

## EQUILIBRIO MUSCULAR “Alteraciones y compensaciones”

Elaborado por  
OSCAR OSWALDO ESCOBAR MONTOYA\*

En el ser humano los músculos reaccionan funcionalmente de manera diferente. La musculatura con una función principalmente dinámica o fásica tiende a debilitarse, es decir, a ser hipotónica. A la inversa, la musculatura postural o tónica tiene tendencia a acortarse y como consecuencia se vuelve hipertónica. Los músculos están constituidos por tipos de fibras tanto ST como FT; sin embargo las de contracción lenta son predominantes en la musculatura tónica y las de contracción rápida en los músculos fásicos.

La vida sedentaria en la sociedad moderna produce el sobreuso de la musculatura tónica, la cual se activa con gran facilidad, favoreciendo así el desarrollo de acortamientos musculares. Simultáneamente, los músculos fásicos tienden a debilitarse por el desuso. Estos músculos están agrupados con frecuencia como parejas agonistas – antagonistas y parecen estar afectados por la ley de Sherrington de inhibición recíproca (Véase la Figura 1).

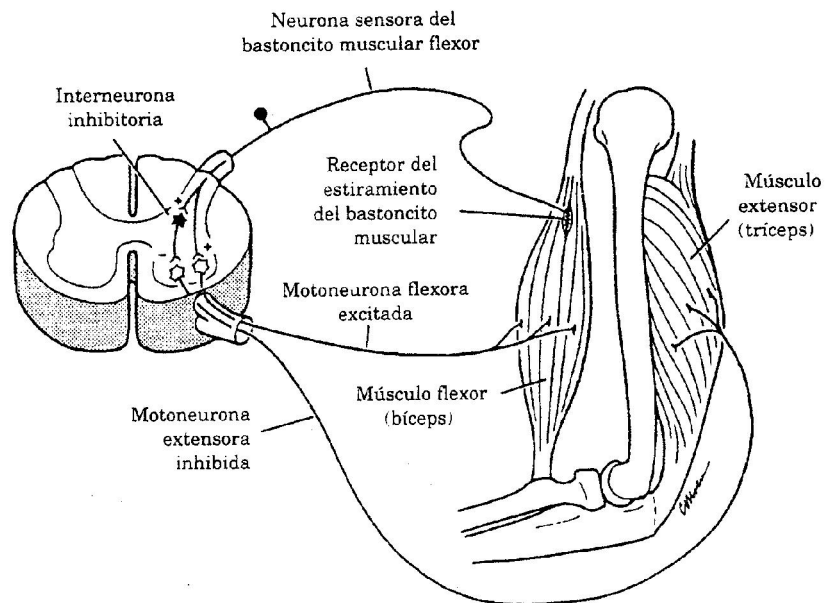


Figura 1. Inervación recíproca del antagonista.

\* Licenciado en Educación Física, Esp. en Educación para la Salud y Esp. en Actividad Física y Salud. Diplomado en Gestión Curricular. Docente de la Facultad de Educación de la Universidad San Buenaventura. Director de Asesorías Pedagógicas en Promoción de Actividad Física y Planificación Sistemática del Ejercicio Físico. Coordinador de la Red Antioqueña de Pedagogía del Ejercicio Físico y Promoción de Actividades Físicas “RAPEFPAP”. Vicepresidente de la Asociación de Licenciados en Educación Física de la Universidad de Antioquia “ALEFUDEA”. Miembro de RECOLAF y CITHA.

Estudios electromiográficos han demostrado que los músculos tónicos acortados por sobreuso se encuentran activos incluso cuando se realizan los actos articulares que la musculatura fásica antagonista provocan al contraerse voluntariamente. Fenómeno que limita la actuación de los antagonistas y los inhibe neurológicamente<sup>1</sup>. Esto es debido a la estimulación de los husos neurotendinosos del músculo fásico, los cuales se activan con facilidad en los músculos hipotónicos que están limitados kinesiológicamente por su antagonista hipertónico, pues envían un mayor número de impulsos nerviosos hacia la medula espinal a través de las fibras aferentes a medida que aumenta la tensión muscular. Estas fibras hacen sinapsis con las grandes neuronas motoras alfa ubicadas en la columna gris anterior de la medula espinal y posteriormente los impulsos nerviosos pasan mediante los nervios motores eferentes que estimulan las fibras musculares para que se relajen. Pero simultáneamente, los impulsos aferentes del huso muscular del músculo acortado, el cual se contrae excéntricamente con facilidad, inhiben a las neuronas motoras alfa que inervan a los músculos antagonistas. Como resultado final se obtiene un mayor grado de contracción de los músculos tónicos y una disminución del tono muscular de los fásicos.

Así, si un músculo postural como el psoas mayor e ilíaco se retrae por sobreuso, no sólo limitará kinesiológicamente el alcance del acto de retroversión coxofemoral realizado principalmente por su antagonista el glúteo mayor, sino que también inhibirá neurológicamente su actividad contráctil.

Janda et al.<sup>2</sup>, que estudiaron estas típicas reacciones de la musculatura esquelética, llaman a este común fenómeno desequilibrios musculares.

La tendencia que tienen algunos músculos a acortarse o debilitarse en la persona con exceso de tejido adiposo visceral, suele ser similar a lo que ocurre en el síndrome cruzado distal – inferior - (Véase la Figura 2), por lo que podemos manifestar que estos desequilibrios musculares no ocurren al azar, sino que existen ciertos modelos típicos de dicho fenómeno.

En consecuencia, estas típicas reacciones deben ser la base fundamental del entrenamiento muscular durante todo el proceso vital humano, ya que una programación defectuosa o la ausencia de ella son por lo general las causas más frecuentes de desequilibrio entre los diferentes grupos musculares.

---

<sup>1</sup> LIEBENSON, Craig. Manual de rehabilitación de la columna vertebral. Barcelona: Paidotribo, 1996. p. 47.

<sup>2</sup> JANDA V. y JULL G. Muscles and motor control in low back pain, citado por LIEBENSON, Craig. Manual de rehabilitación de la columna vertebral. Barcelona: Paidotribo, 1996. p. 46 – 47.

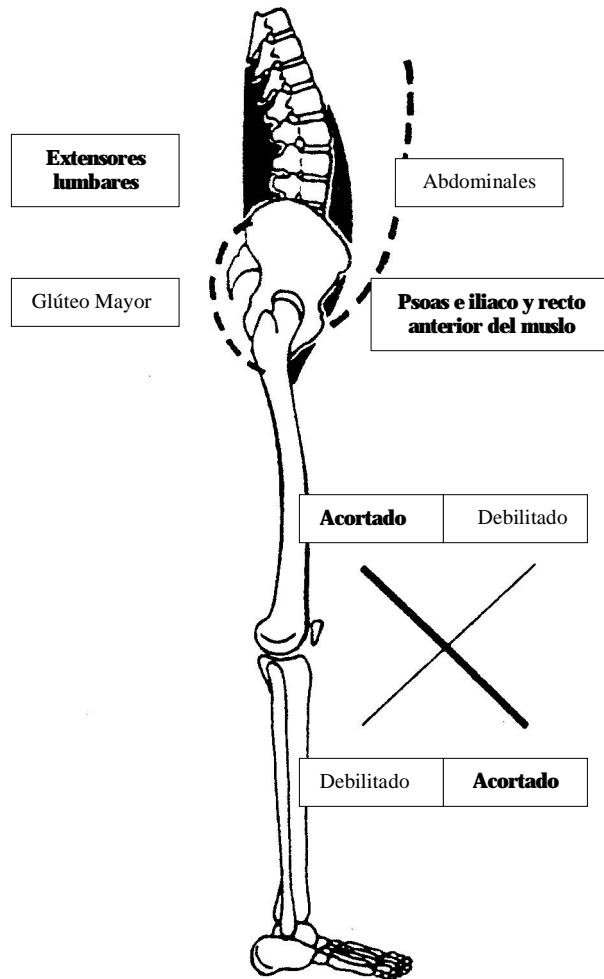


Figura 2. Desequilibrios musculares del síndrome cruzado distal - inferior -.

