

TEMA 9

ANALISIS KINÉSICO - FUNCIONAL DE LA MARCHA

9.1. Introducción

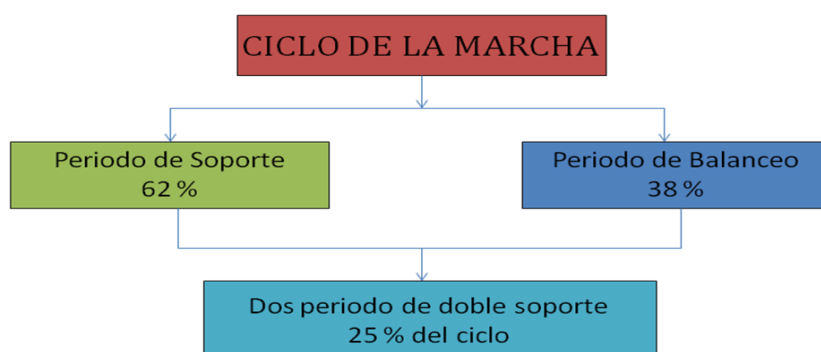
La marcha es definida como el paso bípedo que utilizan los seres humanos para desplazarse de un lugar a otro con un bajo esfuerzo y mínimo consumo energético. Requiere la integración compleja de diversos sistemas y compromete varios segmentos corporales. En consecuencia, las particularidades de la marcha de todo individuo están influenciadas por la postura por la posibilidad de movimiento que ofrece el sistema musculoesquelético y las relaciones funcionales de los demás sistemas corporales.

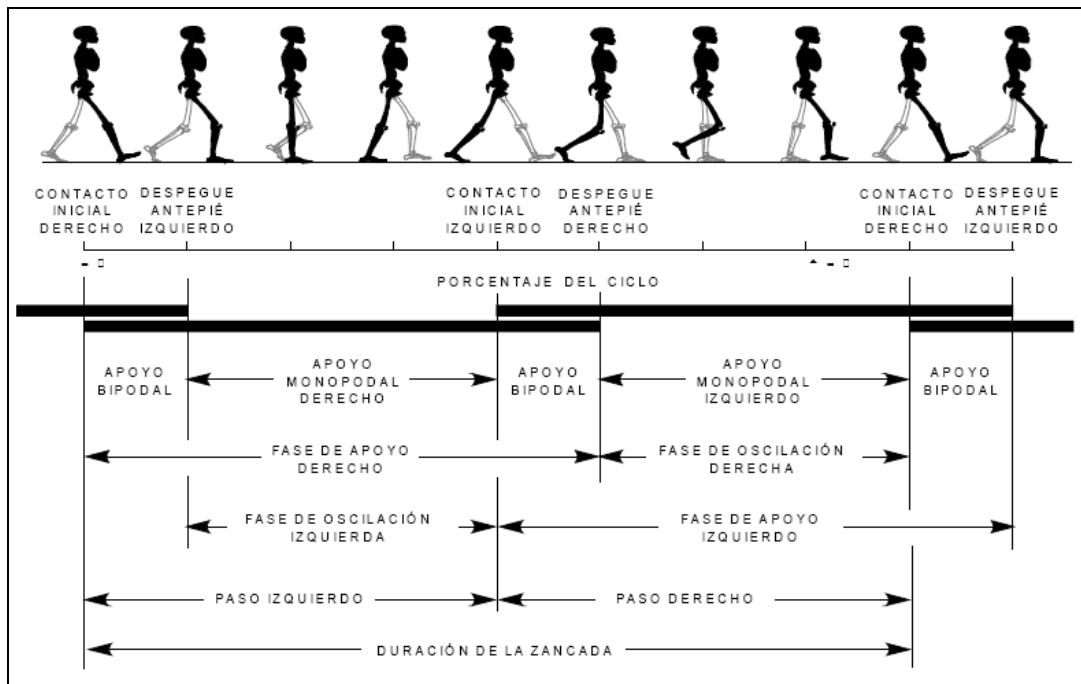
El estudio de la mecánica, su exploración y análisis, las limitaciones según su origen y la intervención terapéutica fueron siempre temas de discusión e investigación. La exploración de la marcha dentro del proceso de evaluación constituye una herramienta fundamental que revela las posibilidades motoras, la capacidad para llevar a cabo diferentes actividades cotidianas y sobre todo el nivel de interacción social dentro del marco de los factores contextuales de cada paciente.

9.2. Ciclo de la marcha

Dada la alta complejidad que se presenta para el análisis de la marcha, esta actividad se describe en términos temporales de periodos y fases. Un ciclo de la marcha se define como el periodo en el que se presentan acciones sucesivas, alternas y uniformes. Se utiliza el contacto inicial para su descripción inicio y de culminación.

