

ANÁLISIS DE LA MARCHA EN EL LABORATORIO DE BIOMECÁNICA CLÍNICA. VALORACIÓN DE SECUELAS

Dr. Rodrigo C. Miralles

Laboratorio de Biomecánica Clínica. Facultat de Medicina i Ciències de la Salut de Reus. Universitat Rovira i Virgili. Hospital Sant Joan de Reus.

Los sistemas de videofotogrametría en tres dimensiones permiten analizar los distintos segmentos de la extremidad inferior durante el movimiento, así como su funcionalidad. En los laboratorios de biomecánica se suele estudiar esta marcha en los planos frontal y lateral.

Estos dos planos resultan insuficientes en el estudio de la incapacidad del pie, por lo que se ha incorporado al estudio la marcha en plano inclinado y subir y bajar escaleras. Se puede medir la actividad muscular y la presión plantar de modo simultáneo, obteniendo un completo análisis de la marcha en relación con el tobillo y el pie.

PALABRAS CLAVE: *Biomecánica, marcha, actividad muscular, presión plantar.*

GAIT ANALYSIS IN THE CLINICAL BIOMECHANICS LABORATORY. ASSESSMENT OF SEQUELAE: The 3-D videophotogrammetry systems allow the analysis of the various segments of the lower limb during movement, as well as their functionality. The gait is usually studied, in the biomechanics laboratory, in the frontal and lateral planes.

These two planes are however insufficient in the study of disabilities, and this has led to the inclusion of gait analysis on a sloping plane and while climbing up and down stairs. Muscle activity and plantar pressure can be measured at the same time, thus providing a full and complete analysis of the gait as related to the ankle and foot.

KEY WORDS: *Gait biomechanics, muscle activity, plantar pressure.*

En los estudios de Medicina y de Fisioterapia de nuestra Facultad hemos introducido la asignatura de Biomecánica Clínica y se ha puesto en marcha un laboratorio de biomecánica, donde los alumnos de Medicina y Fisioterapia pueden realizar sus prácticas (aula de Biomecánica).

La marcha humana consiste en una serie de movimientos angulares de los distintos segmentos de la extremidad inferior que producen una propulsión estable con el mínimo coste energético⁽¹⁾. Su estudio comienza a mitad del siglo XIX con Marey, en Francia, y Muybridge, en California⁽²⁾, cuando se comienza a aplicar la fotografía para poder analizar las distintas fases del movimiento.

Braune y Fischer, en 1891⁽³⁾, realizan estudios tridimensionales mediante fotos simultáneas con cuatro cámaras.

Correspondencia:

*Dr. Rodrigo C. Miralles
Laboratorio de Biomecánica Clínica. Facultat de Medicina i Ciències de la Salut de Reus. Universitat Rovira i Virgili
Hospital Sant Joan de Reus*

En los años 80, Perry⁽⁴⁾ sentó las bases del estudio actual de la marcha.

Con los últimos sistemas de videofotogrametría en tres dimensiones, la marcha se puede estudiar desde cualquier ángulo, aunque lo más habitual⁽⁵⁾, y que proporciona más datos, es el estudio lateral y frontal (posteroanterior o anteroposterior).

Cuando se estudia la marcha, estamos realizando dos cosas: por un lado, el análisis de los distintos segmentos de la extremidad inferior durante el movimiento; y por otro, la funcionalidad de la extremidad diseñada para la bipedestación y traslación.

Para el estudio de una determinada incapacidad en la extremidad inferior, concretamente en el pie, estos métodos son insuficientes. Nosotros hemos incorporado el subir y bajar escaleras (**Figura 1**), la marcha en rampa y plano inclinado y, opcionalmente, la triple flexión (agacharse a recoger algo). Estos estudios se pueden realizar simultáneamente a la medición de las presiones plantares y la actividad muscular⁽⁶⁾.

Hemos diseñados dos rampas con inclinaciones de 7° y de 14° (**Figura 2**) que nos permiten valorar la adaptación de



Figura 1. Escalera modular diseñada para poder filmar desde un lado y permitir el apoyo de la mano, en discapacitados, por el otro.