## 1.1 VALORACIÓN DEL EQUILIBRIO MUSCULAR.

Las estructuras músculo - esqueléticas nos permiten la realización de los actos articulares mediante los cuales se manifiesta la motricidad. El tejido contráctil y los componentes elásticos en serie y en paralelo del músculo estriado esquelético, son considerados como el componente activo del aparato locomotor. No obstante, el tejido contráctil, no ésta hecho para el trabajo estático o dinámico constante, pues, cuando dicha estructura muscular no para de trabajar, evoluciona hacia otra forma de tejido más apta para responder a éstas demandas funcionales. En consecuencia, el músculo sometido a dichos estímulos suele acortarse -simulando al tejido conjuntivo-. Asimismo, esta respuesta conducirá

simultáneamente a un debilitamiento de la musculatura antagonista, produciéndose desequilibrios musculares.

En razón de lo señalado, es necesario valorar el equilibrio muscular, ya que éste es un aspecto determinante para el perfecto funcionamiento y mantenimiento del aparato locomotor, el cual es una pieza fundamental del organismo cuando realizamos ejercicio físico.

Las pruebas de valoración del equilibrio muscular pretenden, básicamente, determinar la intervención económica -consumo de energía- de la musculatura esquelética, tanto en el trabajo estático como en el dinámico. Motivo por el cual, la referencia de partida para dichas valoraciones, es la tendencia de la reacción funcional de la musculatura a ser hipertónica o hipotónica (Véase la Tabla 1).

Tabla 1. Tendencia de la reacción funcional de los músculos estriados esqueléticos

<b>MÚSCULOS TÓNICOS (Tendencia a la hipertonicidad)</b>	<b>MÚSCULOS FÁSICOS (Tendencia a la hipotonicidad)</b>
Tríceps sural	Tibial anterior
Isquiotibiales	Peroneos
Aductores	Vastos "Cuadriceps"
Tensor de la fascia lata	Glúteo mediano y menor
Periforme	Glúteo mayor
Recto interno del muslo	Elevadores del ano
Recto anterior del muslo	Rectos del abdomen
Psoas Mayor e Ilíaco	Oblicuos del abdomen
Cuadrado lumbar	Erector espinoso en la zona dorsal
Erector espinoso en la zona lumbar y cervical	Escálenos
Suboccipital	Largo del cuello
Esternocleidomastoideo	Trapezio inferior y medio
Trapezio superior	Serrato Mayor
Elevador de la escápula	Romboides fibras medias e inferiores
Romboides fibras superiores	Deltoides
Pectorales	Supraespinoso
Subescapular	Infraespinoso
Dorsal Ancho	Redondo menor
Redondo mayor	Tríceps Braquial porción corta
Bíceps Braquial	Extensores Largos de los dedos
Tríceps Braquial porción larga	
Flexores de los dedos	

El reclutamiento de los músculos estriados esqueléticos hacia una tendencia u otra, es decir, hacia la hipertonicidad o la hipotonicidad, se presenta cuando estos tienen que compensar algún desequilibrio. Pero, es importante resaltar que dicho fenómeno no queda limitado a

ciertas partes del cuerpo, sino que afecta gradualmente a todo el sistema muscular estriado esquelético<sup>3</sup>. Sin embargo, comienzan a desarrollarse progresivamente y de forma predecible en las regiones donde el esqueleto axial se relaciona con el apendicular, es decir, en las cinturas pélvica y escapular.

Debido a lo anterior, las pruebas utilizadas para valorar el equilibrio muscular, deberán centrar su atención en la musculatura que estabiliza dichas regiones, con el propósito de determinar si existe o no, una intervención económica por parte de dichos músculos tanto a nivel estático como dinámico.

El equilibrio muscular se identifica típicamente mediante el análisis bipodal y unipodal en posición parada, test de secuencia de activación muscular en trabajos dinámicos activos y pruebas de movilidad articular y longitud muscular. En la práctica, es aconsejable comenzar analizando la postura erecta estática -bipodal y unipodal - y los test de activación muscular en los que intervenga de la forma más global posible la musculatura, pues si existen perturbaciones en los modelos establecidos para dichas pruebas debido al uso antieconómico de algunos músculos, estos análisis nos dan indicios sobre las pruebas que necesitan ser ejecutadas en ciertos segmentos corporales. Respecto a estas pruebas específicas de algunos segmentos corporales, es necesario tener presente que las valoraciones de la amplitud articular deben preceder a las de la longitud muscular y estas últimas a las de secuencia de activación muscular en trabajos dinámicos activos.

**1.1.1 Pruebas de la postura erecta estática con apoyos bipodal y unipodal.** El análisis de la postura en bipedestación busca identificar asimetrías estructurales, la posición pélvica y, los músculos contraídos y debilitados.

Para esta valoración se emplea un posturómetro, que es un instrumento que tiene una tabla vertical con un fondo cuadriculado, la cual se apoya sobre la pared, y una plomada que cuelga de una barra horizontal, la cual cae directamente por delante de la línea vertical media del fondo cuadriculado, a una distancia que permita ubicar al individuo que se evalúa, entre la tabla vertical y la cuerda sobre la cual cuelga la plomada. Es importante tener presente que no debe señalarse el sitio donde la persona colocará los pies, pues esto limita la postura natural del individuo.

Se recomienda determinar la longitud de los miembros inferiores, antes de la valoración de la postura erecta estática bipodal y unipodal. Para obtener la máxima precisión en la medición de los miembros inferiores, la persona adopta la posición decúbito supina en una camilla con el tronco, pelvis y miembros inferiores en alineación recta y los pies juntos. Luego, se mide la distancia desde la espina iliaca anterosuperior derecha e izquierda al ombligo, para comprobar cualquier inclinación lateral o rotación de la pelvis. Si existe diferencia en las medidas se nivela la pelvis y se corrige cualquier basculación tanto como

---

<sup>3</sup> LIEBENSON, Craig, Op. Cit., p. 129.

sea posible<sup>4</sup>. Finalmente, se realiza la medición de la longitud de los miembros inferiores derecho e izquierdo desde la espina iliaca anterosuperior al maléolo medial o interno.

La valoración postural erecta estática bipodal debe efectuarse observando al evaluado desde el frente, a una distancia aproximada de 3 metros. La inspección debe realizarse mediante la visión anterior, posterior y lateral desde ambos lados (algunos autores recomiendan además una valoración desde arriba). En todos estos puntos de vista se establecen líneas de referencia horizontales y verticales que conecten puntos importantes - los cuales detallare a continuación-, para usarlas en las mediciones y en las comparaciones. Si la estática del cuerpo es normal, el equilibrio es mantenido con un mínimo consumo de energía y las líneas de referencia deben ser paralelas (horizontales o verticales)<sup>5</sup>.

