

Dinámica de los músculos abductores durante la marcha y la carrera

Dynamics of abductor muscle during march and run

Florenciano Restoy, J.L.*
Ortega Planas, M.**

* Diplomado en Podología por la Universidad de Barcelona.
Podólogo del Centro de Podología de J.L. Florenciano.

** Diplomada en Podología por la Universidad de Barcelona.
Colaboradora en Centro de Podología J.L. Florenciano.

RESUMEN

Los autores proponen un análisis de la acción de los músculos abductores de la cadera durante la marcha y la carrera. Se basan para ello en la cinética del movimiento lineal humano. Introducen el concepto de contracción excéntrica.

Hacen converger aspectos anatómicos, de fisiología articular, antropológicos y biomecánicos, para explicar que la báscula pélvica es un mecanismo singular propio de nuestra especie.

Como conclusión sugieren que las acciones musculares concéntricas y excéntricas de los músculos abductores están determinadas por el momento de inercia de la extremidad, ya sea en cadena cinética cerrada (fase de apoyo) o en cadena cinética abierta (fase de oscilación).

PALABRAS CLAVE

Abductores de la cadera, movimiento lineal, acción muscular.

ABSTRACT

The authors proposes an analysis of the hip's abductor muscle action during the march and run. They base on human linear movement's kinetics. They also introduce the concept of eccentric contraction.

They converge anatomical aspect, joint's physiology, anthropological and biomechanics, to explain why the pelvic scale is a very singular and typical of our species.

To sum it up, they suggest that the eccentric and concentric actions of the abductor muscle are determined by the lower body's moment of inertia, in a closed kinetic chain (support phase) or in an open kinetic chain (swaying phase).

KEYWORDS

Hip's abductor muscle, linear movement, muscular action.

CORRESPONDENCIA:

Centro de Podología de J.L. Florenciano
Teléfono consulta: 933 458 527 | Teléfono móvil: 660 913 353
eMail: florenrestoy@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Por definición, los músculos abductores de la cadera son aquellos que mediante su contracción concéntrica separan la extremidad inferior del eje medio del cuerpo, si bien esta afirmación es cierta, la salvedad estriba en que en apoyo unipodal y más concretamente en la fase de amortiguación la contracción es más bien excéntrica.

Analicemos como actúan los músculos abductores durante la marcha y la carrera, en apoyo unipodal (cadena cinética cerrada) fase de oscilación (cadena cinética abierta).

CINÉTICA DEL MOVIMIENTO LINEAL HUMANO CONTRARRESTAR LA FUERZA DE GRAVEDAD (FASE DE AMORTIGUACIÓN)

La marcha se define como una sucesión de pasos y la carrera como una sucesión de saltos.

En efecto, durante la fase de apoyo unipodal, en ambos casos marcha y carrera, se produce una evidente flexión de la articulación de la cadera, de la rodilla y del tobillo, solo que en la marcha tal flexión es más discreta.

Este mecanismo es necesario para frenar la acción de la gravedad, la suma de momentos debe ser igual a cero ($\sum M=0$, tercera Ley de Newton).

Frenar la acción de la gravedad se realiza mediante contracciones musculares isotónicas excéntricas de todos los músculos implicados de la extremidad en apoyo.

Otro mecanismo que debemos mencionar es que en apoyo unipodal efectuamos una báscula pélvica, lo que facilita el desplazamiento del peso del cuerpo a la pierna de apoyo y poder lanzar hacia delante la pierna contraria. (Fig.1)



Fig. 1.

Amortiguación. Flexión de cadera, rodilla y tobillo. Pie fase de bóveda. La línea blanca trazo fino representan los segmentos fémur, tibia, pie. La línea roja trazo grueso el desplazamiento del centro de gravedad. La línea amarilla trazo grueso la perpendicular del centro de gravedad. Acción muscular excéntrica.

VENCER LA FUERZA DE GRAVEDAD (FASE DE IMPULSO)

Para vencer a la fuerza de gravedad, tanto en la marcha como en la carrera, la extremidad en apoyo ha de extender las articulaciones de la cadera, de la rodilla y del tobillo.