Tradicionalmente, el ciclo de la marcha se ha dividido en dos periodos: de soporte y de balanceo. El primero se refiere al tiempo que transcurre mientras que el pie permanece en contacto con el piso, permite que la carga o el peso del cuerpo se transfiera de una extremidad a otra y se avance sobre el pie de soporte. El segundo es el tiempo durante el cual la extremidad inferior permanece en el aire y avanza hacia delante, el pie pierde contacto con el piso y se presenta una serie de mecanismos para ajustar la longitud de la extremidad inferior que avanza. Es fácil identificar que por un instante los dos pies se encuentran en contacto con el piso: este evento se denomina periodo de doble soporte y se presenta en dos ocasiones durante el ciclo de la marcha, al iniciar y al culminar la fase de soporte.


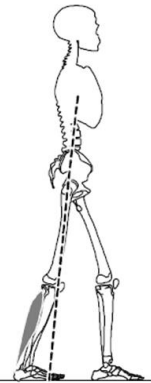
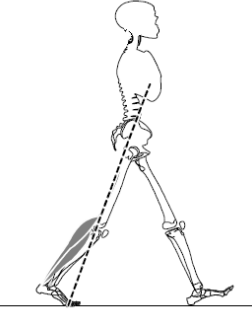




9.2.1. Fases del periodo de soporte

El ciclo de la marcha se describe en términos de ocho fases, en el cual el periodo de soporte comprende cinco fases y el balanceo los tres restantes. Entre las fases del periodo de soporte se encuentran:

FASES DEL PERIODO DE SOPORTE		
CONTACTO INICIAL		Es el instante en el cual el pie que se adelanta hace contacto con el piso. De este modo la extremidad cierra la cadena cinética, pues el pie constituye el punto fijo de soporte para que el resto del cuerpo comience a desplazarse hacia delante. Normalmente la región de impacto es el talón.
RESPUESTA A LA CARGA		Es el intervalo en el que el pie hace contacto total con el piso y el peso corporal es soportado completamente por la extremidad.

<i>SOPORTE MEDIO.</i>		Se inicia cuando la extremidad contra lateral pierde contacto con el piso y el peso corporal se transfiere a lo largo del pie hasta que se alinea con la cabeza de los metatarsianos.
<i>SOPORTE TERMINAL</i>		Una vez el peso corporal se encuentra alineado con la cabeza de los metatarsianos, el talón se levanta para desplazar el peso hacia los dedos y se transfiere la carga al pie contra lateral, el cual entra en contacto con el piso. Este intervalo se le conoce como soporte terminal.
<i>PREBALANCEO</i>		Es la fase de transición entre el periodo de soporte y el periodo de balanceo. Se inicia cuando el pie contra lateral entra en contacto con el piso y termina cuando el pie ipsilateral (dedos) despegue el piso.

DURACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL PERIODO DE SOPORTE

Contacto inicial	0 %
Respuesta a la carga	10 %
Soporte medio	20 %
Soporte terminal	20 %
Pre balanceo	12 %
TOTAL	62 % DEL CICLO DE LA MARCHA

9.2.2. Fases del periodo de balanceo

El periodo de balanceo comprende tres fases diferentes: balanceo inicial, medio y terminal. A continuación, se define cada una de ellas:

FASES DEL PERIODO DE SOPORTE		
<i>BALANCEO INICIAL (Aceleración)</i>		Comienza cuando los dedos del pie abandonan el piso y termina cuando la rodilla alcanza la flexión máxima durante la marcha (60°), el muslo se encuentra directamente debajo del cuerpo y paralelo a la extremidad inferior contra lateral que, en este instante soporta el peso corporal.
<i>BALANCEO MEDIO</i>		Se inicia con la flexión máxima de la rodilla y culmina cuando la tibia se dispone en posición perpendicular con el piso, es decir se orienta verticalmente.
<i>BALANCEO TERMINAL (Desaceleración)</i>		Se inicia en la posición vertical de la tibia, continua a medida que la rodilla se extiende completamente y termina cuando el talón hace contacto con el piso. (Contacto inicial).

DURACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL PERIODO DE BALANCEO

Balanceo inicial	13 %
Balanceo medio	10 %
Balanceo terminal	15 %
TOTAL	38 % DEL CICLO DE LA MARCHA

9.3. Parámetros temporales y espaciales

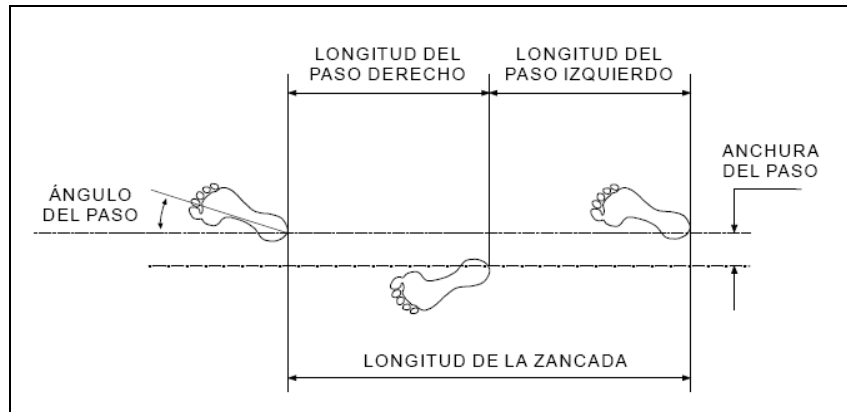
El examen de la marcha debe permitir la cuantificación de parámetros temporales y espaciales que proporciona una descripción básica. Sus resultados facilitan la relación con los datos obtenidos durante el proceso de evaluación del movimiento corporal humano y la identificación de deficiencias corporales que inciden en la marcha y de limitaciones en esta actividad.

Las asimetrías encontradas en las variables de tiempo y distancia facilitan el diagnóstico, la fijación de objetivos y la planificación del proyecto terapéutico. Las deficiencias funcionales en la movilidad articular, la debilidad muscular, el dolor y la fatiga, así como las deficiencias estructurales del sistema músculo esquelético, las deformidades articulares, las desigualdades en la longitud de las extremidades inferiores, las amputaciones y los diversos tipos de limitaciones en la marcha son algunos de los factores que alteran significativamente los parámetros temporales y espaciales.

Entre los parámetros temporales y los parámetros espaciales que pueden valorarse con relativa facilidad en el examen por observación son los siguientes:

PARAMETROS TEMPORALES	
<i>CICLO DE LA MARCHA</i>	Es el lapso de tiempo en el que transcurren dos eventos idénticos sucesivos del mismo pie. Generalmente se selecciona el contacto inicial para su descripción de inicio y culminación.
<i>PERIODO DE PASO</i>	Referido al intervalo de tiempo entre el contacto inicial de un pie y el mismo evento del pie contra lateral.
<i>PERIODO DE SOPORTE</i>	Es el tiempo que pasa entre el instante en que el pie hace contacto con el piso (talón) hasta el momento del despegue de los dedos del mismo.
<i>PERIODO DE BALANCEO</i>	Es el tiempo transcurrido entre el instante del despegue de los dedos del pie que pierden por completo la relación con el piso hasta el punto del contacto del talón con el suelo.
<i>FRECUENCIA O CADENCIA</i>	Este parámetro hace referencia a número de pasos por unidad de tiempo, que generalmente se fija en un minuto. Normalmente se encuentra entre los 90 a 140 pasos por minuto.
<i>VELOCIDAD</i>	Es la relación de la distancia recorrida en la dirección de la marcha por unidad de tiempo ($V=D/T$) y se expresa en m/s.
<i>ACELERACIÓN</i>	Es el cambio en la velocidad ($A=V_2-V_1 / (T_2-T_1)$) y se expresa en m (m/s^2).

PARAMETROS ESPACIALES	
<i>LONGITUD DE PASO LARGO</i>	Es la distancia lineal en metros entre dos eventos iguales y sucesivos de la misma extremidad. Generalmente, para su medición se selecciona el contacto inicial de una extremidad hasta el próximo contacto inicial de la misma extremidad
<i>LONGITUD DE PASO CORTO</i>	Es la distancia lineal en metros desde un evento específico que generalmente es el contacto inicial de una extremidad hasta el mismo evento de la extremidad opuesta.
<i>ANCHO DE PASO</i>	Esta dado por la distancia lineal en centímetros entre dos puntos iguales de los pies (por ejemplo los talones).
<i>ÁNGULO DE PASO</i>	Se refiere a la orientación del pie durante el apoyo. El eje longitudinal de cada pie forma un ángulo con la línea de progresión que normalmente está entre los 5° u 8°.



9.4. Tareas funcionales de la marcha

Para facilitar el estudio y el examen de la marcha, muchos autores la han descrito en términos de tareas funcionales. El estudio de estas tareas funcionales facilita el diagnóstico de la marcha, el pronóstico y el plan terapéutico con énfasis en la recuperación de las tareas más comprometidas.