- **Vista anterior** (Véase la Figura 3 - (A))

- a. La línea de plomada desde el centro de la frente, pasa a través de la depresión yugular del esternón, la apófisis xifoides, el ombligo y la sínfisis púbica, hasta el punto medio situado entre los pies (1).
- b. La primera línea horizontal pasa a través del borde inferior de las aurículas (o el borde inferior de los arcos cigomáticos) (2).
- c. La segunda línea a través de los acromiones (3).
- d. La tercera atraviesa el borde inferior de las últimas costillas (4).
- e. La cuarta atraviesa las espinas ilíacas anterosuperiores (5).
- f. La línea de plomada desde el punto medio de la clavícula pasa a través del punto medio de la rótula y de la articulación talocrural (6).

- **Vista posterior** (Véase la Figura 3 - (B))

### **Columna Vertebral**

La línea de plomada desde la protuberancia occipital pasa a través de los procesos espinosos (en las uniones cervicotorácica, toracolumbar y lumbosacra) hasta el cóccix entre los pies (1).

Las líneas más importantes son:

- a. Entre los lóbulos de las orejas (puntas de los procesos mastoideos) (2).
- b. Entre los acromion (3).
- c. Entre el margen inferior 12 costilla (últimas) (4)
- d. Entre las crestas ilíacas (5)
- e. Entre las espinas ilíacas posterosuperiores (6)
- f. Entre las tuberosidades isquiáticas (7)

---

<sup>4</sup> KENDALL, F. P.; KENDALL McCREARY, E. y PROVANCE, P. G. Músculos: Pruebas, funciones y dolor postural. 4 ed. Madrid, España: Marbán libros, S.L., 2000. p. 103.

<sup>5</sup> VASILYEVA, L. F. y LEWIT, K. Diagnostico de la disfunción muscular mediante inspección. En: LIEBENSON, Craig, Op. Cit., p. 146.

### **Miembros Superiores**

- g. La línea de plomada desde el tubérculo mayor hasta el húmero, pasando a través del olécranon y el centro de la muñeca (8).
- h. La línea horizontal entre los tubérculos mayores (los ángulos laterales de la escápula) (9).
- i. Entre los olecranones (10)
- j. Entre los procesos estiloides del radio y el cúbito (11).

### **Miembros Inferiores**

- k. La línea de plomada desde el ángulo escapular inferior a través del punto medio de la cresta ilíaca entre los cóndilos femorales hasta el punto medio de la tuberosidad calcánea (12).
- l. La línea horizontal entre los trocánter de los fémures (13)
- m. Entre los cóndilos femorales (14)
- n. Entre los cóndilos de las tibias (15)
- o. Entre el maléolo de la tibia y el peroné (16).

### **- Vista Lateral** (Véase la Figura 3 - (C))

- a. La línea plomada desde el canal auditivo externo hasta el acromion, siguiendo la línea axilar hasta el punto medio de la cresta ilíaca, el trocánter mayor hasta el cóndilo del fémur, descendiendo por la tibia hasta un punto sito a una distancia equivalente a la anchura de un dedo frente a la parte lateral del tobillo (1).
- b. La horizontal entre la protuberancia occipital y el margen inferior del arco cigomático (2).
- c. La línea entre el extremo medial de la espina de la escápula a través de la cabeza del húmero hasta el extremo medial de la clavícula (3).
- d. Las líneas horizontales que conectan dos puntos en el curso de cada costilla: uno sobre la vertical debajo del punto medio de la clavícula y el otro sobre la vertical desde el ángulo inferior de la escápula (4).
- e. La línea desde un punto sito justo debajo de la espina ilíaca posterosuperior (5).
- f. La línea desde el borde superior de la rótula hasta el borde inferior del cóndilo femoral lateral (6).
- g. La línea desde el borde superior de la tuberosidad tibial hasta la superficie superior de la cabeza peroneal (7).
- h. Desde el borde inferior del maléolo externo hasta el punto de inserción del tendón de Aquiles (8).
- i. La línea de plomada desde el canal auditivo externo a través de la cabeza del húmero, ligeramente adelante del epicóndilo cubital, hasta el punto medio de la muñeca o la primera articulación interfalángica flexionada del dedo índice (9).

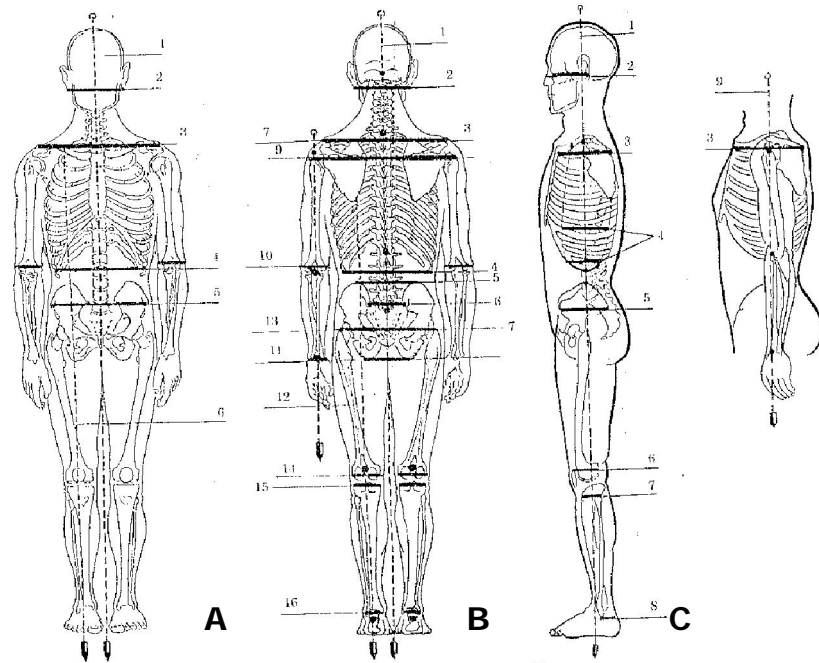


Figura 3. Vista Anterior (A), Posterior (B) y Lateral (C) en la Postura Erecta Estática Bipodal.

Consecutivamente a la valoración postural erecta estática bipodal, se debe realizar la valoración postural erecta estática unipodal, la cual busca identificar la propiocepción de los individuos y permite, además, observar la estabilidad horizontal de la pelvis y los ajustes musculares en dicha posición.

El evaluado permanece en posición erecta sobre uno de los miembros inferiores, durante diez segundos aproximadamente, levanta el otro miembro inferior del piso y mantiene flexionada la rodilla a la altura que se emplea cuando se camina, sus brazos se colocan relajados a los costados y la mirada fija. Esta inspección debe realizarse para los dos miembros inferiores mediante la vista anterior y posterior.

Si el equilibrio muscular es apropiado durante la adopción de la postura erecta estática unipodal, los potentes abductores de la articulación coxofemoral del miembro inferior del lado de apoyo, son capaces de estabilizar la pelvis sobre el fémur realizando la abducción de dicha articulación y los flexores laterales del tronco del lado opuesto actúan también elevando la pelvis, acción que permiten mantener el equilibrio horizontal de la pelvis.