Esto último se consigue mediante contracciones musculares isotónicas concéntricas de todos los músculos implicados de la extremidad en apoyo.

La báscula pélvica propicia un momento de fuerza al trasladar la extremidad contraria hacia delante, que resta el peso de la pierna al peso del cuerpo, que sumado al momento de inercia contribuye a un considerable ahorro de energía (Segunda ley de Newton).¹ (Fig. 2)



Fig. 2.

Impulso. Extensión de la cadera, rodilla y tobillo. Pie fase de palanca. La línea blanca trazo fino representan los segmentos fémur, tibia, pie. La línea roja trazo grueso el desplazamiento del centro de gravedad. La línea amarilla trazo grueso la perpendicular del centro de gravedad. Acción muscular concéntrica.

GENERALIDADES SOBRE LA CONTRACCIÓN EXCÉNTRICA DE LOS MÚSCULOS

En la década de los 50 del siglo pasado aparecen los términos de «concéntrico» y «excéntrico», para definir las contracciones musculares, primero en libros de texto y más tarde en la bibliografía científica específica.

Algunos autores, como Cavanagh (1988) recomiendan el uso del término «acción» en lugar del término «contracción», aduciendo que el segundo implica acortamiento. Sin embargo, otro grupo de autores siguen proponiendo el término «contracción», dado que el término «acción», no diferencia de forma clara el estado de reposo y activación del músculo como lo hace el de «contracción». Nosotros mantendremos el término de «contracción excéntrica», sin olvidar que las discrepancias continúan, tal como detalla Faulkner (2003), en un interesante y completo artículo de revisión terminológica.

Por lo tanto podemos decir que la contracción muscular excéntrica se define como aquella en la que la tensión que genera el músculo es menor que la resistencia que se aplica, por lo que el músculo se termina alargando.

Frente a ella la contracción concéntrica es más bien al contrario y la resistencia es menor que la tensión que se aplica al músculo, por lo que este se contrae.

En las actividades de caminar, correr o saltar, una vez iniciado el movimiento la finalidad en primer lugar es la de frenar la acción de la gravedad y en segundo lugar acumular energía potencial mediante la flexión de las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo, se comprende perfectamente que en este momento las contracciones excéntricas afianzan y mantienen la estabilidad de las articulaciones implicadas, del mismo modo que la energía acumulada es liberada en forma de calor, lo que explica que este tipo de contracción muscular incremente más la temperatura que el trabajo concéntrico (Nadel et al., 1972).²

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LOS MÚSCULOS ABDUCTORES DE LA CADERA

Desde una visión estrictamente anatómica, el músculo deltoides glúteo es un amplio abanico muscular en la cara externa de la articulación de la cadera.

Tiene forma de triángulo invertido, con dos cuerpos musculares, por delante el músculo Tensor de la Fascia Lata (TFL), por detrás la porción superficial del músculo Glúteo Mayor (GMa), mientras el primero tiene su origen en la espina iliaca anterior y superior, se dirige oblicuamente hacia abajo y hacia atrás, el segundo, la porción superficial del GMa, se dirige hacia abajo y hacia delante. Ambos músculos finalizan en una bifurcación del engrosamiento longitudinal del borde anterior y del borde posterior de la cintilla iliofemoral, engrosamiento longitudinal de la fascia lata formado por la porción externa de la aponeurosis crural. De este modo, esta cintilla se convierte en el tendón terminal del TFL y GMa que se fija en la cara externa de la tuberosidad tibial externa, en el tubérculo intercondíleo.³ (Fig. 3)

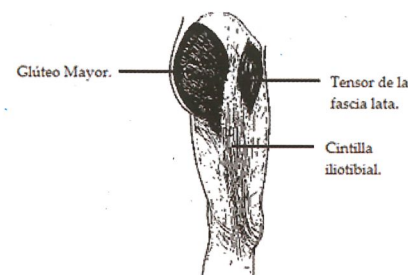


Fig. 3

Acompañando al deltoides glúteo, y situados entre el GMa y TFL encontramos otros dos músculos necesarios para mantener la báscula pélvica, el glúteo mediano (GM) y el glúteo menor (GMe). Los dos músculos tienen su origen en la superficie externa del ilion.

