

EVALUACIÓN DE LA MARCHA Y LA LOCOMOCIÓN

Evaluation of gait and locomotion

Diana Patricia Sánchez*

<https://orcid.org/0000-0003-2672-8481>

Leidy Tatiana Ordóñez Mora**

<https://orcid.org/0000-0001-8365-8155>

Resumen. Los procesos de locomoción y marcha permiten que el individuo pueda establecer relaciones con el espacio que lo rodea e interactuar dentro de este, por lo tanto, es un aspecto transversal dentro de los procesos valorativos. Metodología: Se efectuó una revisión documental usando como términos clave de búsqueda (DeCs): “Destreza motora”; “Equilibrio postural”; “Locomoción”; “Marcha”; “Postura”; “Sedestación”; “Transiciones”; “Tono muscular”. A partir del rastreo de literatura encontrada y la búsqueda en referencias bibliográficas disponibles se presenta la compilación de la información dando elementos para la exploración y el análisis de marcha a partir de los aspectos clínicos de esta, así como de la adopción de test y medidas. Resultados: La marcha debe valorarse desde un proceso multidimensional que

* Universidad Santiago de Cali

✉ diana.sanchez32@usc.edu.co

** Universidad Santiago de Cali

✉ leidy.ordonez01@usc.edu.co

Cita este capítulo

Sánchez DP, Ordóñez Mora LT. Evaluación de la marcha y la locomoción. En: Ordóñez Mora LT, Sánchez DP, editoras científicas. Evaluación de la función neuromuscular. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 253-273.

permita indicar cuales son las restricciones y desde que componente debe analizarse. **Discusión:** Existe una diversidad de test y análisis de la marcha que van a permitir la complementación clínica para así establecer cuáles pueden ser las principales restricciones durante la ejecución de la misma.

Palabras clave: destreza motora, equilibrio postural, locomoción, marcha, postura, sedestación, transiciones, tono muscular, DeCs.

Abstract. The processes of locomotion and gait allow the individual to establish relationships with the space that surrounds them and interact within it, therefore, it is a transversal aspect within the evaluative processes. **Methodology:** A documentary review was carried out using the DeCs as key search terms: "Motor skills"; "Postural balance"; "Locomotion"; "March"; "Position"; "Sedestation" "Transitions"; "Musculartone". Based on the search of the literature found and the search in available bibliographic references, the compilation of information is presented, giving elements for the exploration and analysis of gait from its clinical aspects, as well as the adoption of tests and measures. **Results:** The gait must be evaluated from a multidimensional process that allows to indicate which are the restrictions and from which component it must be analyzed. **Discussion:** There is a variety of tests and gait analysis that will allow clinical complementation in order to establish what the main restrictions may be during its execution.

Keywords: Motor dexterity, Postural balance, Locomotion, Gait, Posture, Sitting, Transitions, Muscle tone, DeCs.

El movimiento corporal humano se constituye de patrones motores complejos que requieren la interacción de todos los sistemas corporales y que a su vez se encuentran influenciados por agentes físicos, contextuales y emocionales que, en armonía, permiten el adecuado funcionamiento del ser humano en términos de salud y bienestar. Estos patrones motores incluyen la marcha, la locomoción y el balance como partes fundamentales del funcionamiento social, permitiendo el desplazamiento y el mantenimiento de posturas para llevar a cabo tareas importantes para la vida diaria; su exploración permite poner a la luz posibles deficiencias que afectan su nivel de independencia.

MARCHA

La marcha se define como la manera en que una persona camina o se desplaza con sus extremidades inferiores hacia el cumplimiento de una meta (1). Se caracteriza por el ritmo, el paso, la cadencia o el número de pasos en un minuto, la zancada y la velocidad. También puede ser definida como la locomoción en bípedo que incluye un tiempo de doble apoyo, seguido por un tiempo en el que el cuerpo está apoyado en una extremidad inferior, mientras la otra extremidad inferior se desplaza hacia adelante (1), requiere de dos componentes específicos que son la locomoción y el balance y para ello se hace necesaria la interacción ente los sistemas aferentes o sensoriales (visual, vestibular y propioceptivo), incluyendo los centros de procesamiento sensorial como lo son la medula espinal, el tronco encefálico, el cerebelo y los hemisferios cerebrales, de la mano con el sistema musculoesquelético para dar como respuesta final una acción motora voluntaria influenciada por el nivel de conciencia y los ajustes posturales inconsciente para dar estabilidad y control a las extremidades y al tronco (1,5).

