembros inferiores forman una base o polígono en posición bípeda (Figura 66), de esta manera, el peso se distribuye de manera uniforme en ambos miembros inferiores. Esa base de sustentación o polígono está delimitada

por los bordes laterales de los pies y, de acuerdo a su ubicación más o menos separados, la estabilidad varia. Más separados mayor estabilidad. Cuando la estabilidad del paciente está alterada, la base de sustentación se debe aumentar por medio del uso del bastón (Figura 66) (26).












**Figura 65.** Base de sustentación o polígono en miembros inferiores  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 66.** Base de sustentación o polígono ampliado por el uso de bastón  
Fuente. Elaboración propia

La marcha con bastón se denomina marcha en tres puntos de dos tiempos. Los puntos se determinan de acuerdo a los puntos de apoyo que se dan por la ayuda externa y las extremidades inferiores del paciente. Los tiempos indican el número de movimientos que se dan en un ciclo.

A continuación, se describirá la marcha con bastón unipodal.

	Posición inicial		Primer ciclo		Segundo ciclo	Posición final
Izquierdo						
Derecho						
Tiempos		1	2	1	2	

**Gráfica 1.** Marcha cruzada con bastón unipodal

NOTA: este tipo de marcha también se realiza con bastón canadiense

Fuente: Elaboración propia

El tipo de marcha descrita anteriormente se denomina marcha cruzada; la ayuda contralateral avanza junto con la extremidad inferior lesionada.

### Fases

**Posición inicial:** Los miembros inferiores están alineados, el bastón ligeramente adelantado al miembro inferior sano.

**Tiempo 1:** Se adelanta el bastón junto con el miembro inferior afectado.

**Tiempo 2:** Se columpia el miembro inferior sano hacia adelante. Aquí se completa el ciclo.

### Marcha con muletas











La marcha con muletas agrega dos puntos de apoyo adicionales, de tal manera que la base de sustentación aumenta (Figura 67).



**Figura 67.** Base de sustentación o polígono ampliado por el uso de las muletas  
 Fuente: Elaboración propia

La marcha con muletas responde los siguientes patrones:

- **Marcha pendular:** Avance simultáneo de las muletas con apoyo bipodal con cuatro puntos de apoyo y dos tiempos (Gráfica 2).

	Posición inicial		Primer ciclo		Segundo ciclo Posición Final
Izquierdo					
Derecho					
Tiempos		1	2	1	2

**Gráfica 2.** Marcha pendular (avance simultáneo) con apoyo bipodal  
 NOTA: Este tipo de marcha, se realiza con bastones canadienses

Fuente: Elaboración propia












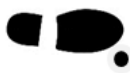
**Fases**

**Posición Inicial:** Los miembros inferiores están alineados, las muletas ligeramente adelantadas a los miembros inferiores.

**Tiempo 1:** Se adelantan simultáneamente las muletas.

**Tiempo 2:** Se columpian (adelantan) los miembros inferiores simultáneamente hacia adelante. Aquí se completa el ciclo.

- **Marcha pendular:** Avance simultaneo de las muletas con apoyo unipodal con tres puntos de apoyo y dos tiempos (Gráfica 3).

	Posición Inicial		Primer ciclo		Segundo ciclo Posición Final
Izquierdo (lesión o amputación)					
Derecho					
Tiempos		1	2	1	2

**Gráfica 3.** Marcha pendular (avance simultáneo) con apoyo unipodal

NOTA: Este tipo de marcha, se realiza con bastones canadienses

Fuente: Elaboración propia













**Fases**

**Posición inicial:** El miembro inferior sano se encuentra ligeramente posterior a las muletas.

**Tiempo 1:** Se adelantan simultáneamente las muletas.

**Tiempo 2:** Se columpia (adelanta) el miembro inferior hacia adelante. Aquí se completa el ciclo.

- **Marcha cruzada:** Avance de la muleta en forma simultánea con el miembro inferior contralateral, consecutivo del avance de la muleta restante con el miembro inferior contralateral. Este tipo de marcha se realiza con cuatro puntos de apoyo (dos muletas y dos miembros inferiores) y dos tiempos. (Gráfica 4).

	Posición Inicial		Primer ciclo		Segundo ciclo	Posición Final
Izquierdo						
Derecho						
Tiempos		1	2	1	2	

**Gráfica 4.** Marcha cruzada con muletas

NOTA: Este tipo de marcha, se realiza con bastones canadienses

Fuente: Elaboración propia

## Fases

**Posición Inicial:** Los miembros inferiores están alineados, las muletas ligeramente adelantadas a los miembros inferiores.

**Tiempo 1:** Se adelanta una de las muletas en forma simultánea con el miembro inferior contra lateral.

**Tiempo 2:** Se adelanta la muleta posterior en simultánea con el miembro inferior contra lateral posterior.

- **Marcha simultánea:** Avance simultáneo de las muletas con el miembro inferior afectado, consecutivo del avance del miembro inferior restante. Este tipo de marcha se realiza con cuatro puntos de apoyo (dos muletas y dos miembros inferiores) y dos tiempos. (Gráfica 5).

	Posición Inicial		Primer ciclo		Segundo ciclo	Posición Final
Izquierdo						
Derecho						
Tiempos		1	2	1	2	

**Gráfica 5.** Marcha simultánea con muletas

NOTA: Este tipo de marcha, se realiza con bastones canadienses

Fuente: Elaboración propia

### Fases

**Posición inicial:** Los miembros inferiores están alineados, las muletas ligeramente adelantadas a los miembros inferiores.

**Tiempo 1:** Se adelantan las muletas en forma simultánea con el miembro inferior afectado.

**Tiempo 2:** El miembro inferior restante, se adelanta a las muletas y al miembro inferior afectado.

### Marcha con caminador







La marcha con caminador agrega cuatro puntos de apoyo adicionales, de tal manera que la base de sustentación aumenta (Figura 68).



**Figura 68.** Base de sustentación o polígono ampliado por el uso del caminador

Fuente: Elaboración propia

- **Marcha pendular:** Avance del caminador con apoyo unipodal, consecutivo al avance simultáneo de los miembros inferiores. Marcha realizada con seis puntos de apoyo (cuatro del caminador y dos de los miembros inferiores) en dos tiempos (Gráfica 6).

	Posición inicial		Primer ciclo Posición final
Izquierdo			
Derecho			
Tiempos		1	2

**Gráfica 6.** Marcha pendular (avance simultáneo) con apoyo unipodal

Fuente: Elaboración propia







## Fases

**Posición inicial:** Los miembros inferiores están alineados, las conteras de las patas posteriores del caminador se encuentran se encuentran sobre la cara lateral del ante pie.

**Tiempo 1:** Se adelantan el caminador unos 20cm aproximadamente.

**Tiempo 2:** Los miembros inferiores se adelantan hasta llegar a la posición inicial

- **Marcha simultánea:** Avance simultáneo del caminador y un miembro inferior. En algunos casos, este tipo de marcha, acompaña a un miembro inferior afectado o solo se realiza como tipo de marcha en pacientes con déficits de equilibrio. Se realiza con seis puntos de apoyo (cuatro del caminador y dos de los miembros inferiores) en dos tiempos. (Gráfica 7).

	Posición Inicial		Primer ciclo Posición final
Izquierdo			
Derecho			
Tiempos		1	2

**Gráfica 7.** Marcha simultánea

Fuente: Elaboración propia

La alteración de la marcha requiere de asistencia externa que permita desarrollar un adecuado patrón como efecto protector de las mismas extremidades, agregándole seguridad al paciente. Estas ayudas, requieren la experticia del profesional de fisioterapia para desarrollar una adecuada prescripción de acuerdo a la necesidad del paciente, lo cual permitirá llevar a cabo un proceso de rehabilitación o incluso disminuir riesgos de una deficiencia permanente. Este capítulo aporta elementos esenciales para que el fisioterapeuta realice una correcta prescripción de ayudas técnicas y una adecuada orientación a los pacientes en su uso para las alteraciones de la marcha.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agudelo A, Briñez T, Guarín V, Ruiz J, Zapata M. Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y para metros de normalidad reportados en la literatura. CES Movimiento y Salud. 2013; 1:29-43
2. Ramírez A, Sánchez C, González M, Pino P. Cuadernos de Salud N°3 (2015). Ayudas Técnicas. Edit. FEDEMA.
3. Hincapié S, Muñoz D. Acercamiento a un diagnóstico fisioterapéutico: Análisis de la Marcha. Rev. Fac. Cien. Salud Unicauca. 2010: Vol 12 (4); 40-44
4. Villar T, Mesa M, Gimeno A, Sanjoaquín A, Fernández E. Cap. 19 Alteraciones de la Marcha, Inestabilidad y Caídas. En: Tra-

- tado de Geriátría para Residentes. Sociedad Española de Geriátría y Gerontología. 2006. Pág. 199 - 209
5. Chaves-García M, Sandoval-Cuellar, Calero-Saa P. Asociación entre Capacidad Aeróbica y Calidad de Vida en Adultos Mayores de una Ciudad Colombiana. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 2017; 34(4):672-6.
  6. Calero-Saa PA, Chaves-García MA. Cambios fisiológicos de la aptitud física en el envejecimiento. *Revista Investig Salud Univ Boyacá*. 2016;3(2):176-194
  7. Zorrilla-López, C., Ceballos-Santacruz, J. D., Ramírez-Giraldo, C. D., Patiño-Palma, B. E., Calero-Saa, P. Factors Associated with Cardiovascular Risk in High School Students of a Public School in the City of Santiago de Cali, Colombia. *Rev Cienc Salud*. 2020;18(1):24-36.
  8. Ramírez-López LX, Calero-Saa PA, Arias-Holguín GJ, Quincos-Echeverry DC, Tipazoca-Nontién LA, Monroy-Díaz AL. Síndrome metabólico en conductores de transporte intermunicipal de Tunja, Boyacá. *Rev Cienc Salud*. 2019;17(2):188-200.
  9. Organización Mundial de la Salud. Lista de Ayudas Técnicas Prioritarias. WHO/EMP/PHI/2016.01
  10. Zambudio R. Ayudas para la marcha. En: Zambudio R. *Prótesis, Ortesis y Ayudas Técnicas*. Edit. ElSevier. 2009. Pag. 301-307
  11. World Confederation for Physical Therapy. WCPT Glossary: Terms used in WCPT's policies and resources. London, UK: WCPT; 2017. Disponibles en [https://www.wcpt.org/sites/wcpt.org/files/files/resources/glossary/WCPT\\_Glossary\\_Spanish.pdf](https://www.wcpt.org/sites/wcpt.org/files/files/resources/glossary/WCPT_Glossary_Spanish.pdf)
  12. Daza J. Examen de la Marcha. En: Daza J. *Evaluación Clínico-funcional del Movimiento Corporal Humano*. Edit. Medica Panamericana. 2007. Pág. 259-303
  13. Orientaciones generales para la entrega y monitoreo de ayudas técnicas básicas al adulto mayor. Guía para la indicación, evaluación, selección, adaptación, entrenamiento, uso y monitoreo de las ayudas técnicas para adultos mayores de 65 años. 2006. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6gLIhcjpM74J:www.enfermeriaaps.com/portal/%3Fwfpfb\\_dl%3D2124+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6gLIhcjpM74J:www.enfermeriaaps.com/portal/%3Fwfpfb_dl%3D2124+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co)

14. Zambudio R. Capítulo 14 Ayudas para la marcha. Calzado Ortopédico. En: Sánchez I, Ferrero A, Aguilar J, Climent J, Conejero J, Flórez M, Peña A, Zambudio R. Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física. Edit. Medica Panamericana. 2008
15. Cubillos L, Chavarro L, González L, Solano C. Informe de Barras Paralelas y Pasamanos. Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad del Rosario.
16. Gutiérrez P, Basilio G, Basilo B, Fernández L, Escamilla E. Ayudas técnicas para la marcha en el paciente geriátrico. *El Peu* 2004;24(4):204-209
17. Gorgues J. Fichas de Ortopedia. Ayudas técnicas para la marcha. *OFFARM*. 2006: Vol. 25 (11); Pag. 97-101
18. Ayuda al ejercicio y a la Actividad. En: Sorrentino S, Remmert L, Gorek B. *Fundamentos de Enfermería Practica*. 4ta edición. Edit Elsevier. 2012. Pág. 388-402
19. Cornachione M, Urrutia A, Ferragut L. Guía para el cuidado de ancianos con problemas. Edit. Brujas. 2006.
20. Auxiliar de Clínica. Xunta de Galicia. Temario Vol. III. 2019
21. Ayudas técnicas para facilitar la movilización. En. *Prevención de Riesgos Derivados del Manejo del Paciente*. Edit Vertice. 2012. Pag. 331-365
22. Armstrong W, Borg J, Krizack M, Lindsley A, Mines K, Pearlman J, Reisinger K, Sheldon S. Pautas para el suministro de sillas de ruedas manuales en entornos de menores recursos. Organización Mundial de la Salud. Disponibles en: [https://www.who.int/disabilities/publications/technology/wheelchairguidelines\\_sp\\_finalforweb.pdf?ua=1](https://www.who.int/disabilities/publications/technology/wheelchairguidelines_sp_finalforweb.pdf?ua=1). 2005.
23. Rios A. Modelo automatizado para prescripción del sistema de silla de ruedas "MAPSI". *Rev. Ocup. Hum.* 2001; Vol 9(1): pag. 72-93
24. Gorgues J. Selección y adaptación de sillas de ruedas convencionales. Fichas de Ortopedia. 2005: Vol 24 (8); Pag. 148-152
25. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto de Salud Carlos III. Silla de ruedas manual, guía fácil. 2002. Disponible en: <http://www.ceapat.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/cmoelegirtusilladeruedasmanual.pdf>
26. La Marcha, Unidad 13. En: Arcas M, Gálvez D, León J, Pania-gua S, Pellicer M. *Manual de Fisioterapia: Generalidades*. Edit. MAD. 2004. Pág. 237-250





## CAPÍTULO 6

# INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA NEUROLÓGICA PEDIÁTRICA

Daniel Suárez\*

✉ [daniel.suarez01@usc.edu.co](mailto:daniel.suarez01@usc.edu.co)

⑩ <https://orcid.org/0000-0002-7072-3314>

Liseth Rey\*

✉ [liseth.rey00@usc.edu.co](mailto:liseth.rey00@usc.edu.co)

⑩ <https://orcid.org/0000-0002-1361-1631>

Leidy Madrid\*

✉ [leidy.madrid01@usc.edu.co](mailto:leidy.madrid01@usc.edu.co)

⑩ <https://orcid.org/0000-0001-5980-3041>

Diana Quiguanas\*

✉ [diana.quiguanas00@usc.edu.co](mailto:diana.quiguanas00@usc.edu.co)

⑩ <https://orcid.org/0000-0002-8349-1567>

\* Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia

### Cita este capítulo:

Suárez D., Rey L., Madrid L. y Quiguanas D. Instrumentos y técnicas de evaluación de la marcha neurológica pediátrica. En: Perafán-González DY. (Ed. científica). Perspectivas de la marcha humana. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 185-223.



# INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE EVALUACION DE LA MARCHA NEUROLOGICA PEDIATRICA

INSTRUMENTS AND TECHNIQUES FOR EVALUATING  
PEDIATRIC NEUROLOGICAL GAIT

Daniel Suárez

© <https://orcid.org/0000-0002-7072-3314>

Liseth Rey

© <https://orcid.org/0000-0002-1361-1631>

Leidy Madrid

© <https://orcid.org/0000-0001-5980-3041>

Diana Quiguanas

© <https://orcid.org/0000-0002-8349-1567>

## RESUMEN

Este capítulo ofrece al lector una adecuada diferenciación entre dos herramientas aplicadas durante un proceso de evaluación de la marcha neurológica pediátrica ya sea para procesos de rehabilitación, quirúrgicos o de carácter investigativo, este último se podrá fundamentar en el capítulo en el momento de escoger el instrumento y la técnica adecuada que brinden la información que apropiada en base a los objetivos del estudio.

Por un lado encontramos el instrumento de evaluación que se define como una herramienta conceptual o material, mediante la cual se recoge los datos e informaciones, por medio de preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado, el cual se le otorga el propósito de obtener la cifra o cantidad con lo cual se va a verificar el éxito de los

objetivos del estudio que se esté llevando a cabo y por el otro lado tenemos la técnica de evaluación la cual es aquella que se define como “procedimientos mediante los cuales se generan informaciones válidas y confiables, para ser utilizados como datos científicos”, relacionadas con el uso de diferentes procedimientos llevados a cabo por el uso algún tipo de maquinaria, las cuales contienen, recogen, transfieren, energía y datos para elaborar un resultado, para su uso en la investigación. Entonces se puede apreciar que las técnicas son la forma de recopilar los datos de una manera específica y el instrumento es el aquel que me recopila la información y me ofrece un resultado.

**PALABRAS CLAVE:** estrategias de intervención, entrenamiento de marcha neurológica, hipoterapia, aprendizaje motor, entrenamiento locomotor.

## **ABSTRACT**

This chapter offers the reader an adequate differentiation between two tools applied during a pediatric neurological gait assessment process, whether for rehabilitation, surgical or investigative processes, the latter can be based on the chapter when choosing the instrument and the appropriate technique that provide the appropriate information based on the objectives of the study.

On the one hand we find the Evaluation Instrument that is defined as a conceptual or material tool, through which data and information are collected, through questions, items that require answers from the researched, which is given the purpose of obtaining the figure or quantity with which the success of the objectives of the study that is being carried out will be verified and on the other hand we have the evaluation technique which is defined as “procedures by which valid information is generated and reliable, to be used as scientific data”, related to the use of different procedures carried out by the use of some type of machinery, which contain, collect, transfer, energy and data to produce a result, for use in the investigation. Then you can see that the techniques are the way to collect the data in a specific

way and the instrument is the one that collects the information and offers me a result.

**KEYWORDS:** intervention strategies in pediatric neurological gait training, Intervention strategies, neurological gait training, hypotherapy, motor learning, locomotor training.

## 1. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Víctor Niño en su libro *Metodología de la investigación* hace referencia a la definición de Sabino (1998) el cual determina que un instrumento “es cualquier recurso del cual se puede valer el investigador para acercarse a los fenómenos y obtener de ellos información” (1); pero el mismo Niño menciona que la palabra recurso tiene un amplio campo de significados; así mismo, el autor aclara entonces, que se le debe asignar una especificación o finalidad, la cual, en el caso de Sabino fue la palabra extraer, que en esta ocasión da a entender que se refiere a medios, útiles, pruebas o herramientas. De igual modo, Ñaupas (2018) plantea que un instrumento es una “herramienta conceptual o material, mediante la cual se recoge los datos e informaciones, por medio de preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado”; así mismo menciona la descripción que le concede Valdivia (2008), “es cualquier medio concreto, tangible que permite recoger datos, en forma sistemática, ordenada según una intencionalidad prevista” (2). Además de Niño y Ñaupas, Arias (3) consideran en su libro, que el instrumento es cualquier medio, mecanismo o formato ya sea material o virtual, el cual se emplear para adquirir o reunir datos.

En cuanto a la función del instrumento, Niño (1) menciona que el propósito de ésta es obtener la cifra o cantidad con lo cual se va a verificar el éxito de los objetivos del estudio; de igual manera calcular la variable y finalmente ratificar las hipótesis, si es que éstas están propuestas en el estudio. De igual modo Hernández, hace referencia a la propiedad que le asignan Grinnell, Williams y Unrau a un instrumento y, “es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” (4).

De este modo podemos concluir, que los instrumentos nos facilitan realizar el proceso de toma de datos de forma organizada y específica, para que así sean sometidos a un respectivo procedimiento de análisis el cual concluirá con la confirmación o no, de la hipótesis que se llegara a plantear en el estudio o el logro de los objetivos planteados por el autor.

## **2. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN**

De la misma forma en que se usan los instrumentos de evaluación de la marcha, ya sea en una investigación o en el ámbito clínico, también podemos encontrar otro tipo de estrategias que igualmente se pueden emplear, que en este caso se denominan como técnicas. En el campo de la investigación se encuentra gran número de definiciones para la palabra “técnica”; a pesar de que los autores lo ven desde diferentes puntos de vista, tienen algo en común y es el apoyo que dan a un proceso de investigación. Algunos autores las denominan como técnicas de recolección de información y aunque tengan alguna semejanza con los instrumentos, tienen grandes diferencias.

Yuni en su libro las define como “procedimientos mediante los cuales se generan informaciones válidas y confiables, para ser utilizados como datos científicos” (5). Como se puede apreciar cumplen análogamente a los instrumentos una función en la obtención de información; por otro lado de acuerdo con García (6) están relacionadas con el uso de diferentes procedimientos llevados a cabo por el uso de algún tipo de maquinaria, las cuales contienen, recogen y transfieren, energía y datos para elaborar un resultado, con el fin de usarlos en la investigación. Como se puede apreciar el autor considera que el uso de equipos tecnológicos ayuda y facilita la recolección de la información, siendo estos más precisos, minimizando los sesgos de la investigación.

Otros autores presentan definiciones con conceptos similares, como es el caso de Niño que afirma que las técnicas son “operaciones, procedimientos o actividades de investigación, por ejemplo la

observación y la entrevista” (1); por el otro lado, Pimienta las interpreta como “la conjunción o procedimientos que permiten el uso coordinado de diversos instrumentos y herramientas, para llevar a cabo el método que orientará la investigación” (7). Estos autores relacionan sus definiciones con la palabra procedimiento, a la cual debe estar sometida la investigación que se esté realizando. Como lo hace notar Pimienta, este las vincula con el uso articulado de los instrumentos, enfatizando que estos se pueden aplicar en conjunto con las técnicas durante el proceso de investigación.

Durante la historia de la investigación se han presentado diferentes confusiones en cuanto a la definición de las técnicas en relación al método, y en ocasiones les otorgan la misma función. Lerma (8) ratifica que las técnicas son recursos de los cuales el investigador se vale para completar las diferentes fases de operaciones limitadas; por otro lado, expresa que el método está más enfocado hacia la organización en el desarrollo de la investigación el cual vincula diferentes técnicas. De esta forma se infiere que las técnicas cumplen roles específicos en momentos determinados durante la investigación.

Finalmente, Yuni añade que las técnicas “comprenden los procedimientos” (5) para:

- 1) Realizar observaciones de la realidad.
- 2) Elaborar instrumentos que posibiliten tal observación o medición.
- 3) Evaluar la validez de esos instrumentos.
- 4) Aplicar esos instrumentos a sujetos o fenómenos sociales bajo estudio siguiendo ciertos procedimientos y rutinas estandarizadas y de cuyo cumplimiento se deriva la calidad de los datos obtenidos.
- 5) Procesar y analizar la información sin introducir sesgos o distorsiones en su interpretación.

### **3. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA PEDIÁTRICA NEUROLÓGICA**

#### **3.1 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA PEDIÁTRICA NEUROLÓGICA**

##### *3.1.1 Medida de la función motora gruesa (GMFM)*

Es un instrumento diseñado para evaluar de forma observacional el desarrollo o magnitud del cambio de habilidades motoras en niños con parálisis cerebral (PC) con edades entre los cinco y dieciséis años, por medio de diferentes ítems que el paciente debe realizar y se encuentran divididos en cinco dimensiones, (A) Acostado y rolado (17 ítems); (B) Sentado (20 ítems); (C) Gatear y arrodillarse (14 ítems); (D) De pie (13 ítems); (E) Caminar, correr y saltar (24 ítems), para un total de 88 ítems; los cuales describen los movimientos que debe realizar el paciente y que el evaluador debe calificar dependiendo la habilidad con la que el niño se desempeñe, el sistema de puntaje numérico que se otorga de la siguiente manera [0] no inicia; [1] inicia; [2] alcanza parcialmente; [3] completa o [NE] cuando el ítem no es evaluado (9,10,11).

Con un tiempo de 60 minutos aproximadamente para su aplicación, –el evaluador debe estar familiarizado con las pautas y la hoja de puntaje recomendada– se ha considerado que la GMFM es el criterio estándar para evaluar la capacidad motora en poblaciones heterogéneas de niños con PC. Teniendo en cuenta que el objetivo principal de esta herramienta es evaluar la función motora gruesa, al mismo tiempo puede ser de uso evaluativo para medir la magnitud del cambio longitudinalmente, discriminatorio con relación a la clasificación de la función motora gruesa (GMFCS), o predictivo al ser comparado con curvas motoras; además puede ser utilizado como una medida de resultados clínicos y de investigación, y existe evidencia considerable de su fiabilidad, validez y capacidad de respuesta (12,13,11).

Con respecto a la evaluación de la marcha en la dimensión “E”, la cual valora la capacidad de caminar, los ítems comprendidos entre



el número 68 (de pie, sostenido por una mano, caminar diez pasos hacia adelante), hasta el 74 (de pie, camina diez pasos consecutivos sobre una línea recta de dos centímetros de ancho) son los que específicamente están direccionados hacia esta actividad, en la cual el observador puede realizar un análisis de los parámetros espaciales de la marcha y el grado de dificultad que presente el paciente.

Ítem	E: CAMINAR, CORRER Y SALTAR		NE
65	DE PIE CON LAS MANOS SOBRE UN BANCO ALTO, DA 5 PASOS A LA DERECHA, APOYÁNDOSE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	65
66	DE PIE CON LAS MANOS SOBRE UN BANCO ALTO, DA 5 PASOS A LA IZQUIERDA, APOYÁNDOSE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	66
67	DE PIE, SUJETO POR LAS 2 MANOS, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	67
68	DE PIE, SUJETO POR 1 MANO, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	68
69	DE PIE, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	69
70	DE PIE, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE SE DETIENE, GIRA 180° Y REGRESA	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	70
71	DE PIE, CAMINA 10 PASOS HACIA ATRÁS	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	71
72	DE PIE, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE, LLEVANDO UN OBJETO GRANDE CON LAS 2 MANOS	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	72
73	DE PIE, CAMINA 10 PASOS CONSECUTIVOS HACIA ADELANTE ENTRE UNAS LÍNEAS PARALELAS SEPARADAS 20cm	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	73
74	DE PIE, CAMINA 10 PASOS CONSECUTIVOS HACIA ADELANTE SOBRE UNA LÍNEA RECTA DE 20cm DE ANCHO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	74
75	DE PIE, PASA POR ENCIMA DE UN PALO ALTO SITUADO A LA ALTURA DE LAS RODILLAS, COMIENZA CON EL PIE DERECHO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	75
76	DE PIE, PASA POR ENCIMA DE UN PALO ALTO SITUADO A LA ALTURA DE LAS RODILLAS, COMIENZA CON EL PIE IZQUIERDO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	76
77	DE PIE, CORRE 4.5m , SE DETIENE Y REGRESA	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	77
78	DE PIE, DA UNA PATADA A UN BALÓN CON EL PIE DERECHO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	78
79	DE PIE, DA UNA PATADA A UN BALÓN CON EL PIE IZQUIERDO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	79
80	DE PIE, SALTA 30cm DE ALTURA CON AMBOS PIES A LA VEZ	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	80
81	DE PIE, SALTA HACIA ADELANTE 30cm CON AMBOS PIES A LA VEZ	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	81
82	DE PIE, SALTA A PATA COJA SOBRE EL PIE DERECHO, 10 VECES DENTRO DE UN CÍRCULO DE 60cm	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	82
83	DE PIE, SALTA A PATA COJA SOBRE EL PIE IZQUIERDO, 10 VECES DENTRO DE UN CÍRCULO DE 60cm	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	83
84	DE PIE, AGARRÁNDOSE A LA BARANDILLA, SUBE 4 ESCALONES, AGARRÁNDOSE A LA BARILLA, ALTERNANDO LOS PIES	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	84
85	DE PIE, AGARRÁNDOSE A LA BARANDILLA, BAJA 4 ESCALONES, AGARRÁNDOSE A LA BARILLA, ALTERNANDO LOS PIES	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	85

<b>87</b>	DE PIE, BAJA 4 ESCALONES ALTERNANDO LOS PIES	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	<b>87</b>
<b>88</b>	DE PIE, SOBRE UN ESCALÓN DE 15cm, SALTA DEL ESCALÓN AMBOS PIES A LA VEZ	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	<b>88</b>
<b>TOTAL DIMENSIÓN</b>		<input type="text"/>	

### **Gráfica 8.** Dimensión de la gross motor function measure

Fuente: Tomado de versión en español traducido por Marina Ferre Fernández; M<sup>a</sup> Antonia Murcia González. Universidad Católica de Murcia UCAM (2018). Mediante convenio de traducción con CanChild Centre for Childhood Disability Research (McMaster University).

