



Desarrollo de soluciones de formación innovadoras en el campo de la evaluación funcional dirigidas en la actualización de los planes de estudio de las escuelas de ciencias de la salud



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0. It is allowed to download this work and share it with others, but you must give credit, and you can't change it in any way or use it commercially.

Módulo de Biomecánica de la Marcha

Unidad didáctica D: Análisis instrumentado de la marcha

D.3 ¿Cómo interpreto el informe de un análisis biomecánico instrumentado en un caso de patología de la marcha?

Actividad de refuerzo



Politechnika
Śląska



INSTITUTO DE
BIOMECÁNICA
DE VALENCIA



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

AMSE
THE ASSOCIATION OF
MEDICAL SCHOOLS IN EUROPE

Actividad 1: caso clínico

Se evaluó la cinemática de los miembros inferiores durante la marcha de un paciente después de sufrir un ictus y un sujeto control emparejados en edad, sexo, altura, longitud de los miembros inferiores y peso. El participante que sufrió el accidente cerebrovascular se midió tres veces (T1, T2, T3) durante la misma sesión. En cada tiempo de medición se realizaron tres repeticiones. En las curvas de movimiento podemos ver el desempeño del paciente en los tiempos 1, 2 y 3 (línea negra) y del sujeto sano (línea gris).

A partir de las imágenes, responda las preguntas que se plantean a continuación.

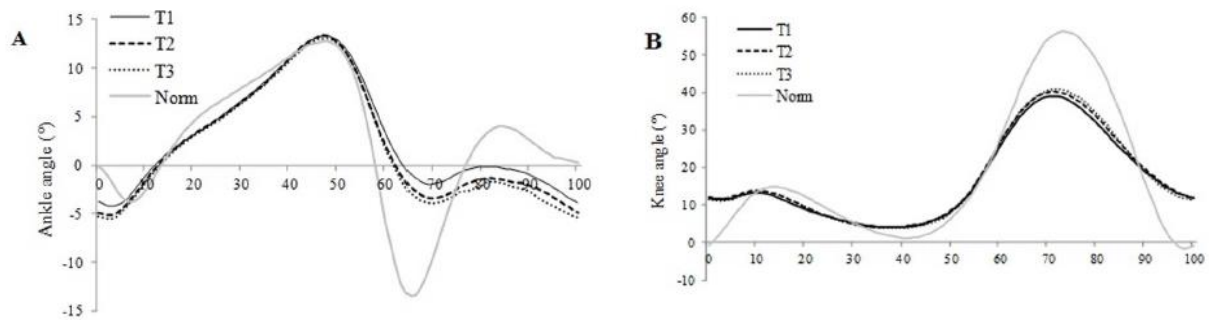


Figura 1: Evaluación cinemática del miembro inferior durante la marcha. Imágenes de Boudarham J. et al. 2013.

Responda las siguientes preguntas:

- 1) Indique a qué articulación corresponde la curva de movimiento del gráfico A y B.
- 2) En qué plano de movimiento y qué movimiento representa las curvas A y B?
- 3) Menciona qué características va a analizar de las curvas de movimiento.
- 4) ¿Qué marco de referencia utilizaría para explicar las alteraciones de la marcha representadas en las curvas de movimiento?
- 5) ¿Qué se puede observar cuando se desarrolla la fase de apoyo y qué repercusiones clínicas puede causar?
- 6) ¿Qué se puede observar cuando se desarrolla la fase de oscilación y qué repercusiones clínicas puede causar?
- 7) ¿Qué variables relacionadas o secundarias podría usted obtener de las curvas cinemáticas?
- 8) ¿Qué otras medidas biomecánicas pediría que se evaluaran en este paciente y por qué?

Actividad 2: caso clínico

Se evaluaron las fuerzas de reacción del suelo en un grupo de pacientes con reemplazo total de cadera y en sujetos sanos. Una de las complicaciones más frecuentes tras la cirugía de artroplastía es la asimetría entre la longitud de los miembros inferiores que se puede observar tras el tratamiento quirúrgico. Esto podría tener graves secuelas en el resto de articulaciones del miembro inferior ya que podría provocar inflamación articular y acabar provocando una nueva artrosis articular en otra zona o en la extremidad contralateral al lado operado.

En el gráfico de la izquierda puede ver las curvas que corresponden a: sujetos con un patrón normal, sujetos con reemplazo total de cadera y simetría de miembros inferiores (THR) y sujetos con reemplazo total de cadera y desigualdad de longitud de miembros (LLI). En el gráfico de la derecha, puede ver, además, las medidas separadas para el miembro no operado y el miembro operado.