El ciclo de la marcha se inicia en el momento en que el pie realiza contacto con el suelo y termina cuando el mismo pie realiza el siguiente contacto con el suelo como se ilustra en la imagen 9.1. De esta manera los principales componentes de la marcha son:

- *Fase de apoyo*: cuando un pie entra en contacto con el suelo.
- *Fase de balanceo*: cuando el pie pierde contacto con el suelo (1)

Imagen 9.1. Fases de apoyo y balanceo.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 9.1. Fases de la marcha.



Fuente: Tomado de Osorio (1)

La duración aproximada de cada una de las fases de la marcha es 60% para la fase de apoyo y 40% para la fase de balanceo (3)(4). La velocidad de la marcha se encuentra en relación con la fase de doble apoyo, ya que a menor velocidad de la marcha mayor tiempo de fase de apoyo.

La longitud del paso se define como la distancia lineal entre los puntos de contacto de un pie y el otro, mientras que la longitud de paso com-

pleta corresponde a la distancia lineal entre los contactos sucesivos del talón del mismo pie (I).

Imagen 9.2. Fase de doble apoyo.



Fuente: elaboración propia, 2019.

El doble apoyo se conoce como el momento en que ambos pies están en contacto con el suelo (ver imagen 9.2).

Tabla 9.1. Aspectos de la marcha humana.

Longitud de paso	<i>Distancia entre los puntos de contacto de un pie y el otro (depende de la estatura y es aproximadamente de 40 cm).</i>
Altura de paso	<i>Es la distancia que se eleva un pie sobre el suelo evitando el arrastre de los pies, debe ser aproximadamente de 5 cm, gracias al movimiento de los miembros inferiores.</i>
Amplitud de base	<i>La distancia que existe entre ambos pies en posición bípeda y equivale de 5-10 cm.</i>
Cadencia o ritmo del paso	<i>Es el número de pasos en un minuto y tiene estrecha relación con la estatura y está entre 90 y 120 pasos/minuto.</i>
Desplazamiento vertical y lateral	<i>Equivale a 5 cm cada uno.</i>

Movimiento articular	<i>En el tobillo ocurren entre los 20° de plantiflexión y 15° de dorsiflexión, la rodilla se mueve desde extensión completa a 60° de flexión durante la fase de balanceo, y la cadera se mueve entre los 30° de flexión y 15° de extensión.</i>
Velocidad	<i>Se aproxima a 1m/s, sin embargo puede variar en un rango entre 3-4 km/h, depende de la longitud de los miembros inferiores y la capacidad aeróbica.</i>

Fuente: elaboración propia, 2019.

Evaluación

La evaluación del movimiento corporal humano requiere una exhaustiva exploración de marcha, ya que esta permite identificar patrones motores coadyuvantes para la realización de actividades de la vida diaria y el desempeño social, teniendo en cuenta los factores contextuales de cada individuo (5)(3).

Durante la anamnesis se debe indagar sobre todos aquellos aspectos que pueden causar alteraciones del ciclo de la marcha, como lo son el uso de medicamentos, el uso de ayudas ortésicas, lentes y audífonos, la presencia de patologías existentes previas, sin olvidar la aparición de sintomatología en caso de que existieran como disminución de la fuerza, dolor, bloqueo articular, rigidez, mareos y temblores. El examen físico debe incluir la exploración del sistema musculoesquelético en el que se hace mayor énfasis en la columna vertebral y los miembros inferiores, el sistema neurológico en el que se involucran los pares craneales, las pruebas cerebelosas y algunos componentes motores como la fuerza, el tono y los reflejos osteotendinosos o patológicos, en el sensitivo la exploración de la sensibilidad superficial y profunda y dentro de la exploración mental se debe hacer hincapié en el estado de ánimo y en las habilidades cognitivas y emocionales que se encuentran estrechamente relacionadas con el patrón de marcha (4,8).

La exploración del equilibrio y la marcha cuenta con estrategias de evaluación tanto objetivas como subjetivas en las que se observa al usuario caminando con el objetivo de identificar y analizar los movimientos de las extremidades tanto inferiores como superiores y el

tronco, los puntos de apoyo, la base de sustentación, la simetría del paso, la cadencia y el uso o no de ayudas técnicas.