Según Daza Lesmes estas tareas funcionales son los siguientes:

- A. **ACEPTACIÓN DEL PESO:** coincide con las dos primeras fases del periodo de soporte, el contacto inicial y la respuesta a la carga en las que el peso corporal se transfiere de una extremidad a otra, de tal forma que la extremidad receptora de la carga pasa de una cadena cinética abierta a una cerrada. Esto garantiza la amortiguación de la carga y la estabilidad para prevenir el colapso articular y con él la pérdida del equilibrio. De esta manera se asegura la libre continuidad y la progresividad de la marcha.
- B. **EL SOPORTE EN UNA SOLA EXTREMIDAD:** Se relaciona con las fases de soporte medio y soporte terminal. En este caso el peso de soporte recae totalmente en la extremidad de apoyo que demanda gran estabilidad, mientras la extremidad contra lateral se encuentra en balanceo.
- C. **AVANCE DE LA EXTREMIDAD:** Esta asociada a las cuatro fases restantes, pre balanceo y balanceo inicial, medio y terminal. Esta tarea funcional garantiza que el pie despegue el piso y la extremidad, así como el tronco avancen hacia adelante. Comprende dos momentos cruciales uno de aceleración en la primera fase y otro de desaceleración al final de la de la segunda parte como preparación al siguiente contacto inicial para que no sea tan brusco.

9.5. Desplazamiento del centro de gravedad

Aunque la ubicación del centro de la gravedad varía en cada persona de acuerdo con sus características antropométricas se calcula que en el adulto se encuentra localizado por delante de la primera o segunda vértebra sacra.

Dada la continuidad de los movimientos asociados que se presentan durante la marcha, el centro de gravedad además de seguir la progresión de la misma sufre desplazamientos alternados de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo, lo cual garantiza que caiga directamente sobre la base de soporte o el área del pie de apoyo de acuerdo con la fase en la que se encuentre.

Estos desplazamientos verticales y horizontales del centro de gravedad según Daza Lesmes se relacionan directamente con el consumo de energía de la persona, en otras palabras, si el centro de gravedad presenta desplazamientos exagerados y bruscos ya sea en sentido vertical, horizontal o en ambos más allá de la excursión máxima normal que es en promedio de 3 a 5 centímetros, esto ocasiona un incremento proporcional del gasto energético.