El GMe se sitúa por detrás del GM y se origina entre las líneas glúteas anterior e inferior y reborde de la escotadura ciática mayor, el origen del GM es superior entre la cresta ilíaca y la línea glútea posterior en la zona dorsal y en la misma línea glútea anterior en la parte ventral y también en la aponeurosis glútea. Ambos músculos tienen su inserción en el trocánter mayor del fémur, mientras el GMe lo hace en el borde anterior del trocánter y cápsula de la articulación de la cadera, el GM se inserta en el reborde oblicuo situado sobre la superficie externa del trocánter mayor. (Fig. 4 y 5)

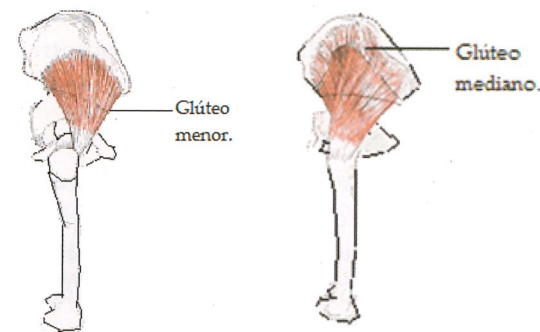


Fig. 4 (izda.): Inserción del Glúteo menor en el borde anterior del trocánter mayor del fémur.
Fig. 5 (dcha.): Inserción del Glúteo medio en el reborde oblicuo situado sobre la superficie externa del trocánter mayor.
Fuente: Florence Peterson, Elizabeth Kendall, Patricia Geise. Kendall's Músculos Pruebas, Funciones y Dolor Postural. 4ª Edición Editorial Marban. Pág. 230.

CINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA.

EJE MECÁNICO DEL FÉMUR

Los movimientos de rotación interna y externa del fémur no se realizan a través del eje anatómico que se proyecta en la diáfisis femoral, sino más bien sobre el eje mecánico, que se sitúa desde el centro de la cabeza femoral al centro de la rodilla formando un ángulo con el eje anatómico de 5° a 7°.

Esto permite durante el apoyo unipodal combinar los tres ejes de movimiento de la cadera en uno solo, al flexionar la cadera el trocánter mayor del fémur se desplaza hacia delante y hacia dentro con lo que se combina el movimiento de flexión con el de rotación interna, el movimiento de aducción lo propicia la báscula pélvica.

Por el contrario en la fase de impulso la cadera se extiende y el trocánter mayor del fémur genera un movimiento hacia atrás y hacia fuera con lo que se combinan los movimientos de extensión y rotación externa de la cadera, el movimiento de abducción lo da la extensión de la pierna contralateral.

Por lo tanto las acciones musculares dependerán de la situación en la que se encuentren la inserción de los músculos en relación al eje mecánico, si en el momento de flexión se encuentran por delante del eje mecánico actuarán como rotadores internos combinados con aducción de cadera y si esos mismos músculos se encuentran por detrás del eje mecánico actuarán en el momento de la extensión como rotadores externos combinados con abducción de cadera.^{4,5} (Fig. 6)



Fig. 6.

En el dibujo del fémur están representados tres ejes. El "o" es el eje anatómico, el "b" es el eje mecánico (movimientos de rotación interna y externa de la cadera), el "c" eje de flexión y extensión de la cadera.

La acción de los músculos dependerá de su inserción por delante o por detrás del eje mecánico del fémur.

BÁSCULA PÉLVICA

Durante la marcha y la carrera se produce un movimiento singular de la pelvis humana en el momento de apoyo unipodal, es un movimiento que se define como báscula pélvica, la característica principal es que la pelvis descende en dirección al miembro que no soporta carga.

El porque de la singularidad de este movimiento, (somos la única especie bípeda que lo realiza), viene determinada por la configuración anatómica de la pelvis humana.