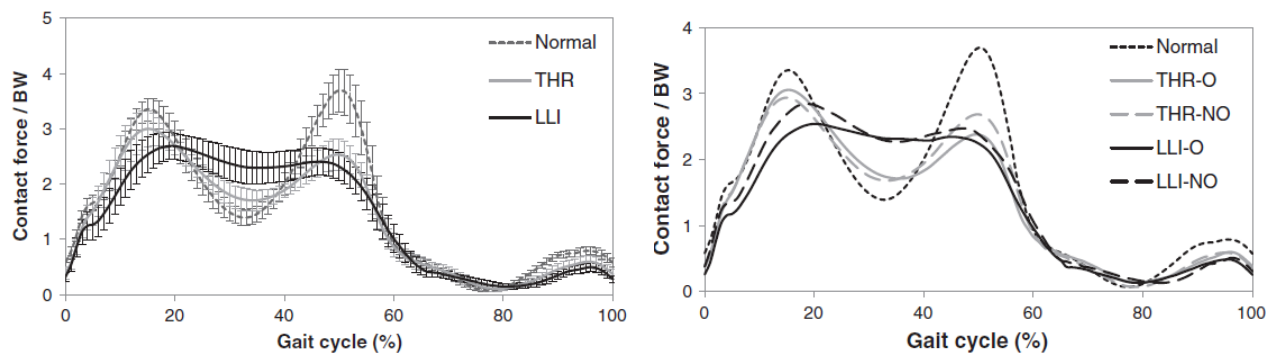


Figura 2: Evaluación de la fuerza de reacción del suelo durante la marcha. Imágenes de Li J. et al 2015.

Responda las siguientes preguntas:

- 1) ¿Qué componente o eje de la fuerza de reacción del suelo se representa en los gráficos y qué significa?
- 2) ¿Qué otros componentes de la fuerza se pueden analizar a partir de las fuerzas de reacción del suelo?
- 3) Mencione qué características va a analizar de las curvas cinéticas.
- 4) ¿Qué marco de referencia utilizaría para explicar las alteraciones de la marcha representadas en las curvas de fuerza de reacción del suelo?
- 5) ¿Qué se puede observar durante la acción desempeñada por los pacientes y qué podría estar provocándolo?
- 6) ¿Observa algo extraño en los gráficos que pudiese ser causado por la metodología de medición? ¿Qué podría ser?
- 7) ¿Qué variables relacionadas o secundarias podría obtener de las curvas de fuerza de reacción del suelo?
- 8) ¿Qué otras medidas biomecánicas pediría que se evaluaran en este paciente y por qué motivo?

Respuestas:**Caso clínico 1**

- 1) A, articulación del tobillo. B, articulación de la rodilla.
- 2) Plano sagital. Ambas curvas representan el movimiento de flexión-extensión.
- 3) A partir de una curva cinemática es posible analizar: morfología de la curva, rango de movimiento ($^{\circ}$), graduación máxima y mínima de movimiento alcanzada en los hitos de la curva ($^{\circ}$), velocidad angular ($^{\circ} / s$) y aceleración angular ($^{\circ}/s^2$).
- 4) Ciclo de la marcha (fase de apoyo y oscilación).
- 5) Desde la flexión-extensión del tobillo, se puede observar en la fase de apoyo:
 - En el contacto con el talón, el paciente mantiene una posición de flexión plantar en lugar de la posición neutra observada en sujetos sanos, lo que podría implicar un impacto de pie plano en el suelo.
 - Al final de la fase de apoyo, los pacientes tienen una flexión plantar limitada, mientras que los sujetos sanos realizan una flexión plantar amplia. Los pacientes podrían levantar el pie en bloque en lugar de levantar primero el talón y luego los dedos de los pies, lo que repercutirá en las fuerzas de reacción generadas.

Desde la flexión-extensión de rodilla, se puede observar en la fase de apoyo:

- En el contacto inicial con el talón, los pacientes tienen una mayor flexión de la rodilla que los sujetos sanos, probablemente para permitir la posición correcta del pie en el suelo.
- Entre la fase de apoyo media y final, los pacientes tienen una extensión de rodilla limitada en comparación con los sujetos control.

- 6) Desde la flexión-extensión del tobillo, se puede observar en la fase de oscilación:
 - En la mitad de la oscilación, los pacientes no realizan la dorsiflexión activa del pie que vemos en sujetos sanos. Esto podría provocar que los pacientes arrastren el pie por el suelo y tengan mayor probabilidad de caer.