### **3.1.2 Clasificación de la función motora gruesa (GMFCS)**

Este instrumento es una herramienta objetiva para clasificar la función motora gruesa en niños con PC menores de doce años y se ha convertido en la clasificación estándar para este tipo de población. Es una prueba de carácter primordial para obtener una mirada de las funciones, capacidades y limitaciones motrices gruesas (14,15).

El sistema está diseñado para cuatro rangos de edad (desde el nacimiento hasta los dos años, de dos a cuatro años, de cuatro a seis años y de seis a doce años). Cada versión específica de la edad tiene cinco niveles, que se distinguen en función de las capacidades funcionales y la necesidad de tecnología de asistencia, en la que el Nivel I indica la función motora bruta más alta y el nivel V, la más baja. El sistema de clasificación se usa en rehabilitación clínica para niños con PC en todo el mundo y para rastrear cambios relacionados con la edad de la capacidad funcional motora gruesa en estos niños; fue desarrollado para clasificar las capacidades funcionales de los niños con parálisis cerebral. Este instrumento se considera actualmente el más confiable y mejor conocido en la rehabilitación pediátrica de niños con parálisis cerebral. El sistema de clasificación de la función motora gruesa es una clasificación estándar utilizada en todo el mundo para medir la capacidad funcional motora gruesa en niños con PC, menores de doce años; es una herramienta común y útil para guiar las decisiones clínicas. Investigaciones recientes han indicado que el entorno físico, social y cultural y los factores

personales, como las preferencias, los intereses y la motivación, pueden influir en la movilidad de los niños con PC, especialmente en los mayores de seis años (16).

### **3.1.3 Puntaje de marcha visual de Edimburgo (EVGS)**

Este instrumento se desarrolló para que, por medio de videos, se realice una evaluación de la marcha en población pediátrica que presente alteraciones neurológicas como parálisis cerebral (PC). Esta herramienta de evaluación incluye 17 variables que se analizan por medio de seis niveles anatómicos diferentes como: articulaciones de tronco, pelvis, cadera, rodilla, tobillo y pie; su puntuación se da por medio de tres puntos cada uno con 0 (normal), 1 (moderado) o 2 (marcado), teniendo en cuenta la normalidad del movimiento y su desviación desde los planos sagital, transversal y coronal en las fases de apoyo y equilibrio, en la cual se observan las diferentes fases (respuesta a la carga, apoyo medio, apoyo terminal, fase preoscilante, inicio de oscilación, oscilación media, oscilación terminal) de la marcha; 34 es la máxima puntuación (17, 18).

La marcha visual de Edimburgo es una herramienta rápida y fácil de usar porque permite evaluar el patrón de marcha en niños con parálisis cerebral y evalúa ambas extremidades inferiores (derecha) e (izquierda). Este instrumento también incluye en su aplicación parámetros espacio temporales como: velocidad de la marcha, longitud de paso, tiempo de la fase de apoyo y tiempo de la fase de balanceo (19, 20).

La aplicación de este incluye el uso de software de análisis de video con la capacidad de cámara lenta, zoom, e imágenes congeladas, las cuales son útiles porque permiten medir las articulaciones de tobillo (dorsiflexión de tobillo), en la fase de contacto inicial y flexión de rodilla y cadera en la fase de oscilación (17, 18 ,19, 20).



**Figura 69.** Evaluación de la marcha a través de Edinburgh Visual Gait

Fuente: Frozen Image from Video recording, Tzikalagia T, Ramdharry G. Using the Edinburgh Visual Gait Score to assess gait in children with cerebral palsy: A feasibility evaluation. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*.

### 3.1.4 Índice de desviación de la marcha (GDI)

Creado por Schwartz y Rozumalski en 2008, el GDI es un método que proviene del análisis tridimensional de la marcha, el cual suministra una puntuación numérica, que demuestra en términos generales la patología de la marcha. Los valores de puntaje van en un rango de 0 a 100 (puntuación de 100 o más indica ausencia de patología de la marcha); cada descenso de diez en el puntaje hace referencia a una desviación con controles sanos; se tiene evidencia que entre mayor complejidad patológica presenten los pacientes con parálisis cerebral espástica este índice muestra una disminución conforme la condición del paciente (21, 22, 23).

El GDI se fundamenta en nueve perfiles del cálculo de la longitud de los datos del usuario y la media del grupo de datos de referencia en las primeras quince propiedades de la marcha de cinemática del tobillo, la rodilla, la cadera y la pelvis en los planos sagital, transversal y coronal, más la progresión del pie. La desventaja del índice de desviación de la marcha es que se necesitó un extenso

grupo de personas para desarrollarse, esto limita a que se creen nuevas técnicas de análisis de la marcha con variables de más en las que se quiera añadir a la sensibilidad (23, 24, 25).

### **3.1.5 Medida de independencia funcional para niños (WEEFIM).**

Es una herramienta de evaluación de las capacidades funcionales de los niños en edades comprendidas entre los cero a los siete años, que presentan discapacidades de desarrollo, genéticas o adquiridas. Está dividida en tres dominios: autocuidado, movilidad y cognición; igualmente estos se encuentran divididos en seis subdominios los cuales son: autocuidado, control de esfínter, transferencias, locomoción, comunicación, cognición social; al mismo tiempo estos subdominios contienen los 18 ítems que describen actividades de la vida diaria, cuya finalidad es evaluar el nivel de independencia de los pacientes. Cada ítem se califica con un puntaje de uno a siete; cada puntaje representa la independencia del paciente para realizar cada actividad dando como resultado una calificación final mínima de 18 y máxima de 126 (9, 11, 13, 26).

La aplicación de la escala también cumple una función discriminatoria y simultáneamente se presta para una evaluación regular debido a su corto tiempo de utilización de aproximadamente entre 15 y 30 minutos; debe ser realizada por un profesional calificado, el cual requiere de entrenamiento formal para aplicar correctamente la escala, acompañado de los complementos necesarios como son, el formulario WeeFIM score, instalaciones y materiales para observar el desempeño de la tarea, por medio de una entrevista semiestructurada al padre o cuidador del niño o mediante la observación de las actividades realizadas por el mismo paciente (11, 27).

Con respecto a la evaluación de la marcha, la herramienta en el subdominio de locomoción, el ítem número 12 hace referencia a cómo el paciente logra desplazarse, ya sea caminando, o con el uso de silla de ruedas o por medio de gateo, y dependiendo de la experiencia del evaluador este asignará una calificación acorde a su

criterio, en relación a la habilidad del paciente para llevar a cabo esta actividad teniendo en cuenta parámetros espacio temporales que logre analizar.

**Tabla 12.** Weefim Locomotion

LOCOMOTION			
12. Locomotion: Walk/ Wheelchair/Crawl		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Mode: W – Walk C- Wheelchair L- Crawl B- Both
13.Locomotion: Stairs		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
<b>Mobility subtotal</b>			

Fuente: Tomada de: icare Lifetime care; WeeFIM® - Score Sheet Brain Injury. <https://www.icare.nsw.gov.au/searchresults/?q=WeeFIM>

**Tabla 13.** Weefim Levels

WeeFIM® LEVELS
<p><b>NO HELPER</b></p> <p><b>7</b> Complete Independence (Timely, Safely)</p> <p><b>6</b> Modified Independence (Device)</p> <p><b>HELPER – Modified Dependence</b></p> <p><b>5</b> Supervision</p> <p><b>4</b> Minimal assistance (subject = 75% or more)</p> <p><b>3</b> Moderate assistance (subject = 50% or more)</p> <p><b>HELPER – Complete Dependence</b></p> <p><b>2</b> Maximal assistance (subject = 25% - 49%)</p> <p><b>1</b> Total assistance (subject = 0% - 24%)</p>

Fuente: Tomada de: icare Lifetime care; WeeFIM® - Score Sheet Brain Injury. <https://www.icare.nsw.gov.au/searchresults/?q=WeeFIM>

### 3.1.6 Escala de calificación del médico (PRS)

Se desarrolla inicialmente para la evaluación de la marcha de niños con parálisis cerebral, se utiliza después de la inyección botulínica; se enfatiza en la posición del pie y la rodilla en posición, tiene seis clasificaciones categóricas referentes a la cadera y en mayor medida la posición de las rodillas y los tobillos. El objetivo de esta herramienta

es identificar y analizar las medidas más adecuadas para evaluar el rendimiento de la marcha y la calidad del movimiento en niños con PC en un entorno clínico (28).

### **3.1.7 Escala observacional de la marcha (OGS)**

Desarrollada por el Centro Médico Rancho los Amigos en 1989, en California, USA es una escala de evaluación observacional que permite evaluar la marcha funcional en niños con PC; esta escala evalúa 24 ítems (tobillo/pie-6, rodilla-5, cadera-8 y pelvis-5) y utiliza métodos de aplicación como la electromiografía, la cual consiste en la aplicación de electrodos sobre la piel o insertados directamente en el músculo, permitiendo la activación muscular, para determinar en qué momento del ciclo de la marcha la musculatura analizada se encuentra o no activa; al iniciar el patrón de marcha, esta herramienta también permite la evaluación y análisis de algunos parámetros espacio- temporales como: longitud de paso, longitud de ciclo de zancada, fase de apoyo, fase de balanceo, y duración del ciclo de la marcha. Los parámetros ya mencionados se evalúan por medio de la observación con ayuda de métodos. La longitud de paso, ancho de paso, período de paso y apoyo plantar, hacen referencia a fases del ciclo de marcha, los cuales se observan en las extremidades inferiores (piernas); en cuanto a la fluidez del movimiento y balanceo se observa en las extremidades superiores (brazos); el desplazamiento del centro de masa / base del soporte incluye parámetros de optimización de la marcha los cuales incluyen saltos, desplazamientos, caídas, equilibrio, marcha con obstáculos, ayudas ortopédicas, y pruebas funcionales (28, 29).

### **3.1.8 Timed Up and Go (TUG)**

Es una prueba fácil y rápida aplicada a niños ambulatorios con PC entre los tres y los diez años de edad en niveles de GMFCS I-III, mediante la cual se evalúa la movilidad funcional, específicamente la velocidad de la marcha, el equilibrio dinámico, y el control postural en varias posiciones (20, 28, 30, 31).

Durante la prueba se mide el tiempo que el niño requiere para levantarse de una silla que permita los 90° de flexión de cadera y rodilla al sentarse, no debe tener reposabrazos ni respaldo posterior; en ese momento se inicia el conteo de tiempo. Luego debe caminar una distancia de tres metros lo más rápido posible sin correr; enseguida deberá tocar un objeto en la pared, girar y finalmente regresar y sentarse en la silla nuevamente; el tiempo de evaluación es de aproximadamente diez minutos. Esta prueba fue adaptada para niños y adolescentes con PC; de igual manera existen valores de referencia de la prueba para la población pediátrica y adolescente. Los tiempos más largos en el TUG denotan un mayor deterioro en el equilibrio dinámico (28, 32, 33, 34).

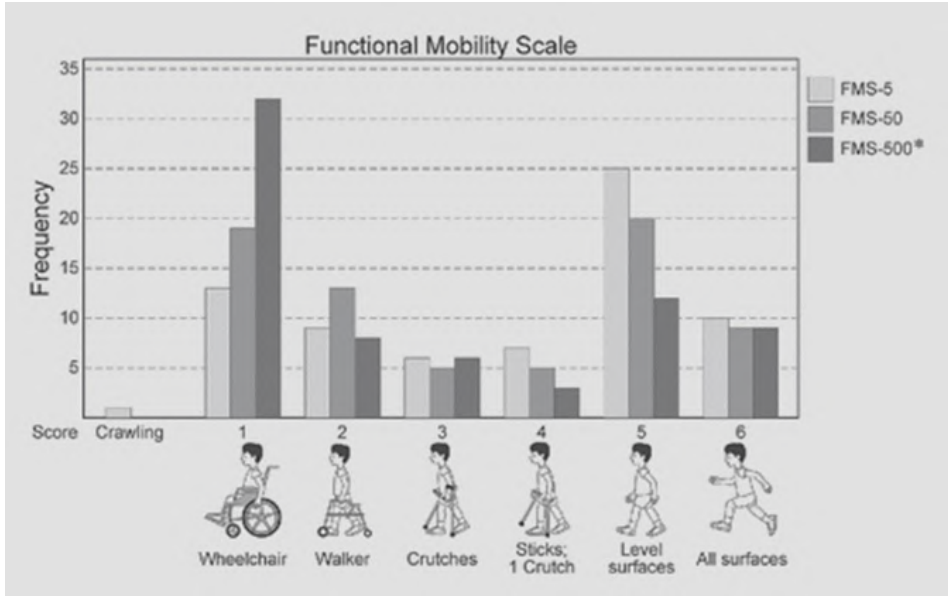
El TUG tiene buenas propiedades psicométricas en niños con espina bífida (SB) y PC. Tiene excelente confiabilidad test-retest entre evaluadores, y diferencia entre niños con SB o CP en los niveles de GMFCS I, II y III. También se ha demostrado que los puntajes del TUG se correlacionan con los puntajes de la GMFM, 10 mWT, prueba de escaleras temporizadas hacia arriba y hacia abajo, y el inventario de evaluación pediátrica de discapacidad (31, 35).