En un discreto ejercicio de anatomía comparada con nuestro pariente más próximos en la escala evolutiva, el chimpancé, observamos como la pelvis del chimpancé mantiene las alas ilíacas hacia atrás, muy eficaz para la marcha cuadrúpeda, pero poco eficaz para la marcha bípeda, sin embargo, en nosotros los humanos modernos, las alas ilíacas miran como quien dice hacia los costados, esto condiciona que mientras los músculos de la pelvis del chimpancé sean todos posteriores, en nosotros los humanos modernos gran cantidad de músculos se proyectan lateralmente. Esta lateralidad de los músculos son los que permiten mantener la pelvis en suspensión cuando caminamos o corremos. Veamos como.⁶ (Fig. 7 y 8)

A modo de ejemplo, la imagen representa un paso humano visto por detrás, la línea gruesa de color negro determina la báscula pélvica hacia la pierna oscilante, la línea gruesa superior el movimiento contrapuesto de la cintura escapular, la línea delgada de color negro determina la dirección del tronco hacia

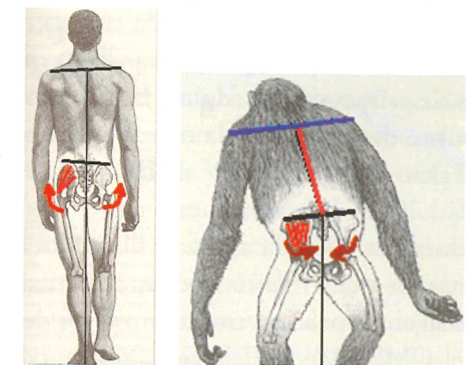


Fig. 7 (izda.) y fig. 8 (dcha.).
Fuente: Juan Luis Arsuaga, Ignacio Martínez. "La Especie Elegida" Ediciones Temas de Hoy 2005, Pág. 93-102.

el punto fijo que es el pie en apoyo, las líneas rojas muestran la dirección oblicua de las fibras musculares del músculo glúteo medio y las líneas rojas del trazo grueso la posición de las alas ilíacas.

La imagen muestra un paso de un chimpancé visto por detrás, la línea de color negro muestra la inclinación de la pelvis hacia el miembro en carga, la línea mas delgada de color negro no se proyecta hacia el miembro en carga, la línea roja la desviación del tronco hacia el miembro en carga, la línea en color azul representa la cintura escapular que sigue la dirección de la cintura pélvica, (al contrario que en nosotros los humanos modernos), las flechas rojas muestran la dirección de las alas ilíacas abiertas hacia atrás. Las fibras rojas muestran la dirección perpendicular del glúteo medio.

MODELO MECÁNICO DE LA PELVIS EN APOYO UNIPODAL

BÁSCULA PÉLVICA PALANCA DE PRIMER GÉNERO

En el momento de apoyo unipodal el equilibrio transversal de la pelvis solo se asegura mediante la acción de los músculos abductores del lado del apoyo. (Fig. 9, 10, 11, 12 y 13)

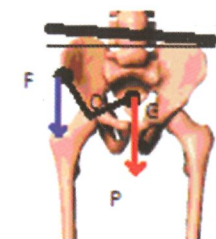


Fig. 9.

Figura 9: En esta figura observamos que en apoyo unipodal la fuerza de reacción del suelo transmitida por el miembro en carga termina elevando la articulación coxofemoral implicada provocando una

báscula pélvica. En efecto, desde una perspectiva física observamos que el brazo de palanca que se dibuja es de primer género, donde la cadera representa el punto de apoyo "O" la resistencia se relaciona con el peso del cuerpo "P" aplicado al centro de gravedad "G" y la potencia está representada por los abductores aplicada a la fosa iliaca externa "F". Necesitamos por lo tanto que ante la tensión descrita se sujete la pelvis al trocánter mayor del fémur, tanto el GM, GMe, TFL y GMa son muy eficaces en esta función.⁷

Figura 10: La línea roja de trazo grueso indica la inclinación hacia la derecha de la pelvis durante la carrera, la línea roja de trazo delgado la horizontal, las dos líneas blancas perpendiculares la amplitud de la pelvis, y las flechas (negra y roja) la dirección del trocánter mayor del fémur.

Figura 11: El trazado muestra la descomposición de fuerzas en ambas caderas, siendo más efectivo, en el miembro que soporta carga.