**1.1.2 Análisis de la marcha.** Éste es un test de secuencia de activación muscular en el que se observa la movilidad de las articulaciones, especialmente la de la coxofemoral, la basculación de la pelvis, la secuencia u orden de activación de los diferentes grupos musculares implicados en este trabajo dinámico activo general y el tipo de apoyo del pie. La inspección de la marcha debe realizarse mediante la visión anterior, posterior y lateral desde ambos lados.

La intervención de los miembros inferiores durante la marcha sobre un terreno uniforme se puede dividir en fases de balanceo y de apoyo. La fase de balanceo tiene lugar cuando el pie está separado del suelo y la de apoyo cuando está en contacto con el mismo, soportando la masa corporal. Un ciclo de la marcha es el periodo que va del momento en que se apoya el talón de un pie al momento en que vuelve a apoyarse el mismo talón (Véase la Figura 4)<sup>6</sup>.



Figura 4. Fases de balanceo y apoyo de los miembros inferiores durante la marcha.

Para esta valoración se le pide a la persona que se desplace de un lugar a otro, marchando de forma similar a como lo ejecuta en la vida cotidiana. Cuando la rapidez y la secuencia de activación y relajación de los músculos agonistas, sinergistas, estabilizadores y antagonistas es rítmica, eficaz y económica, durante cada ciclo de la marcha, la intervención muscular puede considerarse apropiada.

**1.1.3 Pruebas de movilidad articular y longitud muscular.** Mediante estas pruebas se valora la flexibilidad. El propósito de ellas es constatar los hallazgos encontrados en las valoraciones anteriores, empleando pruebas locales para cada una de las articulaciones y grupos musculares. Para conseguir una completa eficiencia en la aplicación de estos procedimientos, es necesario poseer un conocimiento extenso y detallado de la artrología, la fisiología articular, el origen e inserción de los músculos y de la función muscular.

Durante la realización de las pruebas de movilidad articular, debe determinarse la amplitud del recorrido articular, de los diferentes actos que se desarrollan en cada articulación. Para efectuar estas valoraciones, se emplea un goniómetro u otro instrumento más sofisticado como el electrogoniómetro, el flexómetro de Leighton o un inclinómetro.

Para emplear el goniómetro, el centro del instrumento se coloca de modo que coincida con el fulcro de la articulación. Uno de los brazos del instrumento está inmóvil, sobre un segmento corporal fijo y el otro brazo es móvil. Este último se alinea con el eje longitudinal del segmento corporal que se desplaza y se traslada con él durante el recorrido articular pasivo que realiza el evaluador, hasta alcanzar la barrera anatómica. La anatomía

---

<sup>6</sup> O'RAHILLY, Ronan. Anatomía de Gardner. 5 ed. México: Interamericana – McGraw Hill. 1989. p. 287.

de la articulación, junto con la disposición de los ligamentos y músculos, determinan la dirección y amplitud del recorrido articular.

No se describirán en esta obra las pruebas de movilidad articular, por ser una información muy precisa y fácil de consultar, por lo que sugiero al lector revisar la abundante bibliografía existente sobre el tema.

Las pruebas de longitud muscular son test específicos para identificar si la elongación muscular es la normal o precisar la cantidad de acortamiento presente en cada uno los músculos hipertónicos que han sido identificados en las pruebas de la postura erecta estática y el análisis de la marcha.

Las pruebas de longitud muscular consisten en la ejecución de actos articulares que aumentan la distancia entre el origen y la inserción muscular, elongando los músculos en dirección opuesta a la de cuando se contraen de forma concéntrica. La precisión de estas pruebas exige normalmente mantener fijo el segmento corporal en el que se encuentra el origen del músculo, mientras se desplaza el hueso de inserción del músculo hasta alcanzar el límite de elongación, mediante actos activos o pasivos – asistidos.

A continuación describiré las pruebas de elongación muscular, recomendadas por Janda<sup>7</sup>, solamente para aquellos músculos que suelen retraerse en el síndrome cruzado distal, por ser los que generalmente se desequilibran en la persona con exceso de tejido adiposo visceral y los futbolistas, clientes con los que comúnmente he realizado mis experiencias laborales en este campo del conocimiento.

Los anteversores coxofemorales se evalúan con la persona en decúbito supino sobre el extremo de una camilla, apoyando la región glútea y con los muslos fuera de la misma. Después de adoptar dicha posición, el individuo abraza el muslo del miembro inferior que no se examina y lo lleva hacia el pecho para estabilizar la pelvis y aplanar la columna lumbar. El otro miembro inferior, que es el que se evalúa, se ubica justo en el borde de la camilla, de forma que cuelgue libremente.

Dado que mediante esta prueba se pueden valorar el psoas mayor e iliaco, el recto anterior del muslo, los aductores cortos del muslo y el tensor de la fascia lata, los hallazgos requieren distintas interpretaciones, por lo que a continuación precisaré detalles de las diferentes variaciones que suelen ser referenciadas en la bibliografía.

Si la persona evaluada apoya sobre la mesa la región lumbar y el sacro, las espinas ilíacas posterosuperiores y los glúteos, al mismo tiempo que consigue una hiperextensión coxofemoral pasivamente, la longitud del psoas mayor e iliaco es adecuada. La incapacidad para alcanzar esta posición indica que estos músculos se encuentran acortados.

---

<sup>7</sup> JANDA, V. Evaluación del desequilibrio muscular. En: LIEBENSON, Craig, Op. Cit., p. 130 – 137.

Por otra parte, si la articulación de la rodilla alcanza la flexión completa, esto indica que el recto anterior del muslo posee una longitud normal. Por el contrario, si no se alcanza esta posición y la rodilla se extiende durante la prueba, se determina la existencia de un acortamiento de éste músculo.

El hecho de que se logre mantener una abducción pasiva de la articulación coxofemoral menor a 15 grados durante esta prueba, indica que el tensor de la fascia lata tiene una adecuada longitud. Además, no debería producirse rotación interna en dicha articulación. La limitación en la articulación coxofemoral de una aducción pasiva a 15 o más grados, es señal de que éste músculo presenta un acortamiento. Asimismo, el hecho de que se presente concomitantemente rotación interna, permite confirmar aún más este hallazgo.

Finalmente, si la persona evaluada presenta durante esta prueba una aducción pasiva de la articulación coxofemoral menor a 15 grados, se determina que los aductores cortos del muslo poseen una longitud normal. Contrariamente, una abducción pasiva inferior a 15 grados indicaría un acortamiento de dichos músculos. Sin embargo, esta prueba puede verse influenciada por el estiramiento de la cápsula articular y, por tanto, debe usarse la prueba de confirmación mediante actos asistidos, realizados por el evaluador, que se señala a continuación para confirmar la tensión de los aductores cortos del muslo.