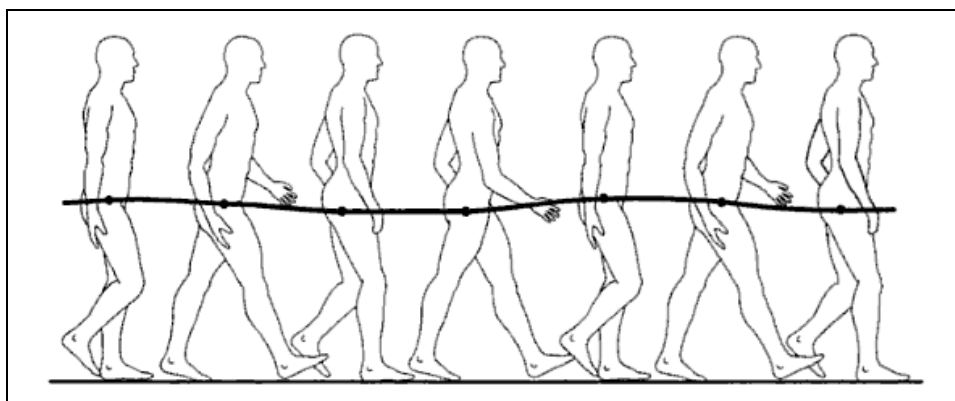


Figura 4: Desplazamiento vertical del centro de gravedad

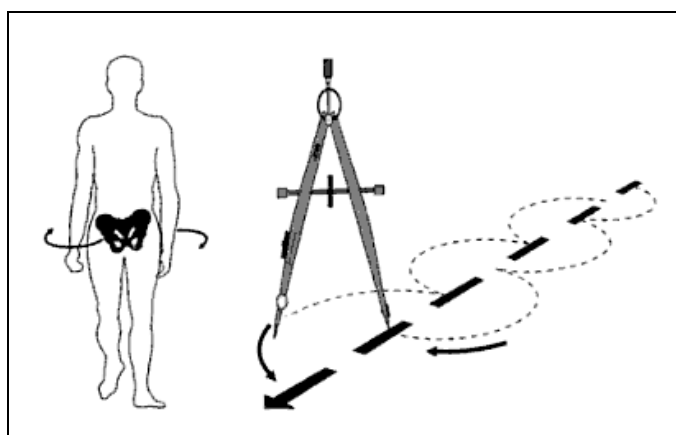


Figura 9: Rotación pélvica en el plano horizontal

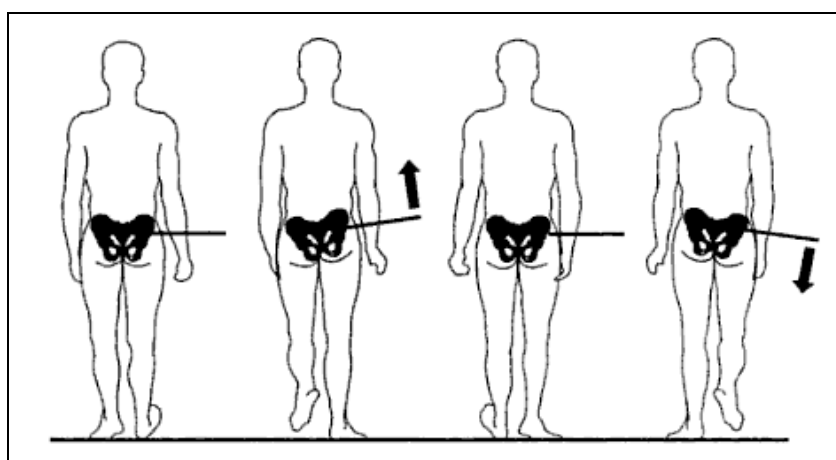


Figura 10: Movimiento de la pelvis en el plano frontal

9.6. Mecanismos de mecedora

PERRY señala tres mecanismos de mecedora los cuales facilitan la obtención de información valiosa durante el examen y la limitación en la actividad que puede existir e identificarse durante la marcha.

- El primer mecanismo de mecedora es el talón que se encuentra presente durante el contacto inicial, cuando comienza la transferencia de peso corporal de una extremidad a otra. La tuberosidad del calcáneo durante un instante sirve de fulcro o eje para que el pie y la pierna se muevan hacia delante.
- El segundo mecanismo de mecedora es el tobillo una vez que el pie se apoya completamente en el piso. El eje mecánico del complejo articular del tobillo permite el desplazamiento corporal hacia delante. Corresponde con las fases de respuesta a la carga y soporte medio.
- El tercer mecanismo de mecedora es del antepié, presente durante el soporte terminal cuando el peso corporal se alinea con las cabezas de los metatarsianos, el talón se levanta y toma como eje a las articulaciones metatarso falángicas que aseguran la transferencia de peso hacia los dedos y a la otra extremidad.

9.7. Movimiento articular de las extremidades inferiores

En el estudio de la marcha, la movilidad articular se mide por diferentes métodos según la capacidad tecnológica con la que se cuente. Sin embargo, el análisis por observación se utiliza muy frecuentemente en el ámbito clínico por su bajo costo y la facilidad de ejecución, aunque suministra datos cuantitativos poco exactos.

A continuación, se presentan algunos cuadros con los grados de movimientos promedio alcanzadas por cada una de las articulaciones de las extremidades inferiores al final de cada fase de la marcha.

PERIODO DE SOPORTE					
ARTICULACIÓN	CONTACTO INICIAL	RESPUESTA A LA CARGA	SOPORTE MEDIO	SOPORTE TERMINAL	PREBALANCEO
CADERA	Flexión 30°	Flexión 30°	Flexión 10°	Extensión 10°	Neutro 0°
RODILLA	Neutro 0°	Flexión 15° a 20°	Flexión 5°	Neutro 0°	Flexión 30° a 40°
TOBILLO	Neutro 0°	Plantiflexión 10° a 15°	Dorsiflexión 5° a 8°	Dorsiflexión 10° a 12°	Plantiflexión 20°

Cuadro 7: Amplitudes articulares durante el periodo de soporte

PERIODO DE BALANCEO			
ARTICULACIÓN	BALANCEO INICIAL	BALANCEO MEDIO	BALANCEO TERMINAL
CADERA	Flexión 20°	Flexión 30°	Flexión 30°
RODILLA	Flexión 30° a 60°	Flexión 25° a 30°	Neutro 0°
TOBILLO	Plantiflexión 5° a 10°	Neutro 0°	Neutro 0°

Cuadro 30: Amplitudes articulares durante el periodo de balanceo

9.8. Cinética de la marcha

La cinética se ocupa de las fuerzas que generan el movimiento. En el estudio de la marcha se distinguen tanto fuerzas internas como externas, las primeras hacen referencia a la acción muscular y las restricciones óseas, capsulares y ligamentosas, mientras que las segundas consideran las fuerzas de gravedad, de inercia y de reacción del piso.