Figura 12: En esta figura hemos prescindido de la ubicación del GMa para determinar la importancia, ente la báscula pélvica, del anclaje en el trocánter mayor del fémur del GM y GMe.

Sin embargo en apoyo unipodal el músculo TFL tiene una importancia capital, gracias a su vinculación con la cintilla iliotibial (tendón terminal) que se fija en la cara externa de la tuberosidad tibial externa en el tubérculo interncondíleo, sin esta vinculación no podríamos mantener la báscula pélvica, ni GM ni GMe serían suficiente.

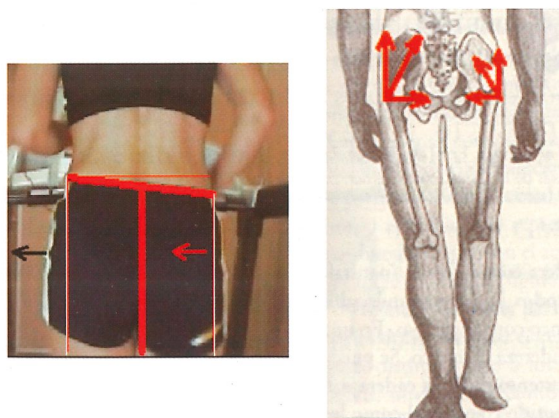


Fig. 10 (izda.) y Fig. 11 (dcha.).

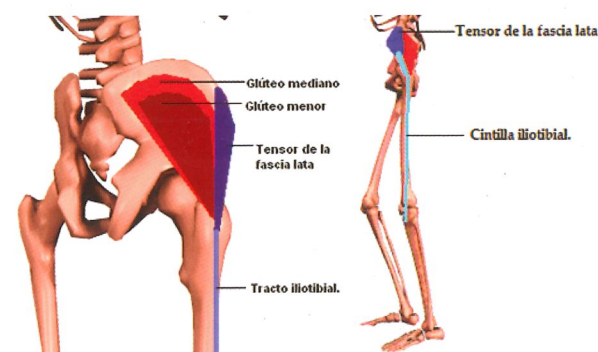


Fig. 12 (izda.) y fig. 13 (dcha.).
Fuente: A.I. Kapandji. Fisiología Articular 6ª Edición. Editorial Médica Panamérica. 2010. Pág. 48, 49, 50, 51.

FUNCIÓN DE LA CINTILLA ILITIBIAL DURANTE EL APOYO UNIPODAL

Debemos recordar que durante el movimiento lineal del cuerpo humano y en apoyo unipodal el pie esta fijo en el suelo es la pelvis la que se desplaza mediante la articulación de la cadera, la magnitud de desplazamiento lateral del pie (pierna) con respecto a la pelvis se ha estimado, para un ciclo de marcha de 4,5 Km./h. alrededor de los 10° a 11°, las fuerzas del desplazamiento lateral se neutralizan mediante la acción de la cintilla iliotibial.⁸

Figura 14: En el dibujo se observa una rodilla izquierda con visión frontal. El trazo de color gris marca la dirección de la cintilla iliotibial. La descomposición de fuerzas muestra la eficacia de la cintilla, las tensiones laterales sobre la vertiente externa (tienden a abrir la articulación por la zona lateral de la rodilla) y son neutralizadas por la fijación de la cintilla en la zona externa de la tibia.



Fig. 14. Fuente: A.I. Kapandji. Fisiología Articular 6ª Edición. Editorial Médica Panamérica. 2010. Pág. 48, 49, 50, 51.

ACCIÓN DE LOS MÚSCULOS GM Y GMe DURANTE EL MOVIMIENTO LINEAL

Hemos comentado en párrafos anteriores los movimientos de flexión-rotación-aducción de la cadera durante el movimiento en apoyo unipodal. En las siguientes figuras se efectúa una simulación de mo-

vimiento de rotación interna y externa de la cadera partiendo de valores considerados como normales.