TEST Y MEDIDAS DE LA MARCHA

Las estrategias para la evaluación de la marcha son numerosas y favorecen la identificación de criterios cualitativos y cuantitativos, sin embargo las estrategias de evaluación cuantitativa son las más desarrolladas ya que son objetivas y permiten la identificación de alteraciones en pacientes con diversas patologías que posteriormente permitirán la toma de decisiones clínicas con la intención de dar solución a una situación en particular (4).

Tets de caminata de 10 metros (velocidad de marcha)

En este test se explica al usuario que debe recorrer una distancia de 10 metros en línea recta que estará señalizada en el inicio y el final, el terapeuta debe medir el tiempo en segundos que tarda el usuario en recorrer los 10 metros. El recorrido de menos de 1 m/s es predictor de riesgos en el adulto mayor (7). La velocidad de la marcha mayor a 0,8 m/s se correlaciona con una buena capacidad extradomiciliaria en usuarios que han sufrido accidentes cerebrovasculares (8).

Baropodometría

El baropodómetro eléctrico es un equipo que consta de una plataforma la cual incluye sensores digitalizados que miden la presión plantar y ayudan a los profesionales de la salud en la interpretación de la postura y el movimiento humano ya que permite medir la velocidad del paso en cada una de sus fases y realizar estudios posturales (9). Es una evaluación simple, rápida y de bajo costo operativo que forma parte de los protocolos clínicos y de investigación en fisioterapia. El baropodómetro permite evaluaciones semiestáticas y dinámicas, es considerado como una herramienta prometedora y poco investigada (10), además brinda información acerca de las cargas que soporta el pie en diferentes zonas, dependiendo de la cantidad y calidad de sensores que tenga la plataforma baropodométrica, se podrá afinar más la localización de sobrecargas (11) (ver imagen 9.3).

Imagen 9.3. Baropodometría.



De izquierda a derecha posicionamiento en el baropodómetro y a la derecha imagen resultante.

Laboratorio de marcha

Para evaluar parámetros espaciales y temporoespaciales se han desarrollado múltiples estrategias que van desde el papel y las tintas, los pasillos instrumentados hasta los sistemas de análisis a través de videografías que incluyen marcadores ubicados en el cuerpo para ser identificados por sistemas optoelectrónicos que pueden llegar a requerir acelerómetros y goniómetros (12). Para la obtención de datos cinéticos se utilizan plataformas de fuerza que contienen elementos piezoeléctricos para lo cual se necesitará calzado especial que permita medir fuerzas en diferentes partes del pie (13). Estas evaluaciones son complejas y requieren tiempo y entrenamiento por parte del personal a cargo de las pruebas. En algunos laboratorios sencillos se obtienen parámetros espaciales y temporales a través de la utilización de dinamómetros y el análisis visual sistemático, como se ilustra en la imagen 9.4. Para la evaluación de la cinética y la cinemática de la marcha, las estrategias más utilizadas son la dinamometría, la acelerometría, el ultrasonido, la goniometría digital y los sistemas de análisis en 2D y 3D (4)(14).

En la actualidad los métodos más utilizados son los que combinan plataformas dinamométricas para la evaluación de la cinética con técnicas de videogrametría para la evaluación de la cinemática, adicionalmente unidos a sistemas de registro de electromiografía magnética dinámica en campos clínicos, deportivos, de ergonomía, para la realización de calzados y ayudas técnicas (15).

Imagen 9.4. Laboratorio de marcha.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Test scale for the assessment and rating of Ataxia (SARA)

El SARA es una herramienta para evaluar la ataxia cerebelosa que identifica alteraciones en la marcha, que producen afectación en las actividades de la vida diaria (16). Está compuesta por ocho categorías con un puntaje acumulativo que va de 0 (sin ataxia) a 40 (ataxia más grave). Al completar la medida de resultado, cada categoría se evalúa y se califica en consecuencia. Las puntuaciones para los ocho ítems varían de la siguiente manera:

1. Marcha (0-8 puntos)
2. Postura (0-6 puntos)
3. Sentado (0-4 puntos)

4. Alteración del habla (0-6 puntos)
5. Persecución con los dedos (0-4 puntos)
6. Prueba dedo-nariz (0-4 puntos)
7. Movimiento rápido de la mano alterna (0-4 puntos)
8. Deslizamiento de talón-tibia (0-4 puntos)

Una vez que se ha evaluado cada una de las ocho categorías, se calcula el total para determinar la gravedad de la ataxia. Para las actividades motoras de las cuatro extremidades (ítems 5 y 8), las evaluaciones se realizan de forma bilateral y los valores medios se utilizan para obtener la puntuación total.