### **3.1.9 Escala de movilidad funcional (FMS)**

Este instrumento fue diseñado para evaluar la habilidad de movilidad funcional en niños de seis años con parálisis cerebral (PC); sus características o criterios de calificación consisten en evaluar la movilidad y función por medio del dispositivo de asistencia que utilice el niño en la vida cotidiana en tres distancias diferentes (hogar 5m, escuela 50m, comunidad 500m). Para cada distancia, el tipo de asistencia requerida se clasifica en una escala ordinal de 1 a 6 indicando si usa una silla de ruedas o camina independientemente sin un dispositivo de asistencia en todas las superficies. El FMS aborda exclusivamente la movilidad funcional en el nivel de rendimiento. Se utiliza la escala como una entrevista semiestructurada con el niño o un padre; se le pide al niño o al padre que identifique el nivel de funcionamiento habitual del niño, leyendo las descripciones de



los diferentes niveles. Las preguntas frecuentes tienen correlaciones moderadas con otras escalas de movilidad y con varios parámetros medidos durante la caminata sobre el nivel del suelo (26).



**Gráfica 9.** Functional Mobility Scale

Fuente: Ammann-Reiffer C, Bastiaenen CHG, Klöti C, van Hedel HJA. Concurrent Validity of Two Gait Performance Measures in Children with Neuromotor Disorders.

### 3.1.10 Herramienta de marcha de Salford (SF-GT)

Creada por Toro y cols en 2007 es una herramienta de evaluación observacional de la marcha para niños con PC, la cual analiza desde el plano sagital la posición del tronco, cadera, rodilla y el tobillo durante seis fases de la marcha (contacto inicial, apoyo doble final, apoyo medio, apoyo doble inicial, pre balanceo y balanceo medio). El desarrollo de esta herramienta se realizó con diez pacientes con PC, con edades entre los cinco y los diez años (28, 36).

El sistema de puntuación tiene como objetivo describir las posiciones de la cadera, la rodilla y el tobillo en los seis eventos de marcha (en

general 18 ítems). Los autores crearon una escala de cinco puntos (-2, -1, 0, 1, 2), para representar el cambio de los rangos de las articulaciones, tanto en categorías como en grados, para permitir a los examinadores describir cualitativamente la anormalidad de las articulaciones en estos eventos de marcha. Al finalizar, la suma de los puntajes suministra un indicativo de la patología de la marcha. Toro y cols compararon el SF-GT con 3DGA (análisis tridimensional instrumentado de la marcha) y encontraron que los LSD (diferencia menos significativa) entre SF-GT y 3DGA variaron de 1.41 a 27.14 grados; esto sugiere evidencia moderada a baja de validez de criterio que por otro lado, según la lista de verificación de COSMIN de calidad metodológica, la herramienta presenta una validez de criterio “justa” (++) (28, 29, 36, 37, 38).

Arch Phys Med Rehabil Vol 88, March 2007

326

DEVELOPMENT OF THE SALFORD GAIT TOOL, Toro

**APPENDIX 1: SALFORD GAIT TOOL—SAGITTAL (SIDE) PLANE VIEW**  
 Enter the observed degrees of ranges of movement in the spaces below. Then assign a CATEGORY from the list on the left for each joint.

Name:	Initial Contact		End Double Support		Mid Stance		Start Double Support		Toe off		Mid Swing		Sum of Category Scores
Date:													
Diagnosis:													
<b>TRUNK</b>													
Circle observation:	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	Overall: normal
	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards
	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards (1)*
<b>HIP</b>													
CATEGORY:	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	
-2 = -21° or more extension													
-1 = -6° to -20° extension													
0 = -5° ext to 15° flexion													
1 = 16° to 45° flexion													
2 = 46° or more flexion													(5)*
<b>KNEE</b>													
CATEGORY:	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	
-2 = -16° or more extension													
-1 = -5° to -15° extension													
0 = -5° ext to 10° flexion													
1 = 11° to 45° flexion													
2 = 46° or more flexion													(0)*
<b>ANKLE</b>													
CATEGORY:	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	
2 = 21° or more DF	DF		DF		DF		DF		DF		DF		
1 = 1° to 20° DF													
0 = neutral 0° to -15° PF	PF		PF		PF		PF		PF		PF		
-1 = -16° to -45° PF													
-2 = 46° or more PF													
<b>Ankle</b>	toe strike				Heel off the floor?								
	flat foot				Yes								
	heel strike				No								

Initial Contact = first frame when the foot makes contact with the floor.  
 End Double Support (loading response) = first frame when toes of opposite foot come off the floor right leg.  Right leg  
 Mid Stance = opposite foot is going behind stance leg, toes are just peeping out at the front of stance leg.  Left leg  
 Start Double Support (terminal stance) = first frame when opposite foot touches the ground left leg.  
 Toe Off (initial swing) = first frame when toes (or foot) of front leg have just left the floor.  
 Mid Swing = first frame when heel of stance leg becomes visible behind swinging heel.  
 (\*): the numbers in brackets show the SUM of CATEGORY SCORES observed for NORMAL gait.  
 Abbreviations: DF, dorsiflexion; PF, plantarflexion.

### Gráfica 10. Salford Gait

Fuente: El desarrollo y la validez de la herramienta Salford Gait: una herramienta de evaluación de la marcha clínica basada en la observación. Toro y Cols. 2007<sup>39</sup>

### **3.2.11 Escala de Recuperación Neuromuscular Pediátrica (Peds NRS)**

Inicialmente se creó para evaluar la aptitud neuromuscular de personas con lesión de médula espinal (LME) para efectuar actividades funcionales específicas, sin el uso de ayudas externas o compensaciones. Esta escala evalúa que la persona pueda realizar una sucesión de movimientos y transiciones, analizando los patrones de movimientos del paciente cuando ejecuta catorce tareas funcionales; contrasta los movimientos con los premórbidos, recalcando que no admite la compensación de músculos débiles o que no admite la compensación de músculos débiles o algún tipo de parálisis con dispositivos más fuertes.

Al mismo tiempo se aplica para clasificar músculos del tronco y de las extremidades inferiores (40, 41).

La Escala de Recuperación Neuromuscular Pediátrica fue adaptada del NRS para adultos y es una medida válida y confiable de recuperación funcional sin compensación en niños con LME de uno a doce años. Sin embargo, a diferencia de la LME en la edad adulta, esta alteración pediátrica se asocia con un alto riesgo de complicaciones músculo esqueléticas complejas, como la subluxación de la cadera, la escoliosis neuromuscular y las complicaciones de las extremidades superiores. El NRS Peds evalúa la función de nivel inferior, como el control del tronco durante el equilibrio sentado, así como la función de nivel superior y la cantidad de apoyo necesario para pararse y caminar. Por lo tanto, el NRS Peds puede ser una medida útil para evaluar la calidad de los movimientos funcionales en niños con mielomeningocele (MMC) (40, 41, 42).

La validez de contenido se determinó mediante la metodología Delphi en la que se obtuvo el consenso de un grupo de expertos. En el momento de realizar la validación de esta escala en población pediátrica con lesión medular ocurrieron varios desafíos, como la complejidad de instrucciones, elementos de prueba que son inapropiados para el desarrollo y, la necesidad de factorizar el desarrollo motor en la escala de recuperación motora; de igual manera, el marco de “movimiento

previo a la lesión” puede ser menos aplicable a los niños lesionados jóvenes y que no han desarrollado planificación motriz, el desarrollo y la ejecución de movimientos avanzados (40).

La prueba consta de trece ítems, aunque se debe tener en cuenta que los tres ítems que evalúan la extremidad superior se hacen por separado para cada lado, por lo que algunos autores plantean que son 16 ítems, divididos en cuatro subsecciones: sentado, función de la extremidad superior, de pie y caminando. Para administrar el NRS Peds, se necesita un banco ajustable en altura, una mesa de colchoneta, varios manipuladores de motores finos y una pelota. Los ítems de pie y caminando pueden requerir personal adicional para administrar (40, 41).

Para cada ítem, los puntajes reflejan habilidades apropiadas para la edad desde el puntaje más bajo “1A; incapaz” hasta el puntaje más alto “4C; totalmente recuperado” en relación con las demandas de la tarea. Después de administrar la prueba, el puntaje de cada ítem se encierra en un círculo en una tarjeta de puntaje, lo que permite al evaluador determinar los ítems con la puntuación más baja (40).

**Tabla 14.** Variables de NRS Peds

Peds NRS variable
Item 1 (Supine-to-sit)
Item 2 (Sit-inside base of support)
Item 3 (Sit-outside base of support)
Item 4 (Object to mouth-right)
Item 5 (Object to mouth-left)
Item 6 (In-hand manipulation-right)
Item 7 (In-hand manipulation-left)
Item 8 (Reach overhead-right)
Item 9 (Reach overhead-left)
Item 10 (Sit-to-stand)
Item 11 (Static standing)
Item 12 (Dynamic standing)
Item 13 (Walking)

Fuente: Flores MB, Manella KJ, Ardolino EM. Relationship between Movement Quality, Functional Ambulation Status.

### **3.2.12 Análisis de la marcha visual (VGA)**

Esta herramienta fue utilizada para evaluar los cambios en la marcha de los pacientes neurológicos; está indicada para la evaluación de la marcha normal y patológica, en niños muy pequeños, menores de cuatro a seis años y en individuos con poca comprensión y cooperación.

Se evalúa la marcha en planos coronal y sagital; se analiza de acuerdo con 17 parámetros para cada extremidad inferior, que corresponden a elementos clave de la marcha normal y patológica; se gradúan en un rango de tres puntuaciones (0: normal, 1: moderado y 2: marcado), la puntuación máxima es 34. Se analizan seis niveles anatómicos diferentes: tronco, pelvis, cadera, rodilla, tobillo y pie, en los planos transversal, coronal y sagital y las fases de apoyo y equilibrio de la marcha. Se hicieron marcas anatómicas para facilitar la observación de los videos. Además, se realizan marcas hechas con pintura blanca en la rótula y el lado posterior del calcáneo, así como los marcadores en las crestas ilíacas anterosuperiores, como marcadores en el sacro y la superficie dorsal de los pies (a nivel del segundo metatarsiano), respectivamente, para identificar mejor las desviaciones en el plano transversal y coronal de las piernas. Para las personas que muestran dificultades para caminar en línea recta, se colocaron marcadores en el piso con cinta adhesiva con fines de orientación (20).

## **3.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA**

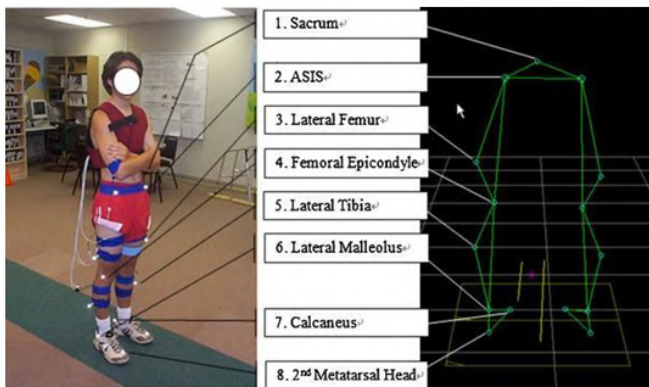
### **3.2.1 Análisis tridimensional instrumentado de la marcha (3DGA)**

El 3DGA es una herramienta de evaluación muy conocida que se usa en niños con PC (22) para la valoración del patrón motor (4); facilita la descripción del problema de la marcha y apoya en la toma de decisiones para la planificación y la evaluación de la intervención en niños con alteraciones motoras (21, 43) convirtiéndose así, en un examen de gran importancia para estos pacientes tanto en el ámbito clínico como en el de la investigación (24).

Se considera el 3DGA como el estándar de oro para la evaluación de la marcha, suministrando datos cuantitativos durante la observación (18, 44). Este análisis proporciona al examinador datos en forma de imágenes que expresan parámetros espacio-temporales (pasos, cadencia, velocidad de marcha) y cinemática de las extremidades inferiores en la pelvis, cadera, rodilla y tobillo en los planos sagital, frontal y transversal (15, 22).