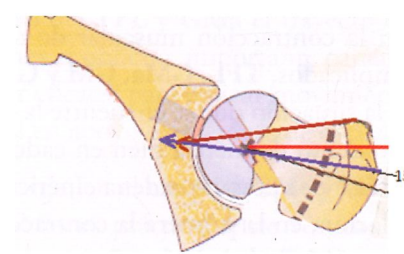


Fig. 15.

En posición bípeda el ángulo de declinación (línea negra) con el plano frontal (línea roja), que a modo de ejemplo, se ha cuantificado en 15°. Los movimientos de rotación interna y externa de la cadera se efectúan sobre el eje mecánico del fémur marcado con la cruz negra.

La flecha de color marrón marca la dirección del músculo GMe y la flecha de color azul marca la dirección del GM, el primero pasa por delante del eje mecánico (rotador interno), el segundo corta el eje.

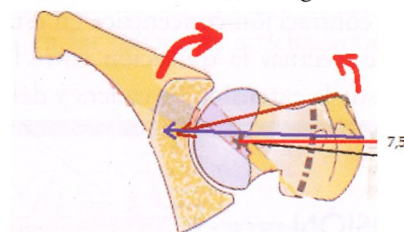


Fig. 16

Durante el paso en el momento de máxima carga de la extremidad en apoyo se produce un movimiento de rotación interna del fémur (la extremidad esta fija en el suelo es la pelvis la que se desplaza hacia delante). La flecha roja de trayecto más largo muestra la dirección de la pelvis y la flecha roja de trayecto más corto el movimiento resultante de rotación interna (relativa) del fémur con respecto a la pelvis. La línea de color marrón y azul es la dirección en la que se ven solicitados los músculos GMe y GM (rotación interna) en la contracción isotónica excéntrica, al quedar por delante del eje mecánico del fémur. La rotación interna es de 7,5°.

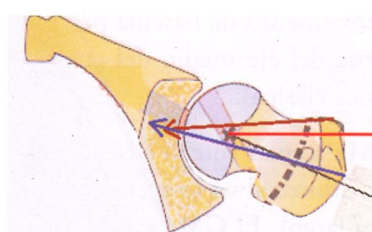


Fig. 17

Por el contrario en la fase de impulso se genera un movimiento de rotación externa del fémur, (como en el ejemplo anterior la rotación externa es de 7,5°). La línea azul y marrón muestra la nueva dirección de los músculos GMe y GM, el primero GMe por delante del eje mecánico (rotador interno, 7,5° no son suficientes para convertirse en rotador externo), el segundo GM por detrás del eje mecánico (7,5° son suficientes para convertirse en rotador externo). La resultante de fuerzas de ambos músculos es hacia el interior del cótilo (línea azul claro).⁹

DISCUSIÓN

La simple observación de los músculos mencionados TFL, GM, GMe y GMa, nos proporciona la verdadera finalidad para la que han sido diseñados en el proceso evolutivo.

Según (Inman, 1947) la lamina epifisaria o cartílago de crecimiento están descritas en ángulo recto con respecto al sistema medial y se piensa que son perpendiculares a la fuerza de reacción articular. Por lo tanto se debe considerar la posibilidad de que el sistema trabecular lateral en realidad este resistiendo las fuerzas de compresión sobre la cabeza femoral por la contracción de los músculos abductores (GM, GMe y TFL).

Numerosos estudios confirman los momentos cinéticos sobre la cadera Draganich y cols., 1980; English y Kilvington, 1979; Heller y cols., 2005; Hurwitz y cols., 2003; Rydell, 1966; Wang y cols., 2006). Han demostrado que las fuerzas máximas durante la marcha varían en apoyo unipodal de 1.8 a 4.3 veces el peso corporal del sujeto (Andriacchi y cols., 1980).

En un reciente estudio (Boyer y cols, 2008). Han comprobado que los hombres en la fase de apoyo unipodal durante la báscula pélvica, la fuerza de reacción articular disminuyó a un valor casi igual al peso del cuerpo debido a la desaceleración del centro de gravedad, (fase de amortiguación) influenciada por la acción de los músculos de la pelvis principalmente abductores.¹⁰

Sin embargo, en la fase de impulso se alcanza una fuerza de siete veces el peso corporal. No obstante también observaron que las mujeres caminaron con ángulos de aducción mayores en la cadera. Lo que sugiere que la tensión de la articulación de la cadera

en la población femenina es mayor, tanto en actividades de carga estáticas como dinámicas en comparación con los varones.