Figure 1. Modular staircase designed for lateral film recording and for allowing hand support on the other side in the case of disabled patients.

la tibio-astragalina y la subastragalina a estas condiciones. (Es frecuente que un trabajador de la construcción deba empujar una carretilla por una pendiente.) Mostraremos el estudio en dos casos de rigidez de tobillo, uno de ellos con una rigidez en equino de 20° . Se observa no solo cómo se altera la marcha, sino cómo se modifica todo el equilibrio corporal. El paso se alarga y la rodilla aumenta su extensión, evidenciándose un *recurvatum* compensador.

Para alteraciones de la subastragalina, trabajamos con dos planos inclinados lateralmente de 7° a 14° grados, que colocamos paralelos entre sí para provocar la inversión y la eversión del pie. Esto nos permite filmar en posteroanterior para verificar la adaptación del calcáneo a la pendiente provocada.

Consideramos que la funcionalidad de la extremidad inferior se debe estudiar también al subir y bajar escaleras. Para ello disponemos de una escalera modular y transportable de tres escalones y con la barandilla a un lado, que permite una filmación lateral de toda la extremidad inferior (Figuras 3 y 4). Así, en la rigidez de tobillo el paso se acorta.

No es habitual la filmación en anteroposterior, pero tenemos un protocolo de trabajo para analizar el desplazamiento de la rótula durante la marcha, que nos permite medir el ángulo Q (ángulo de cuádriceps) en bipedesta-

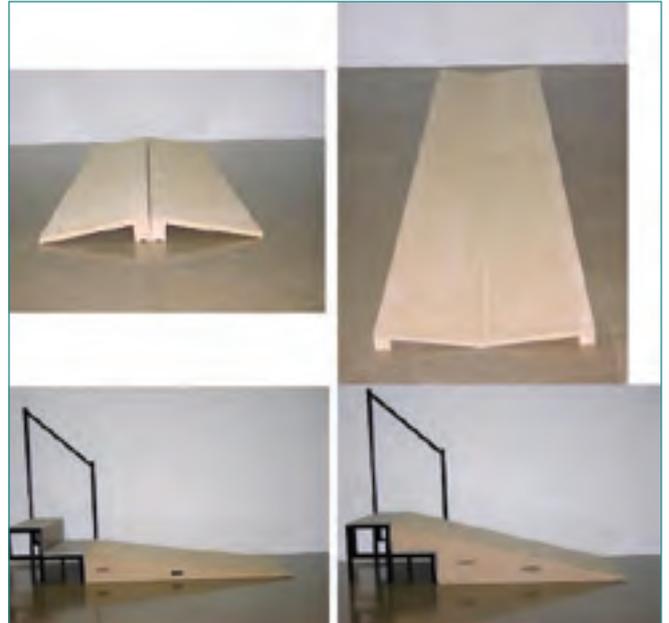


Figura 2. Rampas y planos inclinados de 7° y 14° .

Figure 2. Inclined planes and ramps with 7° and 14° slopes.

ción y durante los distintos momentos del paso. A este ángulo Q lo denominamos *ángulo Q dinámico* (Q_d).

El ángulo Q dinámico, en individuos sin alteraciones torcionales, es de $8,04^\circ$. Cuando existe una torsión externa de tibia, este valor asciende a $15,24^\circ$.

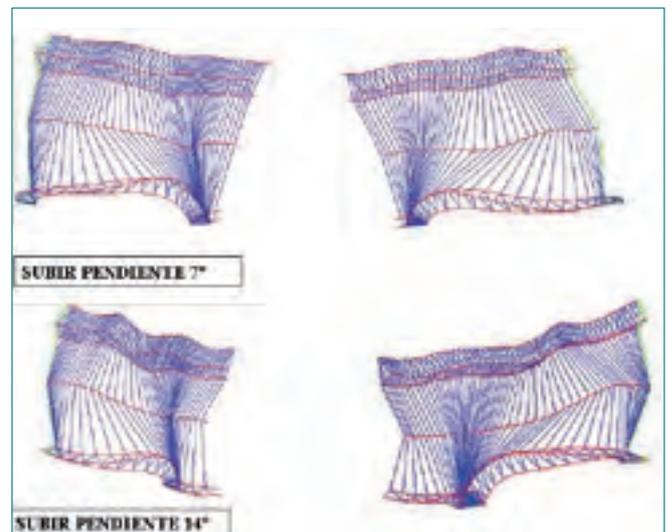


Figura 3. Estudio del ascenso en rampa. En el lado derecho hay una dificultad en la flexión dorsal del pie por secuela de fractura de tobillo.