Las fuerzas internas y externas actúan sobre las articulaciones y generan torsiones o momentos. Un torque se refiere al efecto de giro, a la tendencia de rotación que sufre un cuerpo sujeto a un punto fijo en uno de sus extremos y con libertad de movimiento en otro que se produce por la acción de una fuerza.

En los apartados siguientes se presenta el análisis cinético de la marcha normal en el plano sagital mediante una serie de tablas que sintetizan estos elementos y los relaciona con el movimiento articular (cinemática) y la actividad muscular (cinética) generada para el control de los torques producidos por la fuerza de reacción del piso en cada fase de la marcha, todo esto se hace con el propósito de facilitar la comprensión y la relación conceptual descrita hasta ahora (ver cuadros desde la 8 a la 19).

A. FASE DE APOYO

FASE	ARTICULACIÓN Y POSICIÓN ARTICULAR	TORQUE GENERADO	ACCIÓN MUSCULAR	TIPO DE CONTRACCIÓN
CONTACTO INICIAL	Tobillo Neutro 0°	Plantiflexor	Dorsiflexores: Tibial anterior Extensor común de los dedos Extensor largo del primer dedo	Excéntrica: para mantener la posición neutra del tobillo y la articulación subastragalina. Corresponde con la mecedora del talón, los músculos Dorsiflexores traccionan la tibia hacia delante
	Rodilla Neutro 0°	Extensor	Cuadriceps e isquiotibiales	Al inicio, el cuádriceps y los isquiotibiales mediante contracción concéntrica y excéntrica respectivamente, las cuales provienen de la fase anterior y sirven para estabilizar y preservar la posición neutra de la rodilla, pero posteriormente el torque extensor es pasivo, la rodilla se bloquea sola sin la acción muscular para su control.
	Cadera Flexión 30°	Flexor (alta intensidad)	Extensores de cadera: Glúteo mayor e Isquiotibiales.	Excéntrica, para restringir el torque flexor.
RESPUESTA A LA CARGA	Tobillo Plantiflexión 10° a 15°	Plantiflexor	Dorsiflexores: Tibial anterior Extensor común de los dedos Extensor largo del primer dedo	Excéntrica: para amortiguar la fuerza de impacto de la carga corporal y preservar la progresión de la marcha a medida que los músculos Dorsiflexores siguen con la tracción de la tibia hacia delante mientras el pie permanece apoyado contra el piso. Mecedora del tobillo

	Rodilla Flexión 15° a 20°	Flexor	Cuádriceps	Excéntrica para prevenir el colapso de la rodilla, aunque la flexión de la articulación amortigua el impacto y es un mecanismo determinante para el control del centro de masa, los cuádriceps toman el control sobre el grado de flexión. Así mismo colabora en el avance del fémur en sincronía con la tibia.
	Cadera Flexión 30°	Flexor (alta intensidad)	Extensores de cadera: Glúteo mayor e isquiotibiales.	Excéntrica, lo que promueve un movimiento de toda la extremidad inferior para amortiguar el impacto de la carga, además los isquiotibiales previenen la ante versión pélvica y la flexión del tronco.
SOPORTE MEDIO	Tobillo Dorsiflexión 5° a 8°	Dorsiflexor	Plantiflexores: Gemelos y soleo	Excéntrica, controla el torque y previene el colapso a medida que el pie permanece apoyado (mecedora del tobillo), mientras la tibia y el fémur avanzan hacia delante. Son fundamentales para la estabilidad de la extremidad inferior, en el momento crucial cuando el pie contra lateral pierde contacto con el piso.
	Rodilla Flexión 5°	Extensor	Al inicio el cuádriceps pero disminuye su acción totalmente al final de la fase	Excéntrica al inicio, pero desvanece su acción rápidamente, debido a la pérdida de contacto con el peso del pie contra lateral lo que genera un fuerte momento extensor de la rodilla de la extremidad de soporte, sin necesidad de la acción muscular. Por lo tanto, se genera una estabilidad pasiva suficiente para preservar la posición.
	Cadera Flexión 10°	Extensor	Al comienzo los extensores, pero al final de la fase no hay participación muscular	Control pasivo por ubicación posterior del vector de la fuerza de reacción del piso. El glúteo mayor se encuentra activo como abductor de cadera.
SOPORTE TERMINAL	Tobillo Dorsiflexión 10° a 12°	Dorsiflexor (alta intensidad)	Plantiflexores: Gemelos y soleo	Concéntrica para el control del avance de la tibia hacia delante para producir la elevación del talón (mecedora del antepié). Por lo tanto, la estabilidad de la tibia sobre la rodilla depende de la alta actividad de los plantiflexores.
	Rodilla Flexión 0°	Extensor (baja intensidad)	No hay actividad muscular	La estabilidad de la articulación se da de forma pasiva.
	Cadera Flexión 10°	Extensor (alta intensidad)	Flexores de cadera: psoas mayor, iliaco y tensor de la fascia lata	Excéntrica para el control del torque extensor.
PRE BALANCEO	Tobillo Plantiflexión 20°	Dorsiflexor	Plantiflexores: Gemelos y soleo	Al comienzo es concéntrica, pero la actividad muscular disminuye hasta anularse cuando los dedos pierden el contacto con el piso.