En las mujeres, el patrón de fuerza fue el mismo pero las magnitudes algo menores, llegando a un máximo de cuatro veces el peso corporal en la fase de impulso.

Efectivamente, tanto en el hombre como en la mujer el **TFL** como el **GMa**, tienen el primero un trayecto que partiendo de la espina iliaca anterior y superior va hacia abajo y hacia atrás y el segundo que partiendo del tercio posterior de la cresta iliaca y cresta sacra va hacia abajo y hacia delante al insertarse ambos en la cintilla iliotibial, esta circunstancia los convierte en la práctica en músculos biarticulares, en realidad les confiere un brazo de palanca largo, es decir, pueden mantener de forma eficaz el equilibrio lateral del cuerpo en apoyo unipodal al influir sobre la articulación de la cadera y de la rodilla y generar con menos esfuerzos el movimiento propicio.

Sin embargo, los brazos de palanca tanto del **GM** como del **GMe** son mas bien cortos (son monoarticulares) y su particularidad consiste en que son músculos prácticamente verticales y su fuerza de tracción también lo es, están más diseñados para mantener la pelvis en tensión por su inserción en el trocánter mayor del fémur.

En efecto, hemos definido con anterioridad como durante la fase de amortiguación la contracción muscular es excéntrica, como se ha visto en la **Fig.1**, la situación adelantada del trocánter mayor del fémur permite que tanto el **GM** como el **GMe** ante la rotación interna del fémur mantengan la báscula pélvica, ambos pasan por delante del eje mecánico del fémur, su tracción vertical mantienen la tensión entre la cresta iliaca y el trocánter mayor del fémur en rotación interna.

Por el contrario en la fase de impulso **Fig.2**, la posición del trocánter mayor del fémur se retrasa con respecto a la pelvis en esta situación ambos músculos generan una contracción concéntrica, el **GMe** al situarse por delante del eje mecánico del fémur y el **GM** al situarse por detrás del eje mecánico del fémur, permiten una mayor eficacia de tensión sobre la pelvis (la tracción de ambos músculos es vertical, la resultante de fuerzas hacia el interior del cótilo), otro ejemplo claro es el **GMa** que mediante la contracción concéntrica es extensor de la cadera y lleva

el fémur hacia atrás en rotación externa, al quedar su acción por detrás del eje mecánico del fémur.

En resumen la contracción muscular de todos los músculos implicados, **TFL**, **GMa**, **GM** y **GMe**, está vinculada a la situación que se encuentre la extremidad y su momento de inercia bien en cadena cinética cerrada fase de apoyo, o cadena cinética abierta fase de oscilación, en la primera la contracción será excéntrica hasta el final de la fase de amortiguación ($\Sigma M=0$) suma de momentos = 0, a partir de aquí la contracción concéntrica de estos músculos ayudan de forma sinérgica al resto de músculos de la pelvis (fase de impulso) a vencer la fuerza de la gravedad.

En la segunda, fase de oscilación, las contracciones musculares son más propias de la concepción anatómica clásica, por ejemplo, el **TFL** ante la flexión de cadera y mediante una contracción concéntrica es elevador y rotador interno del fémur al encontrarse por delante del eje mecánico del fémur. En este caso los músculos **GM** y **GMe** serían los responsables mediante la contracción concéntrica en esta fase de oscilación de efectuar la transición entre la acción del **GMa** desde la extensión de cadera y del **TFL** en la flexión de la cadera.

CONCLUSIÓN

El movimiento lineal humano es muy complejo, la actividad muscular en general esta determinada por el momento de inercia en el que se encuentra la extremidad, ya sea para frenar la acción de la gravedad (contracción excéntrica) o para vencer la acción de la gravedad (contracción concéntrica).

A todo ello debemos sumar que la velocidad de desplazamiento del sujeto cambia por completo cualquier análisis cinético que podamos realizar, es por lo tanto importante dar una visión más general e integrada de cómo nos movemos.