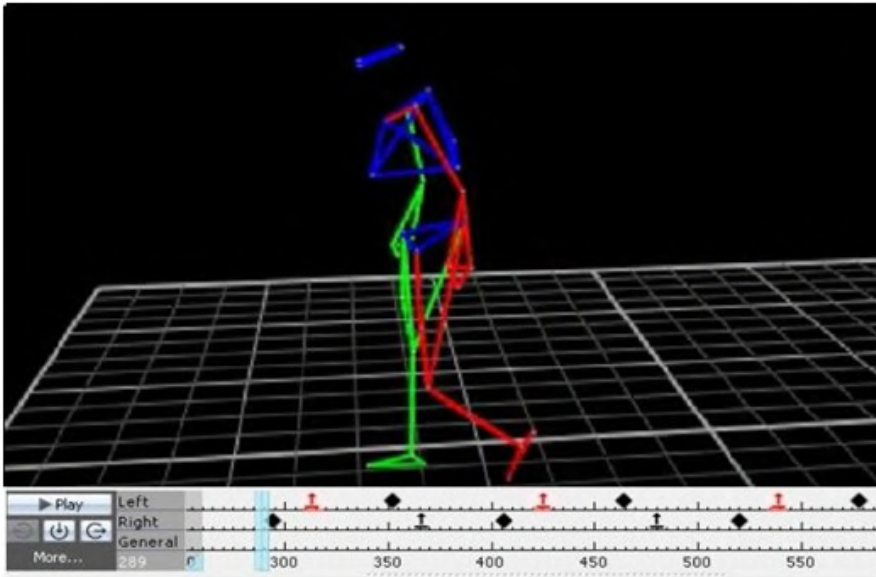
La aplicación de este método de análisis biomecánico requiere de gran cantidad de recursos tanto tecnológicos, los cuales son equipos sofisticados y de alto costo –de igual manera es de suma importancia el conocimiento del personal de salud–, como fisioterapeutas e ingenieros biomédicos que deben poseer experiencia que para el manejo del sistema y su análisis, factores que reducen la disponibilidad en todos los centros de atención (18, 22, 24, 38, 45).

Este sistema de análisis requiere del uso de diferentes equipos y software para realizar la captura precisa del movimiento, como sistemas de captura de entre 6 y 8 cámaras Vicon Motion (Oxford, Reino Unido), sistema de marcadores como el Helen Hayes, modelos cinemáticos como el Plug-in-gait (v4.6), Workstation, Orthotrak (v5.0) y modelo del cuerpo humano (HBM) (15, 22, 24, 43, 46, 47, 48).



**Figura 70.** Modelo Plug-in-Gait

Fuente: Imagen tomada de Biomechanical and perceived differences between overground and treadmill walking in children with cerebral palsy. Gait & Posture. 2016



**Figura 71.** Análisis de la marcha tridimensional

Fuente: Imagen tomada de: Position Between Trunk and Pelvis During Gait Depending on the Gross Motor Function Classification System, 2017

### 3.2.2 Caminata a velocidades preferidas y rápidas

Este método fue diseñado para evaluar pacientes con alteraciones neurológicas, lo cual permite evaluar algunos de los parámetros espacio-temporales durante la marcha. Consiste en la realización de la marcha en una superficie no inclinada; el paciente debe caminar en dos fases: la primera consiste en caminar la distancia que sea requerida por el evaluador a una velocidad de paso normal, y la segunda a velocidad de paso rápido. Las variables que aporta la realización de esta prueba son: el tiempo necesario para cada fase, la velocidad a paso rápido y normal, el número de pasos realizados, la cadencia (número de pasos por unidad de tiempo) y la longitud del ciclo o zancada rápida y normal (9, 50).

### **3.2.3 Índice de marcha dinámica (DGI)**

Es un método basada en el rendimiento que cuantifica la inestabilidad del equilibrio dinámico; desarrollada por Shumway-Cook y Woollacott, evalúa la capacidad del individuo para modificar la marcha en respuesta a las funciones cambiantes durante la marcha. En adultos, se ha demostrado que DGI permite comparaciones entre grupos de pacientes con diversas patologías que conducen a problemas de equilibrio y contiene excelentes propiedades psicométricas. La prueba se completa en aproximadamente diez m. (30).

Aunque la incidencia de trastornos del equilibrio y la alta incidencia de caídas en niños con parálisis cerebral (PC) son bien conocidas, en la literatura ha habido muy poco esfuerzo para cuantificar la estabilidad dinámica de la marcha de estos niños. Por el contrario, la mayor parte de la literatura se centra en evaluar la inestabilidad del equilibrio observada en estos niños con métodos de medición de la postura de pie. El DGI es una herramienta sensible y eficiente para adultos y, por lo tanto, puede ser una herramienta útil para los niños (30).

### **3.2.4 Unidades de medición de inercia (IMU)**

Es un sistema micro-electro-mecánico para evaluar el movimiento corporal mediante el uso de sensores portátiles adheridos al cuerpo en puntos anatómicos específicos, los cuales son relevantes para la investigación. Estos sensores ofrecen una variedad de combinaciones los cuales incluyen acelerómetros, giroscopios y magnetómetros; estos están contenidos en pequeñas carcasas que el paciente puede transportar sin restricciones durante las horas que sean necesarias para la investigación. Esta variedad de tecnología permite al evaluador medir datos de aceleración y velocidad angular de los segmentos; de igual manera se pueden utilizar para identificar posturas y clasificar varios movimientos diarios relacionados con el estado funcional de un individuo, mediante sistemas de clasificación basados en umbrales o estadísticos (51, 52, 53, 54, 55).



Entre los diferentes tipos de datos con respecto al análisis de la marcha que es posible obtener por los IMU se encuentran, el conteo de pasos, la velocidad de la marcha, la cadencia, la longitud de la zancada, la separación del pie, asimetría derecha-izquierda, soporte doble, postura y tiempo de oscilación, variabilidad entre zancadas pero también tipo, duración e intensidad de las actividades; igualmente se pueden evaluar las características de la marcha en entornos de la vida real y permitir comparaciones directas con la marcha medidas en el laboratorio (49, 51, 52, 56, 57).

El uso en población pediátrica con déficits neuromotores es poco y se han probado pocas configuraciones de sensores. El solo análisis de la colocación del pie estima con precisión los parámetros espacio-temporales en niños con un bajo nivel de discapacidad, mientras que los sensores en las extremidades inferiores (piernas y muslos) demostraron una mayor precisión para la estimación de la velocidad en niños con mayores niveles de discapacidad (GMFCS III). En otras investigaciones ubicaron un sensor en el tronco para medir adecuadamente los parámetros de control postural y estimar con precisión la cadencia (56).

### **3.2.5 Software Nexus**

El software Nexus (Oxford Metrics, Oxford) se usó para definir ciclos de marcha, calcular parámetros espacio-temporales y estimar ángulos articulares, momentos internos y potencias normalizadas a la masa corporal (58).

El software Nexus se utiliza para estimar los ciclos de marcha, los ángulos articulares y los momentos articulares, que se normalizaron a la masa corporal. Las formas de onda cinemática y cinética también se normalizaron en el tiempo al ciclo de la marcha, o a la fase de postura y balanceo cuando es apropiado (44)

### 3.2.6 Placas de fuerza

Son dispositivos electrónicos los cuales registran las fuerzas de reacción del suelo que se producen durante las fases de apoyo de la marcha, este método de evaluación de la marcha es el estándar de oro para la evaluación del análisis del contacto y despegue del pie ya que permite una medición de la fuerza dinámica del pie más precisa (59, 60, 61).

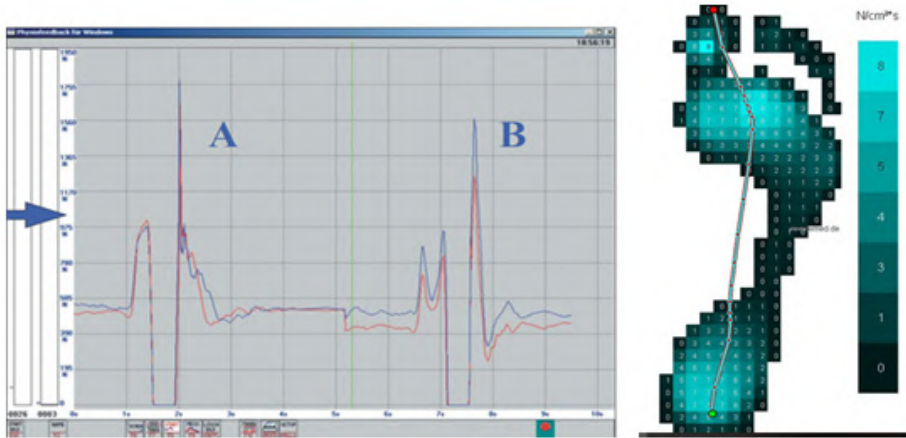
La placa, al estar integrada en el suelo permite que con tan solo un contacto que realice el paciente capte los diferentes momentos y potencias que se ejercen en las articulaciones durante el apoyo (60).

Durante el análisis de la marcha el uso de varias placas sincronizadas para captar cambios durante las fases de apoyo puede ser de gran utilidad, debido a que se registra con mayor precisión cualquier cambio presente en diferentes momentos del tiempo que se esté realizando la evaluación, como es el caso de estudios donde se usaron desde dos hasta ocho placas, teniendo en cuenta que al momento de evaluar un niño que presenta alteraciones del movimiento puede llegar a ser complicado que logre un apoyo válido para realizar el análisis (23, 22, 51, 62, 63).



**Figura 72.** Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.

Fuente. Imagen tomada de: Klöpfer-Krämer I, Brand A, Wackerle H, Müßig J, Kröger I, Augat P. Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.



**Figura 73.** Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.

Fuente: Imagen tomada de: Klöpfer-Krämer I, Brand A, Wackerle H, Müßig J, Kröger I, Augat P. Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.

### 3.2.7 Medición de parámetros de marcha espacio-temporal (walkway)

Este método fue desarrollado para medir parámetros espacio-temporales cinéticos y cinemáticos, por medio de la fotogrametría y la electromiografía; son procedimientos que permiten capturar el movimiento de un individuo; la aplicación del sistema de Medición de parámetros de marcha espacio-temporal (walkway) consiste en la ubicación de marcadores en miembros inferiores los cuales a través de cámaras instaladas procesan mediante un programa la localización de los diferentes marcadores en el espacio; estos marcadores permiten calcular matemáticamente la orientación de los diferentes segmentos en el espacio al igual que los ángulos entre los segmentos (ángulos articulares); generalmente los programas de estos sistemas generan unos gráficos de posición-tiempo, con una figura que reproduce los movimientos registrados. Estos datos constituyen los valores cinemáticos (referentes al movimiento generado por un individuo) y permiten calcular los parámetros temporales básicos: velocidad

de la marcha, longitud del paso, zancada y cadencia, y evalúan los valores normales y específicos correspondientes a las diferentes condiciones de la marcha (descalzo, con ortesis, con zapatos, entre otros); por lo general los resultados evaluados se representan en una gráfica normalizada a un ciclo de marcha. Habitualmente se analizan los diferentes ciclos capturados con diferente color, en las extremidades inferiores derecha e izquierda; la aplicación de esta herramienta puede compararse fácilmente con estudios previos de marcha, como los tridimensionales (3D) que permiten la valoración de los problemas dinámicos rotacionales que no pueden valorarse mediante una observación habitual (38).

#### **4. ROL DEL FISIOTERAPEUTA EN LA EVALUACIÓN DE LA MARCHA NEUROLÓGICA PEDIÁTRICA**

El rol del fisioterapeuta en la evaluación de la marcha es muy importante, ya que se basa principalmente en el análisis biomecánico durante el ciclo de esta; el fisioterapeuta cumple una función fundamental ya que tiene un amplio conocimiento sobre el movimiento corporal humano en las diferentes etapas de la vida, el cual es su objeto de estudio. Considerando lo anterior, el fisioterapeuta es pieza fundamental en el estudio de anomalías de la marcha, ya sea consecuencia de patologías neuromusculares, osteomusculares o causas traumatológicas entre otras; a su vez este conocimiento lo hace indispensable para cualquier tipo de investigación que se enfoque en el análisis de la marcha, realizando un razonamiento clínico con el uso de herramientas y métodos que facilitan y brindan apoyo para obtener un resultado lo más objetivo posible.

Es de gran importancia la participación del fisioterapeuta en la evaluación de la marcha ya que es una actividad de la vida diaria fundamental para el ser humano, y que permite ser valorada mediante tres componentes como lo son, la observación, los instrumentos de evaluación y por último las técnicas de evaluación, las cuales son empleadas en el día a día para evaluar pacientes neurológicos con alteración funcionales en el patrón de marcha.

Con respecto a lo anterior el análisis de la marcha en el área pediátrica, es muy productivo ya que es una etapa de la vida en la que el desarrollo motor influye de manera significativa en la locomoción del ser humano; por otro lado es esta etapa del desarrollo en la que las alteraciones neurológicas influyen en el deterioro de la marcha. El fisioterapeuta es una pieza fundamental del pilar interdisciplinario, para planear, modificar y evaluar la atención que recibe el paciente, permitiendo favorecer el desarrollo del movimiento y así lograr las metas que se quieren. Todo lo anteriormente mencionado proporcionará una mayor independencia y de igual forma orientará el tratamiento y conocer su evolución, valorar la efectividad del tratamiento la terapia dependiendo cual sea su patología de base; también para la recuperación luego de intervenciones quirúrgicas y el requerimiento de otras ayudas técnicas en el área de la neurorrehabilitación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Niño Rojas VM. Metodología e la investigación [Internet]. 2.a ed. Ediciones de la U; 2019 [citado 1 de abril de 2020]. 161 p. Disponible en: <http://usc.elogim.com:2142/?il=9546>
2. Ñaupas Paitan H. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis [Internet]. 5a ed. Ediciones de la U; 2018 [citado 1 de abril de 2020]. 560 p. Disponible en: <http://usc.elogim.com:2142/?il=8046>
3. Arias FG. El proyecto de investigación [Internet]. 6 ed. Caracas: Editorial Episteme; 2012 [citado 17 de abril de 2020]. 143 p. Disponible en: <https://openlibra.com/es/book/download/el-proyecto-de-investigacion-introduccion-a-la-metodologia-cientifica>
4. Hernández Sampieri R, Mendoza Tores CP. Metodología de la investigación [Internet]. 1.a ed. McGraw-Hill Interamericana; 2018 [citado 1 de abril de 2020]. 754 p. Disponible en: <http://usc.elogim.com:2142/?il=6443>
5. Yuni JA, Urbano CA. Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación.