Sin embargo, no siempre se dispone de herramientas o estrategias útiles para evaluar la marcha debido a su alto valor económico, lo que no las hace menos efectivas; es por esto que en muchas ocasiones se hace uso clínico del *pasillo de marcha (observación)* en donde se utiliza el vídeo para grabación de la marcha, el cronómetro para tomar el tiempo, la cinta métrica para marcar la distancia a recorrer y las pisadas marcadas en el suelo con algún tipo de polvillo (ilustrado en las imágenes 9.5 y 9.6). Para asegurar una buena observación del patrón general de la marcha el terapeuta debe alejarse del *pasillo de marcha* y tener presentes todos los componentes generales que se pueden alterar:

- Sincronía y velocidad del movimiento de las extremidades.
- Problemas articulares evidentes.
- Ritmo de la marcha.
- Longitud de paso
- Posición de las extremidades durante el apoyo y el balanceo.
- Postura del cuerpo.
- Base de sustentación.
- Calidad de la pisada.
- Si es una marcha fácil o dificultosa.
- Pérdidas de equilibrio.
- Desplazamiento del centro de gravedad hacia anterior, posterior o lateral

Imagen 9.5. Pasillo de marcha.



Fuente: elaboración propia, 2019.

La observación de las articulaciones se realiza de manera caudo - cefálica:

- Se deben observar los movimientos del tobillo, el apoyo del pie en el suelo, el ruido del contacto de talón con el suelo. En caso de producirse choque del talón con el suelo puede ser causa de una inadecuada amortiguación.
- En las rodillas se deben observar los movimientos de flexión y extensión y también si existe presencia de pequeños desplazamientos laterales de la rótula cuando el pie entra en contacto con en el suelo. Los problemas en meniscos se caracterizan por varo de rodilla durante el apoyo del pie con el suelo.
- En la cadera se observará la flexión y extensión y los desplazamientos de la pelvis.
- Mientras se aleja el usuario durante la marcha se hace importante observar los movimientos de la columna vertebral (es normal un movimiento de "S" hacia un lado y otro).

Imagen 9.6. Pasillo de marcha.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Las pruebas de la marcha se caracterizan por mediciones en tiempo o distancia. De acuerdo a ello los resultados a obtener están dados en términos de distancias recorridas en un tiempo determinado o tiempo que tarda el usuario en recorrer una distancia, permitiendo el registro o la identificación de velocidad de la marcha y la cadencia. Por ejemplo, existen pruebas de marcha de 2, 6 o 12 minutos, o pruebas de 3 o 10 m. Estas pruebas están indicadas para medir la capacidad respiratoria global, la función preoperatoria y postoperatoria en usuarios con padecimientos ortopédicos, respiratorios o incluso la discapacidad global de la marcha.

Grabación de video

Durante la exploración de la marcha se puede realizar grabación en video con la intención de mejorar el tiempo de observación del fisioterapeuta, que posteriormente podrá ver repetidamente en el video la acción a menor velocidad o congelar momentos específicos y así analizar e interpretar detenidamente las fases de la marcha. En este sentido el usuario no se sentirá observado durante mucho tiempo y no realizará múltiples repeticiones lo que puede causar cansancio o fatiga en edades avanzadas o en situaciones de desacondicionamiento físico; adicionalmente el usuario podrá también ver la grabación de su marcha y tomar conciencia de las alteraciones que ésta presenta.

El usuario debe tener conocimiento acerca de la grabación en video de su marcha con fines clínicos, para lo cual se requiere firma del consentimiento informado por parte del usuario o por su cuidador. Del mismo modo se debe evitar que el usuario fije su mirada en las cámaras de video, ya que esto podría modificar el patrón de marcha.

Por otro lado en pediatría se reporta el uso de escalas o test de observación de marcha que requieren grabaciones por video como la Observational Gait Scale (OGS), Salford Gait Tool, Edinburgh Visual Gait Score y el Observational gait analysis (17), al igual que escalas de marcha que requieren el uso de papel y lápiz.