Conservando la posición adoptada para la prueba de los anteversores coxofemorales, la confirmación de la tensión es clara cuando se halla excesiva resistencia del tejido blando y un rango de movilidad articular disminuido al aplicar presión sobre el miembro inferior que cuelga libremente, en las direcciones siguientes:

- Con una mano el evaluador se apoya sobre la rodilla del miembro inferior que se encuentra junto al pecho, para mantener estable la posición, y con la otra mano, apoyada en la porción distal del muslo del miembro inferior que cuelga libremente, aplica fuerza en dirección hacia el suelo. Mediante este acto asistido, la retroversión coxofemoral debe alcanzar 10 ó 15 grados y la rodilla no debe extenderse si la resistencia del tejido blando es adecuada. Lo contrario indicaría un acortamiento en la longitud del psoas mayor e iliaco y del recto anterior del muslo, respectivamente, debido a la excesiva resistencia del tejido blando y la disminución de la amplitud del recorrido articular.

- Manteniendo la mano sobre la rodilla del miembro inferior que se encuentra junto al pecho, el evaluador aplica fuerza, con la mano que se apoya en el miembro inferior que cuelga libremente, sobre la porción distal de la pierna para flexionar la rodilla de forma pasiva y deben alcanzarse más de 100 a 105 grados de este acto articular, si el recto anterior del muslo presenta una longitud normal. Puede producirse flexión compensatoria de la cadera durante esta maniobra. Si lo anterior no es posible, es por que este músculo esta acortado. De ello, resulta la tendencia al recurvatum de la rodilla en el síndrome cruzado distal, fenómeno que se ve favorecido por el acortamiento de los músculos isquiotibiales.

- Sin modificar la posición de la mano de apoyo, que acabo de describir, el evaluador aplica la fuerza sobre la cara interna distal del muslo para abducir la articulación coxofemoral. Si

los aductores cortos de dicha articulación presentan una longitud normal, debe alcanzarse más de 15 a 20 grados de abducción, pues lo contrario demostraría un acortamiento en dichos músculos.

- Para buscar tensión en el tensor de la fascia lata, el evaluador se apoya con una mano sobre la cara lateral proximal del muslo y con la otra aplica fuerza sobre la cara lateral distal del muslo para aducir la articulación coxofemoral. Si se alcanzan más de 15 ó 20 grados de la amplitud del recorrido articular normal de este acto, este músculo presenta adecuada longitud. Menos amplitud de recorrido articular indicaría una excesiva resistencia del tejido blando.

Igualmente, podemos realizar el test de abducción de Ober modificado para determinar acortamiento en el tensor de la fascia lata, para lo cual la persona se coloca en decúbito lateral sobre la camilla con el miembro inferior que no se examina apoyado en anteversión coxofemoral y flexión de rodilla para mantener recta la región inferior de la espalda y estabilizar la pelvis evitando su balanceo anterior. En la mayoría de las personas, la parte lateral del tronco contactará con la camilla en esta posición de decúbito lateral. Esto puede no ocurrir en las personas con pelvis ancha y cintura estrecha.

Después de adoptar dicha posición, en el lado que va a ser inspeccionado, el evaluador coloca una mano lateralmente sobre el coxal, inmediatamente por debajo de la cresta ilíaca y empuja para fijar la pelvis y mantener la porción lateral del tronco en contacto con la camilla. Debe mantenerse la articulación femorotibial extendida e igualmente la coxofemoral en retroversión alienada con el tronco y se deja caer el miembro inferior en aducción hacia la camilla. El evaluador no debe rotar hacia fuera la articulación coxofemoral, pero ha de impedir su rotación hacia dentro y tira hacia atrás de ella en retroversión.

Se considera que el tensor de la fascia lata y la banda iliotibial poseen una longitud normal, cuando la aducción de la articulación coxofemoral es de 10 grados, es decir, cuando el muslo al dejarse caer alcanza estos grados de aducción por debajo de la horizontal.

Por el contrario, cuando el miembro inferior no cae al fijar la pelvis, lo que indica es que existe un acortamiento del tensor de la fascia lata y la banda iliotibial. En ocasiones se recomienda aplicar cierta presión sobre el epicóndilo externo, colocando una mano lateralmente, para comprobar que la persona no está manteniendo la articulación coxofemoral en abducción y confirmar el acortamiento del tensor de la fascia lata y la banda iliotibial.

Los músculos isquiotibiales (semimembranoso, semitendinoso y la porción larga del bíceps femoral) tienen una función esencial en la estabilización de la pelvis en sentido anteroposterior. Cuando ésta se inclina hacia delante, este grupo de músculos es el primero

en actuar para regresar a la pelvis hacia su posición neutra<sup>8</sup>. Debido al debilitamiento del glúteo mayor, que es un músculo sinergista de los isquiotibiales en la inclinación pélvica posterior, estos últimos tienden a retraerse en el síndrome cruzado distal. Por esta razón, se hace necesario evaluar su longitud muscular.

Es importante señalar que el acortamiento de los músculos anteversores de la articulación coxofemoral, puede interferir en la precisión de la prueba de longitud muscular de los isquiotibiales, por lo que se recomienda realizar dicha prueba al primer grupo muscular mencionado antes de evaluar a los segundos.

Se evalúa la longitud muscular de los isquiotibiales, con la persona en decúbito supino apoyando la región lumbar y el sacro, las espinas iliacas posterosuperiores y la parte de los glúteos sobre una camilla, con flexión de la articulación de la rodilla y apoyo del pie del miembro inferior que no se valora durante la prueba, para evitar la eventual influencia de los anteversores coxofemorales en caso de estar acortados y, por tanto, sobre la amplitud del recorrido articular de la retroversión de la misma articulación del miembro inferior que se examina, el cual es llevado de forma pasiva – asistida por el evaluador, con la rodilla extendida y el pie relajado en flexión plantar hacia el pecho del individuo durante la valoración.

Para evitar la eventual influencia del acortamiento de los músculos anteversores coxofemorales y poder mantener apoyando sobre la camilla la región lumbar y el sacro, las espinas iliacas posterosuperiores y la parte de los glúteos, también es posible flexionar pasivamente la rodilla del miembro inferior que no se valora durante la prueba, colocando un cojín debajo de la misma.

Bajo las circunstancias descritas anteriormente, se considera que la longitud de los isquiotibiales es normal, cuando la amplitud del recorrido articular del acto de retroversión coxofemoral es de 90 grados.

En consecuencia de que los músculos isquiotibiales (semimembranoso, semitendinoso y la porción larga del bíceps femoral) tienen un importante componente aductor y los músculos aductores coxofemorales, específicamente las fibras inferiores del aductor mayor, actúan como extensores en la misma articulación<sup>9</sup>, es necesario comprobar la longitud muscular de estos últimos, posteriormente a la evaluación de los isquiotibiales, ya que, cuando éstos se encuentran acortados, se limita la amplitud del recorrido articular de la aducción coxofemoral.

Para evaluar los aductores, la persona adopta la posición decúbito supino, colocándose junto al borde de la camilla apoyando todo el cuerpo sobre la misma. El evaluador agarra

---

<sup>8</sup> KAPANDJI, A. I. Fisiología articular: Miembro inferior. 5 ed. Madrid, España: Medica Panamericana, 2001. Tomo 2, p. 52 – 53.

<sup>9</sup> Ibid., p. 52 – 60.

con una mano el miembro inferior que se encuentre junto al borde de la camilla y apoya la otra mano sobre la espina iliaca anterosuperior del mismo lado.

Realiza una abducción pasiva con la rodilla extendida, la cual debe alcanzar 45 grados o más si los músculos aductores presentan una longitud normal. Unos isquiotibiales acortados pueden favorecer la limitación de la amplitud del recorrido articular de dicho acto. Si esta situación se ha comprobado previamente, la flexión de la rodilla del miembro inferior que se evalúa permitirá un aumento de los grados de movilidad articular que se alcanzan teniendo la rodilla extendida.