	Rodilla Flexión 30° - 40°	Flexor	Cuádriceps	Inicialmente, la flexión de la rodilla es controlada por acción excéntrica de los cuádriceps, pero después es pasiva debido a que el peso es transferido a los dedos ipsilateral y a la extremidad contra lateral.
	Cadera Neutro 0°	Flexor	Flexores de cadera: aductor medio y mayor, recto anterior, sartorio, psoas mayor e iliaco.	Concéntrica. Además, la actividad de los flexores se favorece por el mismo torque generado.

B. FASE DE BALANCEO

FASE	ARTICULACIÓN Y POSICIÓN ARTICULAR	TORQUE GENERADO	ACCIÓN MUSCULAR	TIPO DE CONTRACCIÓN
BALANCEO INICIAL	Tobillo Plantiflexión 5° a 10°	Dorsiflexor	Dorsiflexores: Tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor largo del primer dedo.	La acción concéntrica de este grupo muscular inicia la Dorsiflexión, la cual levanta el pie y en sincronía con la flexión de cadera y rodilla previene su arrastre.
	Rodilla Flexión 50° a 60°	Flexor	Porción corta del bíceps crural, sartorio y recto interno del muslo	El momento flexor de cadera generado por estos músculos favorece la flexión de rodilla y con ello la separación del pie y el avance de la extremidad inferior.
	Cadera Flexión 20°	Flexor	Flexores de cadera: Psoas mayor, iliaco, sartorio, recto interno, recto anterior, aductor mediano y mayor.	La acción concéntrica de estos músculos promueve la aceleración angular en sentido de la flexión de las articulaciones de la cadera y la rodilla.
BALANCEO MEDIO	Tobillo Neutro 0°	Dorsiflexor	Dorsiflexores: Tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor largo del primer dedo.	Concéntrica para continuar el levantamiento del pie y alcanzar la posición neutra.
	Rodilla Flexión 30°	Extensor	Isquiotibiales	Inicialmente es un evento pasivo generado por la rápida aceleración de la extremidad en la primera fase de balanceo, al final comienzan a actuar de forma excéntrica para desacelerar la extensión de rodilla.
	Cadera Flexión 30°	Flexor	Psoas mayor, e iliaco	Concéntrica, para continuar la flexión de la cadera, al final disminuye su actividad hasta anularla.
BALANCEO TERMINAL	Tobillo Neutro 0°	Dorsiflexor	Dorsiflexores: Tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor largo del primer dedo.	Isométrica para preservar la posición neutra y preparar el siguiente contacto inicial.
	Rodilla Neutro 0°	Extensor	Isquiotibiales y cuádriceps	La acción excéntrica de los isquiotibiales en la primera mitad de la fase desacelera la flexión de rodilla

				y favorece la estabilidad articular. En la segunda mitad, el cuádriceps se contrae concéntricamente para facilitar la extensión completa de la rodilla en acción sincrónica con la rotación pélvica para producir el alargamiento relativo de la extremidad inferior y preparar el próximo contacto inicial.
	Cadera Flexión 30°	Flexor	Isquiotibiales, glúteo mayor y aductor mayor	La acción excéntrica del grupo extensor desacelera la extremidad y controla la flexión de cadera como preparación para la siguiente fase.

9.9. Examen de la marcha

Debido a que en nuestro medio con frecuencia no se dispone de la tecnología para realizar el examen de la marcha a continuación se describen dos métodos de observación que permiten dentro de lo posible un completo análisis de la marcha con tecnología de bajo costo.