Índice de marcha dinámica (DGI): Este test evalúa la capacidad para cambiar la marcha en respuesta a los cambios en las demandas de ciertas tareas. Consta de ocho actividades que implican caminar en diferentes contextos, incluyendo superficie plana, cambios en la velocidad de la marcha, movimientos horizontales y verticales de la cabeza, saltar obstáculos, giro sobre su propio eje corporal y subir y bajar escaleras (18).

Functional Mobility Scale (FMS): Es una escala indicada para valorar los cambios en la función motora del niño después de la cirugía ortopédica, además de evaluar la marcha en niños con parálisis cerebral que frecuentemente utilizan diferentes niveles de asistencia. Valora la habilidad del niño para caminar en tres ambientes diferentes, hogar (5m), escuela (50m) y comunidad (500m) y clasifica en seis gra-

dos el nivel de asistencia requerido (19) como el GMFCS (Gross Motor Function Classification System).

Actualmente se utilizan también pruebas de marcha y circuitos con obstáculos como el Standardized Walking Obstacle Course, Timed Obstacle Ambulation Test, al igual que la prueba de subir y bajar escaleras cronometradas Timed Up and Down Stairs test.

LOCOMOCIÓN

La locomoción definida como la habilidad para cambiar de posición el cuerpo incluye rolados, decúbitos a sedente - decúbitos, sedente - bípedo - sedente y depende del mecanismo central de control muscular que produce reacciones posturales dinámicas contra la gravedad guiadas por la orientación cefálica y el tronco en pro de la alineación postural (5). Este mecanismo está compuesto por el tono muscular, las reacciones de enderezamiento y equilibrio y la adaptación muscular automática al movimiento.

Los patrones básicos de locomoción también reciben el nombre de destrezas simples que se pueden clasificar en actividades manipulativas y en actividades locomotoras propiamente dichas (20). En este sentido las actividades locomotoras sirven para desplazar el cuerpo en el espacio y dependen de los planos y ejes en los que se produzca el movimiento, del proceso de desarrollo psicomotor y de la influencias del aprendizaje de patrones motores. Los patrones básicos de locomoción son: caminar, saltar, correr, galopar, y las actividades manipulativas, como su nombre lo dice, permiten la manipulación o el transporte de objetos como, por ejemplo: lanzar, patear, atrapar, rebotar. Muchos individuos no alcanzan el nivel de maduración de dichos patrones y deben someterse a procesos de estimulación en etapas tempranas del desarrollo en donde juegan un papel importante la instrucción, el ambiente, la repetición y la práctica, al igual que el refuerzo positivo para alcanzar la tarea (21,22).

Gallaue y Ozmun (23) sugieren tres etapas secuenciales del desarrollo de los patrones básicos de movimiento que son las fases inicial, elemental y madura que fueron descritas en el capítulo de desarrollo neuromotor y procesamiento sensorial. En la tabla 9.2 se presentan las definiciones de cada uno de los patrones básicos del movimiento.

Tabla 9.2. Definiciones de los patrones básicos de movimiento.

PATRONES LOCOMOTORES	
Correr	<i>Desplazarse de un lugar a otro colocando un pie frente al otro de forma cíclica a alta velocidad, perdiendo el contacto con la superficie durante un periodo corto de tiempo. Se puede describir como una forma exagerada de caminar.</i>
Galopar	<i>Implica desplazarse de un lugar a otro, dando pasos de forma cíclica, manteniendo siempre un mismo pie al frente (pie líder) y el otro (pie rezagado) atrás. Existe un lapso corto donde ambos pies pierden contacto con la superficie.</i>
Brincar	<i>Implica desplazarse de un lugar a otro con sólo un pie de apoyo, mientras el otro está en el aire en todo momento. Se despega y se cae sobre el mismo pie.</i>
Saltar a distancia	<i>Implica la acción de despegar ambos pies del suelo y aterrizar en los dos pies al mismo tiempo, desplazándose de un lugar a otro.</i>
Deslizamiento lateral	<i>Implica desplazarse de un lugar a otro, manteniendo siempre un mismo pie líder y el otro rezagado, en un movimiento lateral. Existe un lapso corto donde ambos pies pierden contacto con la superficie.</i>
PATRONES MANIPULATIVOS	
Rebotar	<i>Es la acción de impulsar una bola con la mano hacia el suelo y recibirla de forma controlada para volverla a impulsar.</i>
Lanzar por encima del hombro	<i>Es la aplicación de fuerza a un objeto con una mano, impulsando el movimiento por encima del hombro y proyectando el objeto en una dirección determinada.</i>
Atrapar	<i>Implica recibir y controlar un objeto con ambas manos.</i>
Patear	<i>Es la acción de golpear o impulsar un objeto con el pie.</i>
Batear	<i>Implica golpear una bola con un bate, realizando un balanceo con este para impulsar la bola (estacionaria) con la mayor fuerza posible.</i>

Fuente: Gallaue y Ozmun (23).

