PubliCE, (PubliCE) 1998

Monograph

Biomecánica del Miembro Inferior: Las Sentadillas

Luis D Antoniazzi[1]

[1]*C.I.A.F. Centro Integral de Aptitud Física, Córdoba. Argentina.*

RESUMEN

Palabras Clave: squat, media sentadilla, sentadilla, estocadas, cuádriceps, isquiotibiales

Sobre cualquier articulación móvil del miembro inferior se puede lograr un movimiento o gesto simple, provocando la contracción de un grupo muscular específico. Sin embargo, también es posible realizar movimientos o gestos más complejos que involucran la participación de más de una articulación: *ejercicios poliarticulares*. Así mismo y utilizando variables biomecánicas de ejecución se pueden crear infinidad de ejercicios para una misma articulación, con el objetivo de modificar la participación de distintos músculos o las porciones de un mismo músculo.

Entre los ejercicios poliarticulares del miembro inferior existe uno que su análisis y su ejecución siempre genera grandes controversias. Me refiero concretamente a "las famosas sentadillas". Mi intención es dar un poco más de luz a tanta controversia, fin de identificar la función de los grupos musculares agonistas y las posibles variables, con sus beneficios y perjuicios. Además, presentaré los errores técnicos más comunes que se presentan en su ejecución y las alternativas profilácticas para su corrección.

En primer lugar deseo repasar el detalle de su ejecución técnica. Desde la posición de bipedestación, con los pies respetando la posición anatómica separados según el ancho de las caderas.

El movimiento básico consiste en dos momentos:

1º. Manteniendo la espalda siempre erguida en todo momento, comienza el descenso con flexión de caderas y de rodillas hasta los 90º, más flexión dorsal del tobillo, a través de contracciones excéntricas de los extensores de cadera, de rodilla y de los flexores plantares del tobillo.

2º. El ascenso se hace con extensión de caderas y rodillas, y flexión plantar de tobillo, a través de contracciones concéntricas de los músculos agonistas respectivos.

La ejecución de este ejercicio presenta una acción muscular muy compleja que se explica a través de la "Paradoja de Lombard" -descripta por Rach y Burcke-. Esta paradoja evidencia un trabajo muscular simultáneo, en la cadera y la rodilla, de los músculos poliarticulares, aparentemente antagónicos, el recto anterior del cuádriceps por un lado y los isquiotibioperoneos por el otro.

Sucede que cada uno de estos músculos actúa con una de sus funciones; es decir, los isquiotibioperoneos en la flexo-extensión de cadera y el recto anterior del cuádriceps en la flexo-extensión de rodilla.

Este fenómeno puede explicarse por el hecho de que los brazos de palanca de que disponen a nivel de la cadera y de la rodilla son desiguales. A nivel de la cadera el brazo de potencia del recto anterior es menor que el brazo de potencia de los isquitibioperoneos; por lo tanto hay un predominio del momento de fuerza potencia de los músculos isquiáticos por sobre el

momento de fuerza potencia del recto anterior. En la rodilla se produce la situación inversa; es decir, hay un predominio del momento de fuerza potencia del músculo recto anterior por sobre el momento de fuerza potencia de los isquitibioperoneos.

Existe entonces una selección biomecánica natural de una de las funciones musculares, la de mayor predominio motor, en donde el mayor momento de fuerza potencia inhibe la función de su antagonista, al momento de presentarse la resistencia. Durante este desplazamiento la longitud de estos músculos varía muy poco. Si por un extremo se alargan por el otro se acortan y viceversa, según el músculo. Constituye entonces un trabajo muscular de características isométricas, con desplazamientos pero sin modificación de las longitudes musculares. A este fenómeno lo llamaría "isometría relativa".

Por otra parte, también es importante destacar algunos detalles técnicos de ejecución para evitar errores que ocasionen daños en la estructura osteo-articular:

- Estos movimientos con sobrecarga 'no deben' ser ejecutados por personas que padecen desviaciones de columna, pues podrían agravar su cuadro clínico.
- Se debe conservar en todo el movimiento la posición anatómica de las articulaciones del tobillo y la rodilla, siguiendo con las rodillas la dirección del eje longitudinal de cada pie, durante todo el recorrido para evitar la modificación del eje mecánico y la predisposición al varo o valgo de las mismas.
- Siempre debe evitarse llegar a la extensión completa de la rodilla de forma brusca, para evitar el exceso de presión sobre sus meniscos, sobre todo si se trabaja con mucha sobrecarga.
- Algunos individuos con poca flexibilidad en la articulación tibiotarsiana y/o retracción del tríceps sural presentan una limita flexión dorsal del tobillo, y entonces durante la fase de descenso tienden a despegar los talones del suelo para mantener el equilibrio dinámico. Ante la indicación de mantener los talones apoyados se genera una tendencia de desequilibrio posterior con mucha inestabilidad en la ejecución del ejercicio. Este déficit articular y/o muscular se compensa inclinando el cuerpo más hacia el frente. Si aún así persiste el desequilibrio solo entonces debe colocarse un sobrenivel de no más de 3 cm. por debajo de los talones. Este recurso paliativo debe ser temporario hasta recuperar la normal amplitud articular del tobillo mediante los correspondientes trabajos propios de flexibilización.
- Si la sobrecarga es excesiva y/o se trata de un iniciante, se aconseja la utilización de un cinturón abdominal para disminuir la presión sobre los discos intervertebrales. El cinturón abdominal cumple la función de comprimir la cavidad abdominal disminuyendo la presión en los discos intervertebrales. La utilización de este cinturón tiene sus cuidados. Debe ajustarse bien en el instante previo a la ejecución del ejercicio y aflojarse inmediatamente después de finalizada cada serie. La compresión abdominal que genera el cinturón aumenta también la presión intratorácica y esto entraña los mismos riesgos descriptos que para la maniobra de Valsalva. Otra observación importante en la utilización del cinturón abdominal es su colocación. Normalmente se lo ubica inclinado de arriba hacia abajo y de atrás hacia delante. Esta posición aumenta la hiperlordosis lumbar y con ello la presión en los discos intervertebrales, provocando el efecto contrario al buscado. La posición correcta debe ser horizontal: por detrás, sobre las crestas ilíacas y por delante a la altura del ombligo.

Para este movimiento existen algunas opciones de trabajo, con sus diferencias, beneficios y perjuicios, que se resumen en el siguiente cuadro:

OPCIONES	BENEFICIOS	PERJUICIOS
Flexo-extensión a 45º	- Aumento de la sobrecarga	- Disminución de recorrido articular general - Carrera interna
Flexo-extensión profunda (*)	- Aumento del recorrido articular general	- Aumento de la exigencia articular general
Con barra atrás, sobre los hombros	- Aumento de la exigencia de los Extensores Cadera - Aumento de recorrido articular de la cadera - Disminución de recorrido articular de la rodilla	- Disminución de la exigencia extensores de Rodilla - Aumento de exigencia articular de cadera - Disminución de exigencia articular de rodilla
Con barra adelante, sobre los hombros	- Aumento de la exigencia de los Extensores de rodilla - Disminución de recorrido articular de cadera - Aumento del recorrido articular de rodilla	- Disminución de exigencia Extensores de Cadera - Disminución de exigencia articular de cadera - Aumento de exigencia articular de rodilla
Con mancuernas	- Distribución de sobrecarga	- Disminución de la sobrecarga
Con piernas separadas	- Aumento de trabajo de Aductores de cadera	- Disminución de trabajo de Glúteos Mayores
Con Barra guiada (Multifuerza)	- Disminución del trabajo de los extensores de columna	- Disminución del trabajo muscular de los estabilizadores de columna
Con Máquina Hack	- Eliminación del trabajo de los extensores de columna	- Eliminación del trabajo musc. de los estabilizadores de la columna

(*) Con respecto al grado de profundidad de la flexión de rodillas existe una gran controversia. Horacio Anselmi (2000) entre otros, pregona que detener el descenso en 90° de flexión presupone ejercer una presión contra la barra mayor que la del peso mismo para poder vencer la inercia del movimiento y revertir el movimiento. Esto genera un stress ligamentario, similar al aterrizaje de un salto. Esto no se produce si el movimiento encuentra su freno natural.

Por otra parte, el traumatólogo norteamericano Karl Klein, citado por Hegedüs (1989), considera que al superar los 90° de flexión, desde la posición de pie, se genera un aumento de tensión de los ligamentos cruzados medio y anterior. También la tibia alcanza su máxima torsión comprimiendo la parte posterior del menisco medio creando, a largo plazo, dolor e inestabilidad.

Personalmente considero un equilibrio de posturas. Para realizar una flexión profunda sin consecuencias es necesario una estructura articular totalmente adaptada al período evolutivo del individuo que la ejecuta, en el caso de tratarse de un joven en desarrollo. Si esto se cumple, no se encuentran inconvenientes en realizar sentadillas con flexión profunda de rodillas, pero teniendo muy en cuenta la progresión metodológica, con una técnica correcta y una carga moderada, nunca máxima.

REFERENCIAS

1. Florence Kendall y Elizabeth Kendall Mc Creary (1980). Músculos, Pruebas y Funciones. *Editorial Jims*
2. Horacio Anselmi (2001). Fuerza, Potencia, y Acondicionamiento Físico. *Editorial Anselmi*
3. Karl Hainaut (1980). Introducción a la Biomecánica. *Editorial Jims*
4. Ney Pereira A. Filho (1980). Musculacao e Cinesiología Aplicada. *Gráfica Portinho Cavalcanti*

5. Philip Rasch y Roger Burke (1980). Kinesiología y Anatomía aplicada. *5ta. Edición. Edit. El Ateneo*
6. Rodrigo Miralles Marrero (1980). Biomecánica Clínica del Aparato Locomotor. *Editorial Masson*
7. William Prentice (1980). Técnicas de Rehabilitación en la Medicina Deportiva. *Editorial Paidotribo*