9.9.1. Análisis cualitativo y cuantitativo de la marcha

Para este análisis es necesario contar con los siguientes elementos:

- Marcadores
- Goniómetro
- Cronómetro
- Cinta métrica
- Regla flexible de 50 cm.
- Cuerda o pita de 16 m de longitud.
- Cinta adhesiva

El examen de la marcha se recomienda practicarlo en una sala amplia, iluminado con una temperatura agradable. Antes de comenzar con la prueba el fisioterapeuta prepara la ruta o el camino para el examen pegando dos líneas con una cinta adhesiva unos 8 metros aproximadamente. Luego el fisioterapeuta marca con un punto visible ciertos relieves óseos sobre la piel del usuario y a unirlos por medio de una línea recta. Entre esas referencias se tienen:

- En la vista anterior la horquilla y la apófisis xifoides del esternón, las articulaciones acromioclaviculares y las espinas ilíacas antero superiores.
- En la vista lateral se marcan en las extremidades superiores la cabeza y la apófisis estiloides del radio, el epicondilo del humero, y la articulación acromioclavicular. En las extremidades inferiores están el trocánter mayor, el centro lateral de la rodilla, dos centímetros por debajo del maléolo peroneo y la cabeza del quinto metatarsiano.
- En la vista posterior el explorador ubica y marca las apófisis espinosas de C7 y L5, las espinas ilíacas postero superiores y el acromion en ambos lados.

La prueba se divide en tres fases:

1. La primera es de orden cualitativo
2. La segunda es de orden cuantitativo
3. Conclusiones

PRIMERA FASE: Corresponde a la de orden cualitativo en la cual las principales herramientas son la observación la comparación que buscan reconocer y valorar los eventos fisiológicos de la marcha e identificar posibles deficiencias. En esta fase el explorador cuenta con la posibilidad de medir los parámetros temporales y espaciales de la marcha. Durante esta fase el terapeuta debe ubicarse de tal forma que pueda ubicarse de tal forma que pueda visualizar al paciente desde una vista anterior, posterior y lateral. En ocasiones tendrá que acompañar la marcha para facilitar el registro de algunos parámetros específicos.

En general los aspectos a tomar en cuenta en esta fase siguiendo un sentido cefalocaudal son:

- La la posición de la cabeza, el movimiento de la cintura escapular, la actitud del tronco y el balanceo de las extremidades superiores.
- La posición y el movimiento de descenso de la pelvis, así como la actitud y la actividad de las extremidades inferiores.
- Las contra rotaciones de la cintura escapular y pélvica
- Los rangos de movimientos de cada articulación durante las fases de los dos periodos de la marcha.
- La musculatura en cada una de las vistas (atrofias en segmentos localizados)
- Comprobación y descripción de las características de los mecanismos de control del centro de gravedad, las tareas funcionales de la marcha, las mecedoras y los demás aspectos descritos anteriormente.

SEGUNDA FASE: Permite medir los parámetros espaciales y temporales. Para realizar estas mediciones se tiene que introducir en un recipiente de vinilo los pies del paciente y luego se le pide que camine e este caso sobre una superficie de cartón o papel pegado al piso como lo hizo en la etapa cualitativa sin modificar la velocidad de la marcha. Luego el fisioterapeuta analiza la secuencia y la simetría del registro y selecciona un grupo de tres huellas enfrentadas y consecutivas que por lo general son las del medio. Finalmente realiza las mediciones correspondientes.

Posteriormente, el terapeuta realiza las mediciones de los parámetros temporales, para lo cual el explorados con el cronometro en mano se ubica en la parte central de la ruta y le pide al paciente que camine.

TERCERA FASE: Permite analizar, relacionar e interpretar los resultados obtenidos e las dos fases anteriores. La comparación de los datos cualitativos con los cuantitativos proporciona elementos de juicio que facilitan la inferencia de conclusiones ya sea en una condición de funcionamiento y de deficiencia.

9.9.2. Análisis de la marcha mediante videografía

Este método de observación con tecnología de bajo costo permite al fisioterapeuta un análisis más detallado del movimiento corporal humano en conjunto. Para el desarrollo de la prueba se necesita contar con algunos elementos:

- Video filmadora
- Computadora

- Hojas de acetatos
- Marcadores de diferentes colores
- Rollo de cinta autoadhesiva
- Goniómetro flexible
- Regla flexible

El análisis cualitativo cuantitativo de la marcha con esta técnica de videografía permite conocer en espacio y tiempo real las diferentes variables cinemáticas del movimiento de un segmento específico o de todo el conjunto mediante el estudio de imágenes convertidas e diagramas lineales seriadas.

Este método de análisis se puede dividir en cinco fases:

- La primera se refiere a la preparación en la que el fisioterapeuta y sus colaboradores disponen de los elementos necesarios para garantizar el desarrollo normal de la prueba.
- La segunda fase corresponde a la grabación de la marcha en los diferentes planos por lo menos en tres intentos.
- La tercera fase es la elaboración de las imágenes convertidas en diagramas consecutivos.
- La cuarta fase corresponde al análisis cualitativo y cuantitativo de la marcha.
- La quinta fase se define las conclusiones y recomendaciones a partir del análisis de los resultados.