Por otro lado, debido al componente de rotación hacia afuera coxofemoral de los isquiotibiales (semimembranoso, semitendinoso y la porción larga del bíceps femoral) y los músculos aductores, especialmente las fibras posteriores del aductor mayor<sup>10</sup>, cuando éstos se encuentran acortados se limitara la amplitud del recorrido articular de dicho acto. En consecuencia, es necesario valorar los músculos pelvi-trocantéreos, específicamente el periforme, debido a su tendencia a acortarse.

La longitud muscular del periforme se evalúa con la persona en posición decúbito supino. El evaluador sostiene el miembro inferior que se examina, colocando una mano sobre la rodilla y agarrando con la otra la cara interna de la pantorrilla, y lo sitúa en anteversión coxofemoral con un ángulo aproximado de 60 grados, en aducción máxima, y estabiliza la pelvis empujando la rodilla en dirección del eje vertical del fémur. Finalmente, ejecuta una rotación hacia adentro en dicha articulación. Normalmente, se detecta una resistencia del tejido blando, suave gradualmente creciente, en el límite de amplitud del recorrido articular. Si el músculo está acortado, la sensación en el extremo es dura y puede estar asociada con dolor profundo en los glúteos.

Resultado del acortamiento de los isquiotibiales, los cuales además son flexores de la articulación de la rodilla, los músculos gemelos, sinergistas de este acto articular, tienden a acortarse. Concomitantemente, el sóleo como sinergista de los gemelos en la flexión plantar, también presentara la misma tendencia. Por ello, deberá evaluarse el tríceps sural.

Estos músculos se evalúan ejecutando por parte del evaluador dorsiflexiones pasivas en la articulación tibio-peronea-astragalina. Para determinar la longitud muscular de los gemelos la rodilla debe estar extendida, mientras que para el sóleo debe estar flexionada. Si estos músculos no presentan acortamiento, la dorsiflexión pasiva alcanza hasta 90 grados de movilidad articular.

Esta secuencia de desequilibrios musculares no solo tiene lugar en dirección caudal, sino que también se produce en sentido craneal. La musculatura lumbar a menudo esta acortada y atrofiada. Se puede deducir de ello que la lordosis lumbar que se presenta en el síndrome cruzado distal es consecuencia del acortamiento del cuadrado lumbar y los erectores espinosos a nivel lumbar.

---

<sup>10</sup> Ibid., p. 64 – 67.

Por tanto, una vez evaluados los músculos de los miembros inferiores que tienden a acortarse, deberán ser examinados los músculos cuadrado lumbar y los erectores espinosos a nivel lumbar.

El cuadrado lumbar es difícil de examinar debido a que cuando interviene de manera bilateral para apoyar la extensión lumbar entran en juego demasiados músculos espinosos. En razón de lo anterior, se realiza la evaluación de este músculo con la persona en posición decúbito lateral, flexionando ventralmente el tronco y con la pelvis inclinada hacia atrás\*, apoyándose sobre la cara lateral del miembro inferior -siendo el punto de contacto más superior la cresta iliaca- y la cara anterior del antebrazo con el codo flexionado a 90 grados, aproximadamente, -estando la articulación glenohumeral en abducción formando un ángulo de 90 grados- sobre una camilla. La persona asume durante esta posición una flexión lateral pasiva. Si el ángulo inferior de la escápula, que se encuentra en el costado de los puntos de apoyo, está elevado de la camilla unos 5 cm o más, se considera que este músculo posee la longitud normal.

Es importante señalar que para valorar la longitud del cuadrado lumbar de manera más precisa, suele ser necesario apoyarse en hallazgos de otras pruebas, que aún que son menos específicas que la propuesta por Janda et al., nos permiten deducir si existe acortamiento de dicha musculatura.

Los erectores espinosos lumbares también son difíciles de valorar. Para apreciar la longitud de estos músculos, la persona adopta la posición de sedestación con apoyo isquiofemoral al borde de la camilla. Seguidamente, inclina la pelvis hacia atrás al mismo tiempo que permite una flexión ventral pasiva del tronco con los miembros superiores a los lados descansando libremente. Se considera que la longitud es normal cuando se alcanzan los 45 grados de flexión ventral.

**1.1.4 Pruebas de secuencia de activación muscular en trabajos dinámicos activos.** El motivo por el que se efectúa este tipo de pruebas es constatar los hallazgos encontrados en las valoraciones generales (la postura erecta estática con apoyos bipodal y unipodal y el análisis de la marcha), empleando pruebas que involucran los grupos musculares que presentan tendencia a debilitarse o a acortarse en determinados segmentos corporales.

Estas pruebas son test específicos para identificar si la secuencia de activación muscular para ciertos modelos estereotípicos de acciones dinámicas es la normal o si existen alteraciones debido a desequilibrios musculares. Probar la fuerza de músculos individuales sin preocuparse por la rapidez de activación o de relajación, o por la secuencia de activación agonista, sinergista y estabilizadores es un error, ya que el cerebro piensa en términos de acciones completas y no de músculos individuales<sup>11</sup>.

---

\* A partir del análisis de los actos articulares en los que participa el cuadrado lumbar, recomiendo esta posición modificada para que se evalúe de forma más objetiva su longitud muscular.

<sup>11</sup> LIEBENSON, Craig, Op. Cit., p. 52.

Un ejemplo clásico de desequilibrio muscular que ocasiona un modelo alterado de acción se observa cuando los anteversores coxofemorales acortados se combinan con debilidad en el glúteo mayor, produciendo una descoordinada e ineficaz secuencia de activación muscular en la acción de retroversión coxofemoral. El glúteo mayor puede inhibirse y activarse mal durante la acción, conduciendo a la sobreactividad de los estabilizadores de la columna lumbar y los sinergistas de la inclinación pélvica posterior, los músculos erectores espinosos y los isquiotibiales, respectivamente.

El propósito de la identificación de modelos de acción alterados es descubrir qué músculos son los que están hipotónicos y cuales son los que están hipertónicos, para determinar que intervención es la necesaria para que no se presenten modelos de acción antieconómicos.

Con las pruebas clásicas de fuerza propuestas por Kendall's solo se determina el grado de fortaleza muscular, no cómo se reclutan los músculos que intervienen en una acción -su calidad-. Las pruebas propuestas por Janda son mucho más sensibles, pues se centran menos en el grado de fuerza y más en la secuencia de activación de los músculos más importantes que intervienen en determinada acción y en el grado de activación de los motores principales y sus sinergistas. En este sentido, el inicio de la acción es más importante que el final de la misma.

Solamente describiré las pruebas de secuencia de activación muscular, especialmente las propuestas por Janda<sup>12</sup>, en las que intervienen los músculos que suelen debilitarse o acortarse en el síndrome cruzado distal, por las razones descritas en párrafos anteriores. No obstante, otras exigencias funcionales claves como el agacharse en cuclillas, arremetidas, pasar un obstáculo ubicado a la altura de las rodillas, etc., pueden evaluarse también para identificar secuencias de activación muscular y desequilibrios musculares.