Como se ha podido deducir de este trabajo, la acción de los abductores de la cadera están más vinculados al movimiento de báscula pélvica que al de alejar la pierna del eje medio del cuerpo (concepción anatómica clásica).

El **TFL** y **GMa** actúan ante la báscula pélvica como elementos dinámicos al ser su acción biarticular (brazo de palanca largo). El **GMe** y **GM** actúan ante la báscula pélvica más bien como estabilizadores de la

pelvis con respecto al trocánter mayor del fémur al ser su acción monoarticular (brazo de palanca corto).

En el caso del **TFL** y **GMa** el trayecto de las fibras musculares es oblicuo, importante para comprender su mayor eficacia para aplicar movimiento en la extremidad en apoyo o en la fase de oscilación.

Sin embargo, en el caso del **GMe** y **GM** el trayecto de sus fibras es prácticamente vertical, por lo que la resultante de las fuerzas aplicadas será también vertical, como se ha visto durante el desarrollo de este trabajo, es evidente que la finalidad de ambos músculos es limitar la báscula pélvica en la fase de apoyo unipodal, en cambio en la fase de oscilación transmiten mediante sinergia los esfuerzos entre el **GMa** y el **TFL**.

El eje mecánico del fémur es importante para entender que la mecánica de la cadera está determinada por la inserción muscular con respecto al mismo.

Si comprendemos la disposición de los músculos abductores de la cadera, su brazo de palanca y la implicación en las diferentes articulaciones, podemos

BIBLIOGRAFÍA

1. Florenciano Restoy JL. "Bases biomecánicas del movimiento lineal humano". Revista Española de Podología. ISSN 0210-1238, Vol. 15, Nº. 1, 2004, p. 28-33.
2. Izquierdo M. Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el deporte. Editorial Médica Panamérica. Pág. 613-29.
3. Kapandji AI. Fisiología Articular 6ª Edición. Editorial Médica Panamérica. 2010. Pág. 48, 49, 50, 51.
4. Peterson F, Kendall E, Geise P. Kendall's Músculos Pruebas, Funciones y Dolor Postural. 4ª Edición. Editorial Marban. Pág. 230.
5. Kapandji AI. Fisiología Articular 6ª Edición. Editorial Médica Panamérica. 2010. Pág. 19.
6. Arsuaga JL, Martínez I. "La Especie Elegida". Ediciones Temas de Hoy 2005, Pág. 93-102.
7. Kapandji AI. Fisiología Articular 6ª Edición. Editorial Médica Panamérica. 2010. Pág. 50, 51.
8. Gérard Asensio EV, Blanc Y. "La marcha humana, la carrera y el salto". Editorial MASSON 2002. Pág. 34.
9. Florenciano Restoy JL, Aventin Roig J, Ortega Planas M, Ricart Ribó E. "Dinámica de los músculos pelvitrocantéreos y Glúteo Mayor. In: Revista Española de Podología. 4ª Época. Vol XXV. Nº 3 Julio-Septiembre 2014. Pág. 96-101.
10. Nordin M, Victor H. Frankel. "Bases biomecánicas del sistema musculoesquelético". 4ª edición. ThePoint 2012. Pág. 218- 221.

BIOVAL SYSTEMS

ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN 3D

"El Sistema más avanzado en el análisis de la marcha"



- Podrás cuantificar el movimiento de todas las articulaciones, rodilla, tobillo, cadera, pelvis...
- Ver los desequilibrios (derecha/izquierda) de las articulaciones del miembro inferior durante la marcha.
- Diferentes condiciones del paciente, descalzo, con calzado, con y sin plantillas. Gracias a Bioval podrás verificar tu tratamiento.
- Cadencia de la marcha, duración de la zancada, duración del paso, movilidad del raquis, Análisis Cifosis-Lordosis, Inclinación del hombro y la pelvis...

"Sincronízalo con la plataforma de presiones"



CAN PEU S.L. Tu Empresa de Productos de Podología

Paseo Santa Coloma 108-110 Local 08030 Barcelona Telf. 932.740.697 / 695.374.660

ventas@canpeu.com comercial@canpeu.com