Habilidad motriz: son aquellos actos motores que se llevan a cabo de forma natural y que, según Guthrie citado por Contreras, constituyen “una capacidad adquirida por aprendizaje que produce resultados con la mayor certeza y frecuentemente con el mínimo de energía y tiempo”.

Ejemplos de habilidad motriz: marchar, correr, girar, saltar, lanzar, recepcionar.

Destreza motora: es parte de la habilidad motriz, pero constituye un concepto más generalizado haciendo referencia a aquellas actividades motrices que precisan manipulación de objetos.

La evaluación de la locomoción consiste en observar los cambios de posición del cuerpo de manera activa, y cómo la realización y mantenimiento de estos cambios de posición brindan funcionalidad e independencia al usuario al igual que se deben detallar la manera y las ayudas necesarias para lograr pasar de una posición a otra.

En términos generales se debe solicitar el cambio de posición y el mantenimiento del mismo y se registra el nivel de esfuerzo, la influencia del tono muscular, la disociación de los cinturones escapular y pélvico, el uso de ayudas (técnicas, verbales o de contacto) o asistencias pudiéndola clasificar en:

Independiente: Adopta y mantiene las posiciones solicitadas

Semiindependiente: Requiere ayuda parcial para adoptar y mantener posiciones.

Dependiente: Sin ayuda o asistencia no es capaz de realizar cambios de posición.

Existen varias baterías validadas para evaluar el desempeño motor en niños con desarrollo típico o con discapacidad. Una de estas herramientas es la Batería de evaluación de desarrollo motor en su segunda versión (TGMD-2) que ha sido una de las herramientas más utilizada para evaluar el estado y el desarrollo de las habilidades motoras fundamentales en niños (24-27).

El TGMD-2 es reconocido como una herramienta válida para identificar retrasos motores en niños entre 3 y 10 años con desarrollo típico (28,29). En niños con discapacidad, la TGMD-2 se puede aplicar en grupos mayores de 10 años (26, 27, 30, 31).

La TGMD-2 está compuesta por 12 habilidades motoras fundamentales que contiene dos subpruebas: habilidades de locomoción (correr, galope, salto con un pie, salto, salto horizontal y desplazamiento lateral) y control de objetos (golpear, rebotar, agarrar, patear, lanzar y ro-

dar) (28). La suma de las puntuaciones de las seis habilidades en cada subprueba se denomina puntuación bruta y varía de 0 a 48 para cada una. La puntuación más alta indica mayor competencia y desarrollo. La suma de las puntuaciones de las dos subpruebas da como resultado el cociente motor general, que puede llegar a 96.

En TGMD-2, además de la suma de las puntuaciones de las seis habilidades en cada subprueba, se puede utilizar la clasificación percentil, basada en la edad y el sexo del niño. Los puntajes altos en habilidad y la posición alta en la clasificación de percentiles indican que los niños cumplen con los criterios de desempeño y son competentes en el aspecto motor.

El uso y aplicación de otros test y medidas específicas de evaluación de los patrones de locomoción se describen al inicio de este capítulo y en los capítulos de función motora, actividades de la vida diaria y ayudas técnicas.

CONSIDERACIONES FINALES

El objeto de estudio de la fisioterapia es el movimiento corporal humano y es la marcha el último patrón en desarrollarse aumentando las posibilidades de desplazamiento. Está altamente influenciado por factores intrínsecos del ser humano al igual que por factores medioambientales. De acuerdo a esto su conservación guarda una estrecha relación con el nivel o grado de funcionamiento de los individuos y ello hace que las estrategias de evaluación cumplan con los criterios de rigor científico para la detección temprana de posibles alteraciones y la elección de una prueba estandarizada que no solo permita identificar la causa de la deficiencia sino el establecimiento de objetivos de intervención encaminados a los intereses individuales.