Figure 3. Study of ramp climbing. On the right side there is a difficulty for foot dorsiflexion due to sequelae of an ankle fracture.

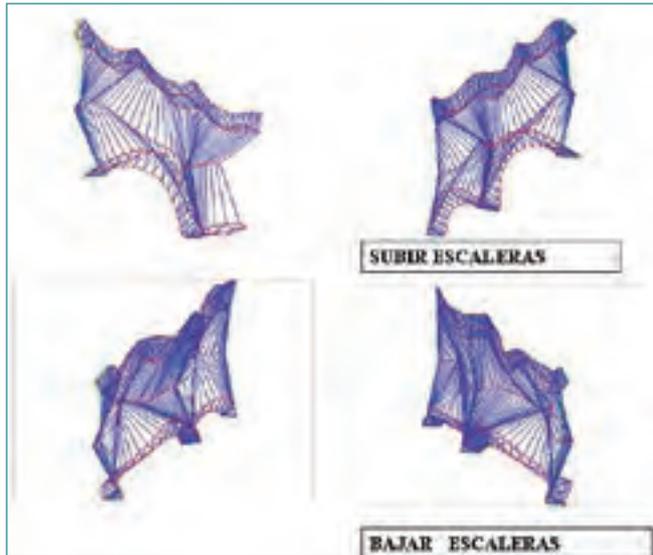


Figura 4. Mismo caso que en la Figura 3 al subir y bajar escaleras. En el lado derecho el paso es más corto en el ascenso y sin diferencia en el descenso.

Figure 4. The same case as in Figure 3 while climbing up and down stairs. On the right side the steps are shorter while climbing up but show no differences while climbing down.

Estamos delante de un campo muy interesante, que nos permitirá realizar estudios en individuos sanos o con patologías y evaluar secuelas de una forma más precisa (**Figura 5**). Para ello, se deben reproducir en el laboratorio los movimientos habituales de la profesión, específicamente aquellos que se tiene dificultad en realizar. Estos informes tendrán validez como pruebas periciales en las solicitudes de indemnización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sutherland DH, Olshen R, Cooper L, et al. The development of matura gait. *J Bone Joint Surg* 1980; 62 A: 336-353.
2. Nigg BN. Selected historical highlights. En: Nigg BN, Herzog W (eds.). *Biomechanics of the musculo-skeletal system*. Chichester: Wiley 1994: 3-35.



Figura 5. Falta de flexión dorsal del tobillo izquierdo como secuela de fractura maleolar y de astrágalo. Se observa el recurvatum de rodilla al subir la rampa de 14°. En la estela del mismo lado se ve que la rodilla sobrepasa la extensión al final del movimiento. En este caso se demostró que la rodilla se está sobrecargando y que, probablemente, se generará una artrosis.

Figure 5. Lack of dorsiflexion of the left ankle as a sequel of a malleolar and talar fracture. The genu recurvatum is evident while climbing up the 14°-slope ramp. In the tracking of the same side the knee is seen to exceed extension at the end of the movement. In this case it could be demonstrated that the knee is suffering overload, and osteoarthritis will probably ensue.

3. Carlet G. *Essai expérimental sur la locomotion humaine: Étude de la marche*. París: Martinet 1872.
4. Perry J. *Gait analysis: Normal and pathological functions*. Nueva York: McGraw Hill 1992.
5. Mann RA, Hagy J. *Biomechanics of walking, running and sprinting*. *Am J Sports Med* 1980; 8: 345-350.
6. Miralles C. *Biomecánica clínica del aparato locomotor*. Barcelona: Masson 1998.