La retroversión coxofemoral es uno de los modelos básicos de acciones estereotípicas que se emplea para evaluar la secuencia de activación muscular. Para ello, la persona adopta la posición decúbito prono y el evaluador coloca una de sus manos en los erectores espinosos lumbares y la otra sobre el glúteo del lado opuesto al que ha colocado su otra mano. Se le pide a la persona que realice una retroversión coxofemoral con la rodilla extendida y se observa la relación entre la activación de los isquiotibiales, del glúteo mayor y de los erectores espinosos.

Se espera que se presente el siguiente orden de activación si la secuencia muscular es adecuada: Isquiotibiales, glúteo mayor, los erectores espinosos contralaterales y los erectores espinosos ipsilaterales. Cuando los isquiotibiales se activan y posteriormente le siguen los erectores espinosos contralaterales e ipsilaterales, se produce un modelo alterado de acción o tramposo, ya que la contracción del glúteo mayor se retrasa se puede deducir que se encuentra debilitado. El modelo de acción más alterado es cuando los erectores espinosos ipsilaterales o incluso los músculos de la banda de la región del hombro inician la acción y la activación del glúteo mayor es débil y se retrasa sustancialmente. En esta

---

<sup>12</sup> JANDA, V. Evaluación del desequilibrio muscular. En: LIEBENSON, Craig, Op. Cit., p. 130 – 137.

situación, la totalidad del rendimiento motor cambia. Se observa poca o ninguna retroversión coxofemoral, y la elevación del miembro inferior se logra mediante la inclinación pélvica hacia delante y la acentuación de la lordosis lumbar.

Se evalúan a continuación los abductores coxofemorales, con la persona en posición decúbito lateral y con el miembro inferior que se apoya sobre la camilla en flexión de rodilla de 90 grados y anteversión coxofemoral de 60 grados. El miembro inferior que se examina ejecuta una abducción coxofemoral con rodilla extendida.

En dicho acto articular, los glúteos mediano y menor, junto con el tensor de la fascia lata, actúan como motores principales, mientras que el cuadrado lumbar estabiliza la pelvis. Si existe una adecuada secuencia de activación muscular, se debe presentar una abducción pura, es decir, no se presenta simultáneamente rotación hacia adentro y anteversión coxofemoral, actos que indicarían la presencia de un modelo alterado en dicha acción, debido a la tensión excesiva del tensor de la fascia lata. El peor modelo de abducción coxofemoral tiene lugar cuando el cuadrado lumbar actúa no sólo para estabilizar la pelvis, sino también para iniciar la acción a través de la inclinación pélvica lateral.

Aún que Janda no sugiere dentro de sus modelos de acción básicos la prueba que describo a continuación, propongo evaluar la acción de extensión femorotibial, como un modelo estereotípico que se presenta comúnmente cuando marchamos, ya que permite examinar la secuencia de activación muscular de un segmento corporal en el que suelen presentarse desequilibrios musculares típicos. Por tanto, una vez evaluados los actos de retroversión y abducción coxofemoral, se ejecuta ésta prueba.

La persona adopta para esta prueba la posición decúbito supino sobre el extremo de una camilla, apoyando la región glútea y los muslos, con las articulaciones femorotibiales flexionadas a 90 grados fuera de la misma, de forma que cuelguen libremente. Después de asumir dicha posición, el individuo realiza una extensión máxima con ambas articulaciones femorotibiales.

Si la secuencia de activación muscular es adecuada, se observa una extensión pura en la rodilla. Esto indicaría el siguiente orden de activación en la secuencia muscular: Vastos, recto anterior del muslo y tensor de la fascia lata. Además, los rectos abdominales actúan estabilizando la pelvis. Cuando la contracción de los vastos se retrasa, el recto anterior del muslo y posteriormente el tensor de la fascia lata extenderán la rodilla y esta rotará hacia afuera. El modelo de acción más alterado es cuando para extender las rodillas se presenta inclinación anterior de la pelvis, debido a la excesiva tensión de los músculos biarticulares de la rodilla que también son anteversores coxofemorales y a la debilidad de los rectos abdominales.

La flexión ventral del tronco es un modelo de acción básica que permite determinar la interacción entre el generalmente fuerte psoas mayor e iliaco y los habitualmente débiles músculos abdominales. Se realiza la evaluación de esta acción con la persona en posición

decúbito supino, con la pelvis inclinada hacia atrás, las rodillas flexionadas ligeramente y apoyando la parte posterior de los muslos, las pantorrillas y los talones en la camilla.

El evaluador coloca la palma de cada mano en el extremo distal de la cara anterior de ambos pies y le pide a la persona que ejecute de forma simultánea flexiones plantares contra las manos, las cuales oponen resistencia a dicho acto. A su vez, la persona realiza una flexión ventral del tronco, con los miembros superiores ubicados a los lados del mismo de forma relajada, incorporándose hasta la sedestación y se observa si la acción se ejecuta con la espalda casi recta, especialmente en la columna lumbar, y si se mantiene la posición inicial de la pelvis, modelo considerado como normal.

Si la musculatura abdominal es débil y el psoas mayor e iliaco es fuerte y dominante, la acción de flexión ventral del tronco es casi mínima, la columna lumbar se lordotiza y la pelvis se inclina hacia delante, secuencia de activación muscular típica del modelo de acción alterado, que se presenta en el síndrome cruzado distal.

Considero que esta última prueba debe ser complementada por el modelo de acción, en el que la persona adopta como punto de partida la posición decúbito supino con los antebrazos cruzados sobre el pecho, anteversión coxofemoral a 90 grados y rodillas extendidas; para posteriormente descender los miembros inferiores hasta hacer contacto con la superficie horizontal de la camilla. Propongo la valoración de esta prueba, a partir de la concepción de Janda y no de la de Kendall's -gradación angular de fortaleza muscular-.

La secuencia de activación muscular en dicho modelo de acción es adecuado, cuando la persona mantiene durante todo el recorrido articular de retroversión coxofemoral, recta la columna lumbar sobre la camilla, lo que indica que los músculos rectos y oblicuos externos del abdomen actúan de manera adecuada para mantener la inclinación posterior de la pelvis y los anteversores coxofemorales intervienen excéntricamente controlando el descenso de los miembros inferiores sin sobreactivarse.

Si la columna lumbar se lordotiza y la pelvis se inclina hacia delante durante esta acción, la secuencia de activación muscular se encuentra alterada, los retroversores coxofemorales se activan excesivamente como consecuencia de un retraso en la activación de los músculos abdominales, debido a que estos últimos se encuentran debilitados y los primeros acortados.

No hay que olvidar, que el suelo pélvico se sitúa en el complejo lumbo -pélvico- femoral y que la lordosis lumbar como consecuencia de la inclinación pélvica anterior conllevará al debilitamiento de los músculos del perineo, especialmente, del elevador del ano.

Por otra parte, es importante señalar que cuando los músculos rectos abdominales son demasiado débiles, los oblicuos externos e interno, que hacen parte de las cadenas cruzadas anteriores, intentarán reforzar la estática junto a los serratos anteriores o mayores, y si no logran compensar dicha alteración, engendrarán igualmente una debilidad muscular. Podemos afirmar, que cuando el serrato anterior o mayor se debilita, se presentará una

secuencia de desequilibrios musculares en dirección craneal, que conducirán a modelos de acción alterados que involucran músculos de la cintura escapular, la región anterior del tórax, la región anterior y posterior del cuello, y que en conjunto Janda ha denominado síndrome cruzado proximal -superior- (Véase la Figura 5).