En conclusión la marcha y la locomoción comprenden una categoría de habilidades interrelacionadas que deben evaluarse en múltiples niveles para detectar indicaciones de participación (movilidad en el contexto social), actividad (capacidad para caminar) y función y estructura del cuerpo (equilibrio al caminar) ya que estos datos ayudan en la toma de decisiones clínicas (32).

APORTE DEL CAPÍTULO A LA FISIOTERAPIA

Durante esta revisión se compilan las diferentes herramientas de aplicación clínica con enfoque interdisciplinar que aportan a la fisioterapia una serie de estrategias de evaluación que incluyen test y pruebas específicas de exploración de la marcha y la locomoción fundamentalmente en procesos investigativos y con calidad científica que cuentan con niveles de validez y promueven el lenguaje universal en salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Osorio JH, Valencia MH. Bases para el entendimiento del proceso de la marcha humana. Archivos de Medicina. 2013;10.
2. Lorena Cerda A. Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. Revista Médica Clínica Las Condes. 1 de marzo de 2014;25(2):265-75.
3. González PM, Solorza EM. Evolución de la locomoción bípeda humana: el nivel socioeconómico como factor ambiental. :11.
4. Ingrid TG. Introducción al análisis de la marcha. Editorial Universidad del Rosario; 2013. 58 p.
5. Lesmes JD. Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano. Ed. Médica Panamericana; 2007. 372 p.
6. Ferrer JG, Gervilla OH, Deunosajut XO, Sánchez CP. La marcha del paciente con neuropatía. El Peu. 2015;36(3):50-7.
7. Amatachaya S, Naewla S, Srisim K, Arrayawichanon P, Siritaratiwat W. Concurrent validity of the 10-meter walk test as compared with the 6-minute walk test in patients with spinal cord injury at various levels of ability. Spinal Cord. abril de 2014;52(4):333-6.
8. Thaweewannakij T, Wilaichit S, Chuchot R, Yuenyong Y, Saengsuwan J, Siritaratiwat W, et al. Reference Values of Physical Performance in Thai Elderly People Who Are Functioning Well and Dwelling in the Community. Phys Ther. 1 de octubre de 2013;93(10):1312-20.
9. Rey Vidal P, Martínez Pérez C, Romero Mora S, Blas Dobón JA, García Moreno J. Estudio baropodométrico en pacientes tratados mediante artroplastia total de rodilla. Rey Vidal, P ; Martínez Pérez, C ; Rome-

- ro Mora, S ; Blas Dobón, JA ; García Moreno, J. Estudio baropodométrico en pacientes tratados mediante artroplastia total de rodilla En: Revista española de cirugía osteoarticular, 2016, Volume 51, Número 266: 65-72 [Internet]. 2016 [citado 13 de agosto de 2019]; Disponible en: <http://roderic.uv.es/handle/10550/55192>
10. Alves R, Borel WP, Rossi BP, Vicente EJD, Chagas PS de C, Felício DC, et al. Test-retest reliability of baropodometry in young asymptomatic individuals during semi static and dynamic analysis. *Fisioterapia em Movimento* [Internet]. 2018 [citado 13 de agosto de 2019];31. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-51502018000100210&lng=en&nrm=iso&tlng=en
 11. Teles JM, Sousa R da S, Sousa AM de, Gomes PXL, Santos-Júnior FFU. Baropodometria como um método de avaliação do equilíbrio em pacientes diabéticos: revisão sistemática. *Varia Scientia - Ciências da Saúde*. 9 de febrero de 2016;1(2):156-66.
 12. Sanchis-Sales E, Sancho-Bru JL, Roda-Sales A, Pascual-Huerta J. Análisis cinético y cinemático de las articulaciones del mediopié durante la marcha en sujetos sanos: consideraciones clínicas. *Revista Española de Podología*. 1 de julio de 2016;27(2):59-65.
 13. Barreto Andrade J, Villarroya-Aparicio A, Calero Morales S. Biomecánica de la marcha atlética. Análisis cinemático de su desarrollo y comparación con la marcha normal. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. junio de 2017;36(2):53-69.
 14. Villadóniga M, San Millán A, Cabañes-Martinez L, Avilés-Olmos I, del Alamo-De Pedro M, Regidor I. Análisis cuantitativo de la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson avanzada. *Revista de Neurología*. 2016;63(3):97-102.
 15. Medina González P. Evaluación de parámetros cinemáticos de marcha confortable y máxima en adultos mayores válidos chilenos. *Fisioterapia*. 1 de noviembre de 2016;38(6):286-94.
 16. Mantilla JIA. Instrumentos de evaluación fisioterapéutica en población adulta y pediátrica utilizadas en la práctica clínica. *Movimiento Científico*. 2018;12(2):13-22.
 17. Toro-Tamargo E, Pacha-Vicente D, Aguirre-Canyadell M, Meléndez-Plumed M. Resultados tras cirugía multinivel en pacientes afectados de parálisis cerebral. *Rehabilitación*. 1 de enero de 2016;50(1):19-23.