- Volumen 2 Volumen 2 [Internet]. 2.a ed. Vol. 2. Editorial Brujas; 2014 [citado 4 de mayo de 2020]. 114 p. Disponible en: <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3185819>
6. García de la Figal Costales AE. Teoría y metodología de la investigación científica. [Internet]. 1a ed. Colombia: Alfaomega; 2018 [citado 4 de mayo de 2020]. 373 p. Disponible en: <https://usc.elogim.com:2717/reader/teoria-y-metodologia-de-la-investigacion-cientifica?location=4>
  7. Pimienta Prieto JH, Orden Hoz A de la, Estrada Coronado RM. Metodología de la investigación [Internet]. 1a ed. Pearson Educación; 2018 [citado 4 de mayo de 2020]. 203 p. Disponible en: <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/113259>
  8. Lerma González HD. Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto [Internet]. 5a ed. Ecoe Ediciones; 2016 [citado 4 de mayo de 2020]. 196 p. Disponible en: <http://usc.elogim.com:2142/?il=3745>
  9. Mensch SM, Rameckers EAA, Echteld MA, Evenhuis HM. Instruments for the evaluation of motor abilities for children with severe multiple disabilities: A systematic review of the literature. *Research in Developmental Disabilities* [Internet]. diciembre de 2015 [citado 17 de abril de 2020]; 47:185-98. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422215001390>
  10. Salavati M, Rameckers EAA, Waninge A, Krijnen WP, Steenbergen B, van der Schans CP. Gross motor function in children with spastic Cerebral Palsy and Cerebral Visual Impairment: A comparison between outcomes of the original and the Cerebral Visual Impairment adapted Gross Motor Function Measure-88 (GMFM-88-CVI). *Research in Developmental Disabilities* [Internet]. enero de 2017 [citado 17 de abril de 2020]; 60:269-76. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S089142221630227X>
  11. Ferre-Fernández M, Murcia-González MA, Barnuevo Espinosa MD, Ríos-Díaz J. Measures of Motor and Functional Skills for Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Pediatric Physical Therapy* [Internet]. enero de 2020 [citado 18 de abril de 2020]; 32(1):12-25. Disponible en: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00001577-202001000-00004>

12. Clutterbuck GL, Auld ML, Johnston LM. High-level motor skills assessment for ambulant children with cerebral palsy: a systematic review and decision tree. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 1 de abril de 2020 [citado 18 de abril de 2020]; Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/dmcn.14524>
13. Lee B-H. Relationship between gross motor function and the function, activity and participation components of the International Classification of Functioning in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci* [Internet]. octubre de 2017 [citado 17 de abril de 2020]; 29(10):1732-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5684000/>
14. Rethlefsen SA, Blumstein G, Kay RM, Dorey F, Wren TAL. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy revisited: influence of age, prior surgery, and Gross Motor Function Classification System level. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2017 [citado 28 de marzo de 2020]; 59(1):79-88. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.13205>
15. Öunpuu S, Gorton G, Bagley A, Sison-Williamson M, Hassani S, Johnson B, et al. Variation in kinematic and spatiotemporal gait parameters by Gross Motor Function Classification System level in children and adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2015 [citado 29 de marzo de 2020]; 57(10):955-62. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.12766>
16. Shi W, Yang H, Li C, Zhou M, Zhu M, Wang Y, et al. Expanded and revised gross motor function classification system: study for Chinese school children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* [Internet]. marzo de 2014 [citado 16 de junio de 2020]; 36(5):403-8. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638288.2013.797512>
17. Tzikalagia T, Ramdharry G. Using the Edinburgh Visual Gait Score to assess gait in children with cerebral palsy: A feasibility evaluation. *International Journal of Therapy and Rehabilitation* [Internet]. 2 de octubre de 2017 [citado 2 de mayo de 2020]; 24(10):419-26. Disponible en: <http://www.magonlinelibrary.com/doi/10.12968/ijtr.2017.24.10.419>

18. Duque Orozco MP, Abousamra O, Church C, Lennon N, Henley J, Rogers KJ, et al. Reliability and validity of Edinburgh visual gait score as an evaluation tool for children with cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. septiembre de 2016 [citado 19 de marzo de 2020]; 49:14-8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636216300960>
19. Read FA, Boyd RN, Barber LA. Longitudinal assessment of gait quality in children with bilateral cerebral palsy following repeated lower limb intramuscular Botulinum toxin-A injections. *Research in Developmental Disabilities* [Internet]. septiembre de 2017 [citado 19 de marzo de 2020]; 68:35-41. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422217301671>
20. Rech Folle M, Tedesco AP, D'Agostini Nicolini-Panisson. R Correlation Between Visual Gait Analysis and Functional Aspects in Cerebral Palsy. *Acta Ortop Bras* [Internet]. 6 de julio de 2016 [citado 23 de marzo de 2020]; 24(5):259-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5266657/>
21. Malt MA, Aarli Å, Bogen B, Fevang JM. Correlation between the Gait Deviation Index and gross motor function (GMFCS level) in children with cerebral palsy. *J Child Orthop* [Internet]. junio de 2016 [citado 29 de marzo de 2020]; 10(3):261-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4909653/>
22. Matsunaga N, Ito T, Noritake K, Sugiura H, Kamiya Y, Ito Y, et al. Correlation between the Gait Deviation Index and skeletal muscle mass in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci* [Internet]. septiembre de 2018 [citado 29 de marzo de 2020]; 30(9):1176-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6127487/>
23. Ito T, Noritake K, Sugiura H, Kamiya Y, Tomita H, Ito Y, et al. Association between Gait Deviation Index and Physical Function in Children with Bilateral Spastic Cerebral Palsy: A Cross-Sectional Study. *J Clin Med* [Internet]. 20 de diciembre de 2019 [citado 23 de marzo de 2020]; 9(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7019325/>
24. Rasmussen HM, Nielsen DB, Pedersen NW, Overgaard S, Holsgaard-Larsen A. Gait Deviation Index, Gait Profile Score and



- Gait Variable Score in children with spastic cerebral palsy: Intra-rater reliability and agreement across two repeated sessions. *Gait & Posture* [Internet]. julio de 2015 [citado 31 de marzo de 2020]; 42(2):133-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215004609>
25. McMulkin ML, MacWilliams BA. Application of the Gillette Gait Index, Gait Deviation Index and Gait Profile Score to multiple clinical pediatric populations. *Gait & Posture* [Internet]. febrero de 2015 [citado 3 de julio de 2020];41(2):608-12. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215000077>
  26. Ammann-Reiffer C, Bastiaenen CHG, Klöti C, van Hedel HJA. Concurrent Validity of Two Gait Performance Measures in Children with Neuromotor Disorders. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [Internet]. 4 de marzo de 2019 [citado 31 de marzo de 2020]; 39(2):181-92. Disponible en: <https://usc.elogim.com:2072/doi/full/10.1080/01942638.2017.1420003>
  27. Williams KS, Young DK, Burke GAA, Fountain DM. Comparing the WeeFIM and PEDI in neurorehabilitation for children with acquired brain injury: A systematic review. *Developmental Neurorehabilitation* [Internet]. 3 de octubre de 2017 [citado 20 de abril de 2020]; 20(7):443-51. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518423.2017.1289419>
  28. Gilbertson TJ, Bjornson KF, McDonald C, Hafner BJ. Clinical Gait Measures for Ambulatory Children with Cerebral Palsy: A Review. *Journal of Prosthetics and Orthotics* [Internet]. enero de 2016 [citado 20 de abril de 2020];28(1):2-12. Disponible en: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTL-P:landingpage&an=00008526-201601000-00002>
  29. Rathinam C, Bateman A, Peirson J, Skinner J. Observational gait assessment tools in paediatrics – A systematic review. *Gait & Posture* [Internet]. junio de 2014 [citado 21 de abril de 2020]; 40(2):279-85. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636214004780>
  30. Evkaya A, Karadag-Saygi E, Karali Bingul D, Giray E. Validity and reliability of the Dynamic Gait Index in children with hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. enero de 2020 [citado 19 de marzo de 2020]; 75:28-33. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636219305065>

31. Carey H, Martin K, Combs-Miller S, Heathcock JC. Reliability and Responsiveness of the Timed Up and Go Test in Children with Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy* [Internet]. diciembre de 2016 [citado 1 de abril de 2020]; 28(4):401-8. Disponible en: [https://journals.lww.com/pedpt/Fulltext/2016/28040/Reliability\\_and\\_Responsiveness\\_of\\_the\\_Timed\\_Up\\_and.12.aspx](https://journals.lww.com/pedpt/Fulltext/2016/28040/Reliability_and_Responsiveness_of_the_Timed_Up_and.12.aspx)
32. Bandong ANJ, Madriaga GO, Gorgon EJ. Reliability and validity of the Four Square Step Test in children with cerebral palsy and Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities* [Internet]. diciembre de 2015 [citado 20 de abril de 2020]; 47:39-47. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S089142221500133X>
33. Sivarajah L, Kane KJ, Lanovaz J, Bisaro D, Oates A, Ye M, et al. The Feasibility and Validity of Body-Worn Sensors to Supplement Timed Walking Tests for Children with Neurological Conditions. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [Internet]. 27 de mayo de 2018 [citado 20 de abril de 2020]; 38(3):280-90. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01942638.2017.1357066>
34. Balzer J, Marsico P, Mitteregger E, van der Linden ML, Mercer TH, van Hedel HJA. Influence of trunk control and lower extremity impairments on gait capacity in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil* [Internet]. 26 de septiembre de 2017 [citado 30 de marzo de 2020]; 40(26):3164-70. Disponible en: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28944697/?from\\_term=Observational+gait+analysis+or+OGA&from\\_filter=simsearch2.ffrf-t%2Csimsearch3.fft%2Cdsl.y\\_10&from\\_page=3&from\\_pos=1](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28944697/?from_term=Observational+gait+analysis+or+OGA&from_filter=simsearch2.ffrf-t%2Csimsearch3.fft%2Cdsl.y_10&from_page=3&from_pos=1)
35. Kane KJ, Lanovaz J, Bisaro D, Oates A, Musselman KE. Preliminary study of novel, timed walking tests for children with spina bifida or cerebral palsy. *SAGE Open Medicine* [Internet]. enero de 2016 [citado 19 de marzo de 2020]; 4:205031211665890. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2050312116658908>
36. Ridao-Fernández C, Pinero-Pinto E, Chamorro-Moriana G. Observational Gait Assessment Scales in Patients with Walking Disorders: Systematic Review. *Biomed Res Int* [Internet]. 2019 [citado 20 de abril de 2020]; 2019:2085039. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6875351/>

37. Paci M, Mini G, Marchettini M, Ferrarello F. The Salford Gait Tool: Does the clinical experience of the raters influence the inter-rater reliability? *Developmental Neurorehabilitation* [Internet]. 17 de febrero de 2018 [citado 20 de abril de 2020]; 21(2):131-2. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518423.2016.1247922>
38. Zanudin A, Mercer TH, Jagadamma KC, van der Linden ML. Psychometric properties of measures of gait quality and walking performance in young people with Cerebral Palsy: A systematic review. *Gait & Posture* [Internet]. octubre de 2017 [citado 20 de abril de 2020]; 58:30-40. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096663621730704X>
39. Toro B, Nester CJ, Farren PC. The Development and Validity of the Salford Gait Tool: An Observation-Based Clinical Gait Assessment Tool. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [Internet]. marzo de 2007 [citado 21 de abril de 2020]; 88(3):321-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999306015875>
40. Ardolino EM, Mulcahey MJ, Trimble S, Argetsinger L, Bienkowski M, Mullen C, et al. Development and Initial Validation of the Pediatric Neuromuscular Recovery Scale: Pediatric Physical Therapy [Internet]. 2016 [citado 28 de abril de 2020]; 28(4):416-26. Disponible en: <http://journals.lww.com/00001577-201628040-00016>
41. Ardolino E, Flores M, Ferreira G, Jeantete SN, Manella K. Interrater Reliability of the Pediatric Neuromuscular Recovery Scale in Children with Spina Bifida. *Developmental Neurorehabilitation* [Internet]. 2 de abril de 2020 [citado 28 de abril de 2020]; 23(3):160-5. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518423.2019.1604581>
42. Flores MB, Manella KJ, Ardolino EM. Relationship between Movement Quality, Functional Ambulation Status, and Spatio-temporal Gait Parameters in Children with Myelomeningocele. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [Internet]. 6 de marzo de 2020 [citado 28 de abril de 2020]; 1-13. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01942638.2020.1736233>