Desde la flexión-extensión de rodilla, se puede observar en la fase de oscilación:

- En la mitad de la oscilación, los pacientes no alcanzan la flexión de rodilla que observamos en los sujetos sanos. Esto, junto con una mayor flexión plantar, aumenta las posibilidades de tropezar y caer al caminar.

- 7) Índice de simetría (bruto y absoluto) para observar la asimetría entre hemicuerpos. Coeficiente de variación para analizar la variabilidad de los parámetros de la marcha.
- 8) Se podría analizar el patrón cinético del paciente para observar cómo la alteración del movimiento afecta a las fuerzas de reacción del suelo o el desplazamiento del centro de presión durante la marcha.
También sería interesante analizar el patrón electromiográfico del paciente para localizar las deficiencias de movimiento durante la marcha.

Caso clínico 2

- 1) Fuerza de reacción vertical del suelo (eje z). La curva en el eje z tiene tres hitos:
 - El primer pico o fuerza de carga vertical máxima se relaciona con la cantidad de carga que la persona está colocando sobre el pie delantero después del impacto con el suelo. Este pico debe ser del orden de 1,2 veces el peso corporal de la persona.
 - La depresión, después del primer pico en el vector vertical, la rodilla se extiende, elevando el centro de masas. A medida que el centro de masas se acerca a su punto más alto, está desacelerando o desacelerando su movimiento ascendente. Esta desaceleración del cuerpo hacia arriba produce una depresión en el patrón de fuerza vertical. El valor normal es del orden de 0,7 veces el peso corporal de la persona.
 - El segundo pico o fuerza de empuje vertical máxima. Cuando el talón se eleva y el pie se empuja hacia abajo y hacia el suelo, el centro de masas vuelve a descender. Tanto la desaceleración hacia abajo como la propulsión del complejo del pie y el tobillo, provocan el segundo pico. En otras palabras, el segundo pico se relaciona con la cantidad de fuerza propulsora vertical, que impulsa a la persona hacia arriba. El valor de estos resultados debe ser del orden de 1,2 veces el peso corporal de la persona.
- 2) Fuerza anteroposterior (eje y) y fuerza medial-lateral (eje x).
- 3) a) Morfología de las curvas, b) magnitud de la fuerza, c) tiempo para alcanzar los hitos de la curva de fuerza, d) tiempo total de contacto.
- 4) Fase de apoyo (solo).
- 5) De las curvas de fuerza podemos observar lo siguiente:
 - Los pacientes con artroplastia total de cadera que conservan simetría en la longitud de los miembros inferiores presentan una morfología similar a la curva de los sujetos sanos, es decir, la curva conserva los hitos de fuerza que esperamos en una curva normal, aunque las magnitudes de las fuerzas son por debajo de la norma.
 - Por otro lado, los pacientes con artroplastia total de cadera que presentan asimetría en la longitud de las piernas alteran la morfología de las fuerzas registradas en el eje z, presentando una curva plana respecto a la de los sujetos sanos. Al mismo tiempo, la magnitud de las fuerzas registradas también está por debajo del desempeño de los sujetos de control sin patología, especialmente en la fuerza propulsora vertical (segundo pico). Esto puede deberse a que los pacientes caminan muy lentamente, el miedo a la carga o el dolor.
 - Cuando se analizan las fuerzas para cada pierna, diferenciando entre la extremidad operada y la no operada, podemos ver que el patrón descrito anteriormente es más severo en la extremidad operada. Sin embargo, la pierna sin tratamiento tiene un comportamiento similar.

- 6) Las curvas muestran valores entre 3 y 4% BW, cuando los valores normativos se acercan a 1,2% BW. Puede deberse a una mala calibración de la plataforma dinamométrica o un error en el postratamiento de los datos al normalizar las fuerzas (newton) por el peso de los sujetos.
- 7) Índice de simetría (bruto y absoluto) para observar la asimetría entre hemicuerpos. Coeficiente de variación para analizar la variabilidad de los parámetros de la marcha.
- 8) Se podría analizar el patrón cinemático del paciente para observar cuál es la influencia del movimiento articular en las fuerzas de reacción del suelo. Si la cinemática es relativamente normal, es posible que los pacientes no estén cargando su peso corporal en la pierna que se evalúa debido al dolor, el miedo u otras razones. También sería interesante analizar el patrón electromiográfico del paciente durante la marcha, especialmente en los músculos de la cadera. Además, la evaluación de la presión plantar podría revelar información sobre presiones anormales si los pacientes han alterado las fuerzas de reacción del suelo.