18. De Castro SM, Perracini MR, Ganança FF. Versão brasileira do Dynamic Gait Index. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. diciembre de 2006;72(6):817-25.
19. Uribe A, Fernández A, Vela G. Concordancia entre las escalas clínicas y los índices derivados del laboratorio de análisis del movimiento en el estudio de la marcha en niños con insuficiencia motora de origen central (IMOC). *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*. 1 de septiembre de 2018;32(3):191-6.
20. McClenaghan BA, Gallahue DL. *Movimientos fundamentales: su desarrollo y rehabilitación*. Ed. Médica Panamericana; 2001. 228 p.
21. Bucco-dos Santos L, Zubiaur-González M. Desarrollo de las habilidades motoras fundamentales en función del sexo y del índice de masa corporal en escolares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*. diciembre de 2013;13(2):63-72.
22. Haywood K, Getchell N. *Life Span Motor Development*. Human Kinetics; 2009. 410 p.
23. Gallahue DL, Ozmun J. *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. En 1994.
24. Catenassi FZ, Marques I, Bastos CB, Basso L, Ronque ERV, Gerage AM. Relação entre índice de massa corporal e habilidade motora grossa em crianças de quatro a seis anos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. agosto de 2007;13(4):227-30.
25. Hakimeh A, B A, Mohsen S, H K, S HH, V Z. The effect of traditional games in fundamental motor skill development in 7-9 year-old boys. 1 de enero de 2009;19(2):123-9.
26. Liu T. Gross Motor Performance by Children with Autism Spectrum Disorder and Typically Developing Children on TGMD-2. *J Child Adolesc Behav* [Internet]. 2014 [citado 8 de septiembre de 2020];02(01). Disponible en: <http://www.esciencecentral.org/journals/gross-motor-performance-by-children-with-autism-spectrum-disorder-and-typically-2375-4494.1000123.php?aid=22538>
27. Bisi MC, Pacini Panebianco G, Polman R, Stagni R. Objective assessment of movement competence in children using wearable sensors: An instrumented version of the TGMD-2 locomotor subtest. *Gait & Posture*. 1 de julio de 2017;56:42-8.

28. Ayán C, Cancela J, Sánchez-Lastra M, Carballo-Roales A, Domínguez-Meis F, Redondo-Gutiérrez L. Fiabilidad y Validez de la Batería TGMD-2 en Población Española. *Rev Iberoam Diagn Ev* [Internet]. enero de 2019 [citado 8 de septiembre de 2020];50(4). Disponible en: <http://www.aidep.org/sites/default/files/2019-01/RIDEP50-Art2.pdf>
29. Bandeira PFR, Duncan M, Pessoa ML, Soares Í, Silva L da, Mota J, et al. TGMD-2 Short Version: Evidence of Validity and Associations With Sex, Age, and BMI in Preschool Children. *Journal of Motor Learning and Development*. 28 de agosto de 2020;1(aop):1-16.
30. Yoon T-H, Mun Y-K, Lee J-S, Min S-K, Jee Y-S. Analysis for reliability and validity of gross motor function and health fitness tests for children with developmental disabilities. *J Exerc Rehabil*. 28 de octubre de 2019;15(5):667-75.
31. Ravenscroft J. *The Routledge Handbook of Visual Impairment: Social and Cultural Research*. Routledge; 2019. 943 p.
32. APTA (AMERICAN PHYSICAL THERAPY ASSOCIATION) [Internet]. APTA (American Physical Therapy Association). [citado 19 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://modeloaptaparafisioterapeutas.blogspot.com/2017/08/apta-american-physical-therapy.html>