43. Flux E, van der Krogt MM, Cappa P, Petrarca M, Desloovere K, Harlaar J. The Human Body Model versus conventional gait models for kinematic gait analysis in children with cerebral palsy. *Human Movement Science* [Internet]. abril de 2020 [citado 10 de junio de 2020]; 70:102585. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016794571930538X>
44. Nieuwenhuys A, Papageorgiou E, Desloovere K, Molenaers G, De Laet T. Statistical Parametric Mapping to Identify Differences between Consensus-Based Joint Patterns during Gait in Children with Cerebral Palsy. *PLoS One* [Internet]. 12 de enero de 2017 [citado 22 de marzo de 2020];12(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5231378/>
45. Brændvik SM, Gohl T, Braaten RS, Vereijken B. The Effect of Increased Gait Speed on Asymmetry and Variability in Children with Cerebral Palsy. *Front Neurol* [Internet]. 30 de enero de 2020 [citado 22 de marzo de 2020];10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7002475/>
46. Carcreff L, Fluss J, Allali G, Valenza N, Aminian K, Newman CJ, et al. The effects of dual tasks on gait in children with cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. mayo de 2019 [citado 19 de marzo de 2020]; 70:148-55. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636218314942>
47. Sanz-Mengibar JM, Altschuck N, Sanchez-de-Munian P, Bauer C, Santonja-Medina F. Position Between Trunk and Pelvis During Gait Depending on the Gross Motor Function Classification System: Pediatric Physical Therapy [Internet]. abril de 2017 [citado 15 de abril de 2020];29(2):130-7. Disponible en: <http://journals.lww.com/00001577-201704000-00008>
48. Jung T, Kim Y, Kelly LE, Abel MF. Biomechanical and perceived differences between overground and treadmill walking in children with cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. marzo de 2016 [citado 6 de mayo de 2020]; 45:1-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215009728>
49. Taborri J, Palermo E, Rossi S, Cappa P. Gait Partitioning Methods: A Systematic Review. *Sensors (Basel)* [Internet]. 6 de enero de 2016 [citado 24 de abril de 2020];16(1):20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4732099/>

50. Tracy JB, Petersen DA, Pigman J, Conner BC, Wright HG, Modlesky CM, et al. Dynamic stability during walking in children with and without cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. julio de 2019 [citado 19 de marzo de 2020]; 72:182-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636219302930>
51. Klöpfer-Krämer I, Brand A, Wackerle H, Müßig J, Kröger I, Augat P. Gait analysis – Available platforms for outcome assessment. *Injury* [Internet]. noviembre de 2019 [citado 24 de abril de 2020]; S0020138319307089. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138319307089>
52. Chen X, Liao S, Cao S, Wu D, Zhang X. An Acceleration-Based Gait Assessment Method for Children with Cerebral Palsy. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2 de mayo de 2017 [citado 19 de marzo de 2020]; 17(5). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5469525/>
53. Carcreff L, Gerber CN, Paraschiv-Ionescu A, De Coulon G, Newman CJ, Armand S, et al. What is the Best Configuration of Wearable Sensors to Measure Spatiotemporal Gait Parameters in Children with Cerebral Palsy? *Sensors (Basel)* [Internet]. 30 de enero de 2018; 18(2):17. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5855531/>
54. Contini BG, Bergamini E, Alvinì M, Di Stanislao E, Di Rosa G, Castelli E, et al. A wearable gait analysis protocol to support the choice of the appropriate ankle-foot orthosis: A comparative assessment in children with Cerebral Palsy. *Clinical Biomechanics* [Internet]. diciembre de 2019 [citado 19 de marzo de 2020]; 70:177-85. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003318308775>
55. Mannini A, Martínez-Manzanera O, Lawerman TF, Trojaniełlo D, Croce UD, Sival DA, et al. Automatic classification of gait in children with early-onset ataxia or developmental coordination disorder and controls using inertial sensors. *Gait & Posture* [Internet]. febrero de 2017 [citado 27 de mayo de 2020]; 52:287-92. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636216306889>
56. Carcreff L, Gerber CN, Paraschiv-Ionescu A, De Coulon G, Newman CJ, Aminian K, et al. Comparison of gait characte-

- ristics between clinical and daily life settings in children with cerebral palsy. *Sci Rep* [Internet]. 7 de febrero de 2020 [citado 31 de marzo de 2020];10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7005861/>
57. Gerber CN, Carcreff L, Paraschiv-Ionescu A, Armand S, Newman CJ. Reliability of single-day walking performance and physical activity measures using inertial sensors in children with cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [Internet]. abril de 2019 [citado 28 de marzo de 2020]; S1877065719300338. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877065719300338>
  58. Meyns P, Van Gestel L, Leunissen I, De Cock P, Sunaert S, Feys H, et al. Macrostructural and Microstructural Brain Lesions Relate to Gait Pathology in Children with Cerebral Palsy. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. octubre de 2016 [citado 20 de marzo de 2020];30(9):817-33. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968315624782>
  59. Rasmussen HM, Pedersen NW, Overgaard S, Hansen LK, Dunkhase-Heinl U, Petkov Y, et al. The use of instrumented gait analysis for individually tailored interdisciplinary interventions in children with cerebral palsy: a randomised controlled trial protocol. *BMC Pediatr* [Internet]. diciembre de 2015 [citado 17 de junio de 2020];15(1):202. Disponible en: <http://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-015-0520-7>
  60. van der Krogt MM, Sloot LH, Buizer AI, Harlaar J. Kinetic comparison of walking on a treadmill versus over ground in children with cerebral palsy. *Journal of Biomechanics* [Internet]. octubre de 2015 [citado 31 de marzo de 2020]; 48(13):3577-83. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929015004431>
  61. Zulkifli SS, Loh WP. A state-of-the-art review of foot pressure. *Foot and Ankle Surgery* [Internet]. enero de 2020 [citado 24 de abril de 2020];26(1):25-32. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1268773118300857>
  62. Nieuwenhuys A, Papageorgiou E, Molenaers G, Monari D, Laet T de, Desloovere K. Inter- and intrarater clinician agreement on joint motion patterns during gait in children with cerebral

- palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2017 [citado 28 de marzo de 2020];59(7):750-5. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.13404>
63. Gonçalves RV, Fonseca ST, Araújo PA, Araújo VL, Barboza TM, Martins GA, et al. Identification of gait events in children with spastic cerebral palsy: comparison between the force plate and algorithms. *Brazilian Journal of Physical Therapy* [Internet]. junio de 2019 [citado 2 de mayo de 2020]; S1413355519300760. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1413355519300760>





# ACERCA DE LOS AUTORES

*About the authors*

## **Diana Yasmín Perafán González**

Profesora de la Facultad de Salud de la Universidad Santiago de Cali y Universidad del Valle de Cali - Colombia. Magíster en Gestión Pública de la Universidad Santiago de Cali, Especialista en Administración en Salud de la Universidad Javeriana, Fisioterapeuta de la Universidad del Valle, formación posgradual en Análisis biomecánico del movimiento. Experiencia clínica en el área de rehabilitación ortopédica.

© <https://orcid.org/0000-0002-2042-1246>

✉ [diana.perafan00@usc.edu.co](mailto:diana.perafan00@usc.edu.co)

✉ [diana.perafan00@correounivalle.edu.co](mailto:diana.perafan00@correounivalle.edu.co)

## **Brayan Esneider Patiño Palma**

Fisioterapeuta egresado de la Fundación Universitaria del Área Andina. Especialista en Estadística Aplicada de la Fundación Universitaria los Libertadores. Magíster en Actividad Física y Deporte de la Universidad Autónoma de Manizales. Docente investigador del programa de Fisioterapia del Ministerio del Deporte. Investigador del grupo CORPS Universidad de Boyacá. Coordinador semillero de investigación Actividad y Ejercicio Físico SAEF & Universidad de Boyacá.

© <http://orcid.org/0000-0002-6932-0980>

✉ [brpatinop@mindeporte.gov.co](mailto:brpatinop@mindeporte.gov.co)

## **Diego Fernando Bolaños**

Profesor de la Facultad de Salud de la Universidad Santiago de Cali, Colombia. Doctor de la Facultad de Educación de la Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Brasil. Línea de investigación Psicología, Psicoanálisis y Educación. Magíster en Educación, Psicólogo y profesional en Ciencias del Deporte. Miembro de las redes internacionales INFEIES, AMARRACOES & RUEPSY y de los grupos de investigación/estudio INCIDE; PSICOLOGÍA Y MORALIDAD; FONOAUDIOLOGÍA Y PSICOLOGÍA & LEPSY M-G. Coordinador del semillero de investigación de la Universidad Santiago de Cali, Deseos del Saber -SADE- C.E.; Currículo Lattes (Br): <http://lattes.cnpq.br/0607566896068816>; CvLac (Col): [http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000516848](http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000516848)

© <https://orcid.org/0000-0002-6629-4705>

✉ [diego.bolanos04@usc.edu.co](mailto:diego.bolanos04@usc.edu.co)

## **Eugenia Mora Olarte**

Socióloga y Licenciada en Artes Visuales de la Universidad del Valle. Ha trabajado como facilitadora visual, analista de imagen visual y asistente de investigaciones en el campo del arte y la sociología. Participa en procesos de intervención social por medio de prácticas artísticas y comunitarias. Ha realizado exploraciones sobre los aportes conceptuales y metodológicos del análisis de la imagen visual para la reconstrucción de la historia colombiana por medio de artistas, productos artísticos y la militancia cultural.

© <https://orcid.org/0000-0002-1608-5243>

✉ [eu.olarte@gmail.com](mailto:eu.olarte@gmail.com)

## **Fernando Flórez González**

Máster y Ph.D. por la Escuela de Arquitectura y Artes Liberales de la Universidad de Tulane, Estados Unidos. Es Licenciado en filosofía y arquitecto por la Universidad del Valle. Docente de planta de la Facultad de Artes Integradas de la Universidad del Valle por más de

veinte años y también de otras universidades de la ciudad de Cali y de otros departamentos. Ha realizado investigaciones en el campo de la teoría, historia y filosofía de la arquitectura y del arte. En la última década ha abordado la enseñanza y la investigación en temas relacionados con la sustentabilidad, el arte, la ciudad y el ambiente.

### **Leidy Johana Madrid Rodríguez**

Fisioterapeuta en formación cursando décimo semestre de Fisioterapia en la Universidad Santiago de Cali con un diplomado en Análisis e Intervención de la marcha en la Universidad Santiago de Cali, certificado en curso de soporte vital básico.

© <https://orcid.org/0000-0001-5980-3041>

✉ [leidy.madrid01@usc.edu.co](mailto:leidy.madrid01@usc.edu.co)

### **Pedro Antonio Calero**

Fisioterapeuta – Universidad Santiago de Cali. Diplomado en Docencia Universitaria – Universidad de Boyacá. Especialista en Epidemiología – Universidad de Boyacá. Magíster en Intervención Integral en el Deportista – Universidad Autónoma de Manizales. Se desempeñó como fisioterapeuta en la Clínica Colón de la Universidad Santiago de Cali (2009) y en la Fundación Liga Colombiana contra la Epilepsia (LICCE 2010). En el programa de Fisioterapia de la Universidad de Boyacá (2011/2017), se desempeñó como docente, tutor de egresados, coordinador de laboratorios, investigador del grupo CORPS y director de programa.

Actualmente se desempeña como docente e investigador del Grupo Salud y Movimiento del Programa de Fisioterapia de la Universidad Santiago de Cali. Coordinador del Semillero de Investigación en Actividad física, Ejercicio Físico, deporte y discapacidad (SIAFED).

© <https://orcid.org/0000-0002-9978-7944>

✉ [pedro.calero00@usc.edu.co](mailto:pedro.calero00@usc.edu.co)

### **Daniel Suárez Marín**

Egresado del programa de Fisioterapia de la Universidad Santiago de Cali (USC). Ha realizado diplomado en análisis e intervención de la marcha humana en la Universidad Santiago de Cali. Participó como asistente en el seminario de actualización en Fisioterapia cardiorrespiratoria.

© <https://orcid.org/0000-0002-7072-3314>

✉ [daniel.suarez01@usc.edu.co](mailto:daniel.suarez01@usc.edu.co)

### **Liseth Anyela Rey Peralta**

Egresado del programa de Fisioterapia de la Universidad Santiago de Cali con un diplomado en Análisis e intervención de la marcha en la Universidad Santiago de Cali, con certificado del curso teórico- práctico de soporte vital básico y con certificado del curso de conocimientos generales y bases para el manejo vía aérea en el paciente con COVID -19.

© <https://orcid.org/0000-0002-1361-1631>

✉ [liseth.rey00@usc.edu.co](mailto:liseth.rey00@usc.edu.co)

### **Diana Maritza Quiguanas López**

Fisioterapeuta de la Universidad Santiago de Cali, especialista en Auditoría en Salud de la Universidad Icesi, magíster en Educación Superior de la Universidad Santiago de Cali, magíster en neurorrehabilitación de la Universidad Autónoma de Manizales, PhD. en Educación inclusiva de la Universidad de Baja California, México. Autora del libro *Función motora manual en parálisis cerebral*, investigadora categoría junior Colciencias. Coordinadora del semillero de Investigación, Salud y Movimiento. Docente investigadora, ponente nacional e internacional.

© <https://orcid.org/0000-0002-8349-1567>

✉ [diana.quiguanas00@usc.edu.co](mailto:diana.quiguanas00@usc.edu.co)

**Yorladiz Giraldo Gutiérrez**

Estudiante de programa académico de Psicología. Facultad de Salud. Universidad Santiago de Cali. Monitora académica de docencia en la línea de Psicoanálisis. Miembro del grupo de investigación Fonoaudiología & Psicología. Miembro de la Red Internacional AMARRACOES y lideresa del Semillero de investigación “Deseos del Saber” SADE. C.E.

© <https://orcid.org/0000-0001-9889-0897>

✉ [yorladiz.giraldo00@usc.edu.co](mailto:yorladiz.giraldo00@usc.edu.co)



# PARES EVALUADORES

*Peer evaluators*

**Jorge Eduardo Moncayo**

Investigador Asociado (I)

Universidad Antonio Nariño

© <https://orcid.org/0000-0001-6458-4162>

**Gustavo Alejandro Alzate Méndez**

Universidad Icesi

© <https://orcid.org/0000-0002-0832-0223>

**Maury Almanza Iglesia**

Investigador Senior (IS)

Universidad Simón Bolívar - Barranquilla

© <https://orcid.org/0000-0002-3880-4683>

**Ana Isabel García Muñoz**

Investigador Junior (IJ)

Fundación Universitaria del Área Andina: Bogotá, Cundinamarca

© <https://orcid.org/0000-0003-4455-4534>

**Arsenio Hidalgo Troya**

Investigador Asociado (I)

Universidad de Nariño

© <https://orcid.org/0000-0002-6393-8085>

**Carolina Sandoval Cuellar**

Investigador Senior (IS)

Universidad de Boyacá

© <https://orcid.org/0000-0003-1576-4380>

**Clara Mercedes Blanco Ospina**

Unicatólica

© <https://orcid.org/0000-0002-8640-8175>

**Claudia Ximena Campo Cañar**

Universidad del Cauca

© <https://orcid.org/0000-0001-5352-3065>

**David Leonardo Quitián Roldán**

Investigador Junior (IJ)

Corporación Universitaria Minuto de Dios: Villavicencio

© <https://orcid.org/0000-0003-2099-886X>

**Hoover Albeiro Valencia Sánchez**

Investigador Asociado (I)

Universidad Tecnológica de Pereira

© <https://orcid.org/0000-0001-9193-2089>

**Jairo Vladimir Llano Franco**

Investigador Senior (IS)

Universidad Libre de Colombia Seccional Cali

© <https://orcid.org/0000-0002-4018-5412>

**Jean Jader Orejarena**

Universidad Autónoma De Puebla, México

Evaluador Internacional

© <https://orcid.org/0000-0003-0401-3143>

**Jorge Ladino Gaitán Bayona**

Investigador Junior (IJ)

Universidad del Tolima

© <https://orcid.org/0000-0001-9539-4660>



# LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Consolida diferentes aspectos y sus respectivas variables representativas de la marcha. ....	73
<b>Tabla 2.</b> Presenta la variación en la longitud de paso en diferentes edades... ..	84
<b>Tabla 3.</b> Presenta la variación en la anchura de paso en adultos mayores.....	86
<b>Tabla 4.</b> Cadencia en diferentes grupos etarios de hombres caminando con zapatos según Whittle.....	89
<b>Tabla 5.</b> La probabilidad de cometer un falso positivo disminuye a medida que se amplía el rango normativo .....	113
<b>Tabla 6.</b> Movimiento del tobillo durante un ciclo de la marcha .....	117
<b>Tabla 7.</b> Movimiento de la rodilla durante un ciclo de la marcha... ..	123
<b>Tabla 8.</b> Indicaciones de las Ayudas Fijas.....	152
<b>Tabla 9.</b> Indicaciones de los bastones.....	156
<b>Tabla 10.</b> Indicaciones para la mula.....	159
<b>Tabla 11.</b> porcentajes de descarga de peso corporal... ..	172
<b>Tabla 12.</b> Weefim Locomotion.....	198
<b>Tabla 13.</b> Weefim Levels... ..	198
<b>Tabla 14.</b> Variables de NRS Peds... ..	204

# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Hombre caminando en secuencia en plano sagital y frontal posterior. Hecho por Muybridge (1887) Animal Locomotion. Plate 2.... ..	65
<b>Figura 2.</b> Motu Animalium .....	66
<b>Figura 3.</b> Traje negro con delgados tubos de luz empleado durante el primer informe sobre los movimientos articulares en diferentes fases de la marcha.....	68
<b>Figura 4.</b> Representación de un laboratorio de análisis de movimiento... ..	70
<b>Figura 5.</b> Ubicación tridimensional del centro de masa... ..	76
<b>Figura 6.</b> Desplazamiento del centro de masa supero - inferior visto desde de perfil.....	76
<b>Figura 7.</b> Desplazamiento medio - lateral del centro de masa visto desde arriba.....	77
<b>Figura 8.</b> Desplazamiento antero posterior de la pelvis durante la marcha.....	78
<b>Figura 9.</b> Representación del recorrido del centro de masa a nivel del pie durante el ciclo de la marcha... ..	79
<b>Figura 10.</b> Transferencia de energía durante la marcha. Relación entre el potencial energético y la energía cinética a lo largo del ciclo de la marcha .....	80
<b>Figura 11.</b> Modificaciones en la base de sustentación al incorporar el uso de bastones en la marcha. Se observa un cambio en la amplitud de la base de sustentación, así como del punto de corte de la línea de gravedad..	81

<b>Figura 12.</b> La estrella representa el punto donde cae la línea de la gravedad cuando se cuenta con la menor base de sustentación de todo el ciclo de la marcha. ....	82
<b>Figura 13.</b> Representación de la longitud de paso, en este caso, derecho... ..	83
<b>Figura 14.</b> Representación del ancho de paso, en este caso, derecho .....	85
<b>Figura 15.</b> Representación del ángulo de paso... ..	86
<b>Figura 16.</b> Representación de la longitud de zancada, en este caso, izquierda.....	87
<b>Figura 17.</b> Representación de la diferencia en las longitudes de paso con la ubicación en relación con el pie de soporte de carga... ..	88
<b>Figura 18.</b> Totalidad de parámetros espaciales de la marcha.....	89
<b>Figura 19.</b> Adaptación esquelética a la forma del zapato.....	93
<b>Figura 20.</b> Muestra las diferentes alturas de la bóveda plantar baja (izquierda), normal (centro) y elevada (derecha)... ..	93
<b>Figura 21.</b> Formas de pie de acuerdo con el largo de los dedos. ....	94
<b>Figura 22.</b> Distribución irregular del tejido adiposo... ..	95
<b>Figura 23.</b> División del ciclo de marcha en fase de apoyo y fase de balanceo.....	96
<b>Figura 24.</b> Subdivisión de la fase de apoyo en la marcha .....	96
<b>Figura 25.</b> Primera mecedora.. ..	97
<b>Figura 26.</b> Segunda mecedora .....	97
<b>Figura 27.</b> Tercera mecedora. ....	98
<b>Figura 28.</b> Ciclo de apoyo así: mecedora 1 (paso del 1 al 2), mecedora 2 (paso del 2 al 3), mecedora 3 (paso del 3 al 4) el 5 representa el prebalanceo.....	98
<b>Figura 29.</b> Subdivisión de la fase de balanceo en la marcha. ....	99
<b>Figura 30.</b> Ciclo completo de la marcha .....	100
<b>Figura 31.</b> Distribución normal .....	111
<b>Figura 32.</b> Si una población se distribuye normalmente, el 67% de las mediciones estarán contenidas dentro de un rango definido por la media $\pm 1$ DE; 95% dentro de 2 SD y 99.7% dentro de 3 SD. Este principio es la base de las definiciones clínicas de normalidad y rangos normativos para variables biomecánicas.....	112
<b>Figura 33.</b> Rangos de movimiento normal para la articulación del tobillo.....	116
<b>Figura 34.</b> Movimiento normal de la articulación subtalar durante la marcha...118	118
<b>Figura 35.</b> Articulaciones del pie con mayor significancia funcional durante la marcha (áreas azules): subtalar, mediotarsiana y metatarsofalángicas.....	119
<b>Figura 36.</b> Movimiento normal de la articulación metatarsofalángica durante la marcha .....	120
<b>Figura 37.</b> Movimiento normal de la articulación de la rodilla durante la marcha.....	122
<b>Figura 38.</b> Movimiento normal de la articulación de la cadera durante la marcha.....	125
<b>Figura 39.</b> Movimiento vertical del tronco durante una zancada indicado por la altura de la cabeza... ..	128

<b>Figura 40.</b> Desplazamiento lateral del tronco durante una zancada (indicado por la ubicación de la cabeza).....	129
<b>Figura 41.</b> Movimiento de la pelvis durante la marcha. ....	130
<b>Figura 42.</b> Arcos de movimiento de codo y hombro. ....	132
<b>Figura 43.</b> Barras Paralelas. ....	147
<b>Figura 44.</b> Rehabilitación en Barras Paralelas.....	147
<b>Figura 45.</b> Pasamanos en una escalera.....	150
<b>Figura 46</b> Alturas recomendadas en pasamanos y barandas.....	150
<b>Figura 47.</b> Escalera con rampa y pasamanos. ....	151
<b>Figura 48.</b> Bastón madera empuñadura curva, B. Bastón de madera empuñadura ergonómica, C. Bastón metálico graduable con empuñadura ergonómica, D. Bastón sencillo con mango de cisne, E. Bastón con empuñadura en forma de “T” .....	153
<b>Figura 49.</b> Partes generales de un bastón.....	154
<b>Figura 50.</b> Ubicación del bastón .....	155
<b>Figura 51.</b> Características de la muleta. ....	157
<b>Figura 52.</b> Prescripción de las muletas... ..	158
<b>Figura 53.</b> Bastón canadiense.. ..	159
<b>Figura 54.</b> Características del Bastón canadiense . ....	160
<b>Figura 55.</b> Prescripción del Bastón canadiense .....	161
<b>Figura 56.</b> A. Bastón modificado de cuatro puntos, B. Bastón modificado de tres puntos.....	162
<b>Figura 57.</b> Partes de un bastón modificado. ....	163
<b>Figura 58.</b> A. Caminador simple, B. Caminador con ruedas delanteras, C. Caminador con cuatro ruedas y frenos en las delanteras... ..	165
<b>Figura 59.</b> Partes de un caminador... ..	166
<b>Figura 60.</b> Prescripción del caminador en el paciente.....	167
<b>Figura 61.</b> A. Silla de ruedas convencional, B. Silla de ruedas .....	168
<b>Figura 62.</b> Partes de una silla de ruedas convencional .....	170
<b>Figura 63.</b> Medidas del Paciente .....	171
<b>Figura 64.</b> Medidas de la Silla.....	172
<b>Figura 65.</b> Dimensiones Recomendadas .....	172
<b>Figura 65.</b> Base de sustentación o polígono en miembros inferiores.....	174
<b>Figura 66.</b> Base de sustentación o polígono ampliado por el uso de bastón.....	174
<b>Figura 67.</b> Base de sustentación o polígono ampliado por el uso de las muletas....	176
<b>Figura 68.</b> Base de sustentación o polígono ampliado por el uso del caminador...	179
<b>Figura 69.</b> Evaluación de la marcha a través de Edinburgh Visual Gait .....	196
<b>Figura 70.</b> Modelo Plug-in-Gait .....	206
<b>Figura 71.</b> Análisis de la marcha tridimensional .....	207
<b>Figura 72.</b> Gait analysis – Available platforms for outcome assessment .....	210
<b>Figura 73.</b> Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.....	211

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Marcha cruzada con bastón unipodal.....	175
<b>Gráfica 2.</b> Marcha pendular (avance simultáneo) con apoyo bipodal .....	176
<b>Gráfica 3.</b> Marcha pendular (avance simultáneo) con apoyo unipodal .....	177
<b>Gráfica 4.</b> Marcha cruzada con muletas. ....	178
<b>Gráfica 5.</b> Marcha simultánea con muletas. ....	179
<b>Gráfica 6.</b> Marcha pendular (avance simultáneo) con apoyo unipodal.....	180
<b>Gráfica 7.</b> Marcha simultánea.....	181
<b>Gráfica 8.</b> Dimensión de la gross motor function measure .....	194
<b>Gráfica 9.</b> Functional Mobility Scale.....	201
<b>Gráfica 10.</b> Salford Gaint.....	202



**Distribución y Comercialización /  
Distribution and Marketing**

Universidad Santiago de Cali  
Publicaciones / Editorial USC

Bloque 7 - Piso 5

Calle 5 No. 62 - 00

Tel: (57+) (2+) 518 3000

Ext. 323 - 324 - 414

editor@usc.edu.co

publica@usc.edu.co

Cali, Valle del Cauca

Colombia

**Diagramación / Design & Layout by:**

Diana María Mosquera Taramuel

diditaramuel@hotmail.com

diagramacioneditorialusc@usc.edu.co

Cel. 3217563893

Este libro fue diagramado utilizando fuentes tipográficas Literata en sus respectivas variaciones a 11 puntos en el contenido y Open Sans para capitulares a 44 puntos.

Impreso en el mes de julio de 2021,  
se imprimieron 100 ejemplares en los  
Talleres de SAMAVA EDICIONES E.U.

Popayán - Colombia

Tel: (57+) (2) 8235737

2020

Fue publicado por la  
Facultad de Salud  
Universidad Santiago de Cali.



El estudio de la marcha humana no es una novedad, a lo largo de la historia han existido diversos personajes interesados en comprender este mecanismo que más allá del desplazamiento corporal, refleja caracteres tales como la personalidad, la cultura y las emociones entre otros aspectos. En este libro se presentan diferentes perspectivas de la marcha humana, empezando por los efectos que genera sobre la mente “darle pierna a las ideas”, se hace una reflexión sobre el cambio social en términos de distancias y exigencia física que redundan en el estado mental y emocional de los seres humanos. También se incluyó una perspectiva psicológica de la marcha expresada en términos del goce de caminar, que por un lado se identifican con algunos de los efectos que el caminar produce colocando el acento en la condición de salud, desde una mirada biopsicosocial. Y por otro lado interesa observar los afectos que inducen a un sujeto a “ponerse en marcha”. No podían dejarse por fuera, temas como la historia del análisis de la marcha, las generalidades de la marcha normal, la artro - cinemática, las ayudas técnicas empleadas para la marcha y finalmente se incluyó un capítulo que aborda los instrumentos y técnicas de evaluación de la marcha neurológica pediátrica.



ISBN: 978-958-5147-45-4