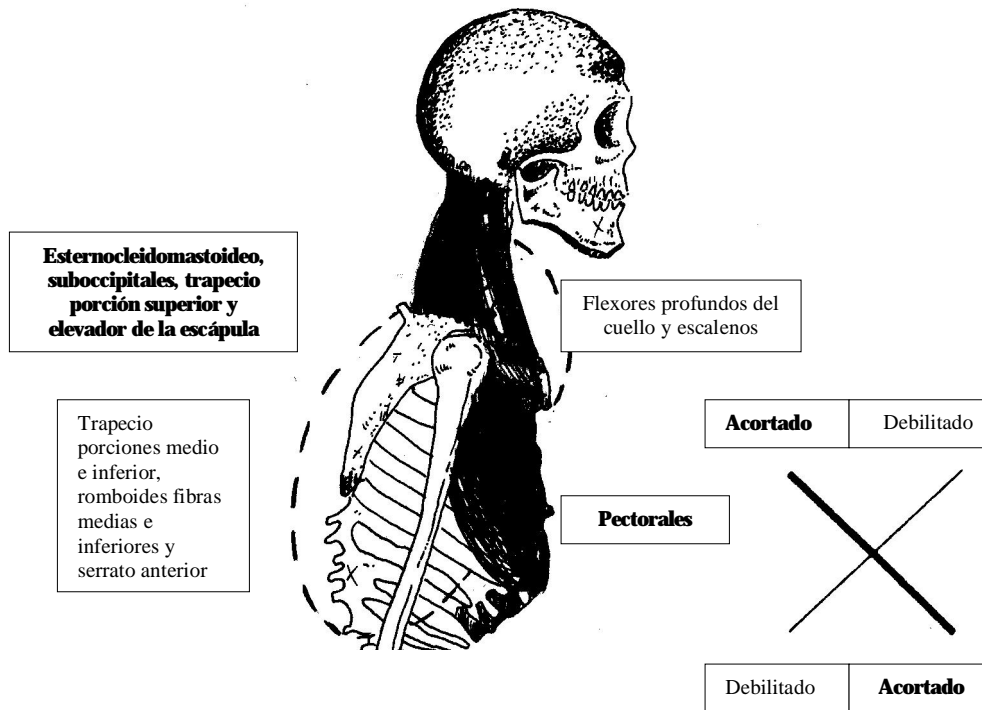


Figura 5. Desequilibrios musculares del síndrome cruzado proximal - superior -.

Se recomienda evaluar adecuadamente cada uno de los músculos involucrados en este segundo síndrome, mediante las pruebas de elongación y secuencia de activación muscular pertinentes de acuerdo a la tendencia de la reacción funcional de la musculatura esquelética (Véase la tabla 1).

Para finalizar, quisiera recomendar algunos principios de programación del ejercicio físico aplicados al entrenamiento muscular de una forma muy concisa.

A través de unos ejercicios de estiramiento acompañados de la ejecución de los actos articulares que cada uno de estos grupos musculares posibilitan y de fortalecimiento apropiados, es posible contrarrestar estos desequilibrios y todas sus secuelas negativas (Véase la Figura 6).

El acondicionamiento muscular, se realizará durante los primeros minutos de la parte principal de la sesión, teniendo como propósito básico el mantenimiento y/o mejoramiento del equilibrio muscular, ya que éste es la base para implementar posteriormente trabajos de fuerza resistencia dinámica de baja intensidad, en los casos que sea necesario implementar

esta estrategia como medida facilitadora para alcanzar objetivos, tales como, fortalecer tendones y ligamentos o realizar ejercicios físicos de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración para reducir el exceso del porcentaje de grasa.

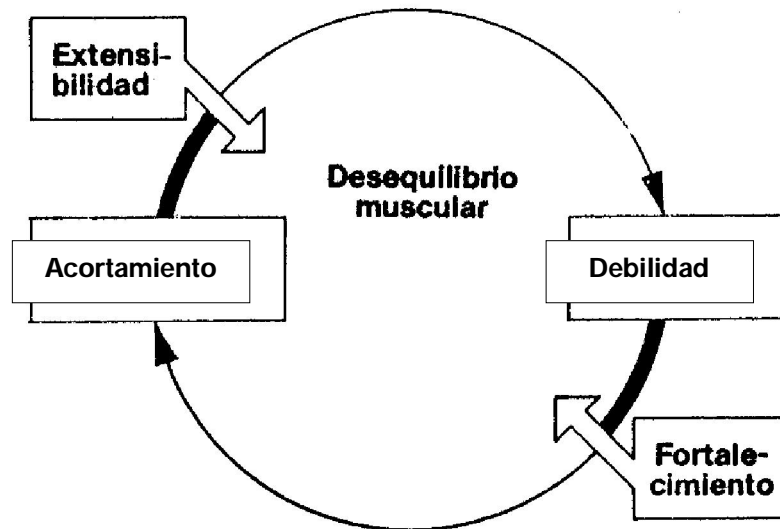


Figura 6. Influjo del ejercicio físico en los desequilibrios musculares<sup>13</sup>.

En cuanto al calentamiento para preparar la musculatura desequilibrada, hoy ya no se concibe iniciar con activaciones dinámicas generales como caminar, trotar, montar bicicleta y otras actividades aeróbicas, sino a través de ejercicios locales en los que se contraiga la muscular de forma activa mientras un compañero realiza oposición ejerciendo fuerza en sentido contrario, alternados con estiramientos dinámicos y movimientos articulares tanto de los músculos agonistas como antagonistas, comenzando con los músculos de los miembros inferiores o superiores más proximales y finalizando con los más distales, según la región del cuerpo que se ejercitara con los contenidos de la parte principal. Los ejercicios físicos de flexibilidad se realizarán durante 15 o 20 segundos cada uno y se acompañarán de la ejecución de las acciones que cada uno de estos grupos musculares posibilitan. Por último, se realizarán ejercicios físicos de mayor intensidad que sean idénticos o similares a los que se ejecutaran en la parte principal de la sesión.

Posteriormente al inicio de la parte principal de la sesión, se deberá elongar primeramente los músculos acortados y posteriormente fortalecer los debilitados. Es importante resaltar que entre los contenidos de extensibilidad y fortalecimiento deberán ejecutarse los actos articulares que cada uno de los grupos musculares estirados posibilitan. Propongo realizar ejercicios sin cargas extras inicialmente y sugiero las siguientes secuencias:

<sup>13</sup> SPRING, H. et al. Stretching: Ejercicios gimnásticos de extensibilidad y fortalecimiento. Barcelona: Hispano Europea, S. A., 1988. p. 15.

- Estirar la musculatura extensora lumbar y potencializar la musculatura abdominal.
- Estirar los anteversores coxofemorales y fortalecer los retroversores coxofemorales, especialmente el glúteo mayor.
- Elongar los músculos flexores de rodilla y potencializar los extensores monoarticulares de la rodilla.
- Estirar los aductores coxofemorales y fortalecer los músculos abductores de la misma articulación, especialmente el glúteo medio.
- Elongar los músculos rotadores hacia afuera de las articulaciones coxofemorales y potencializar los rotadores hacia adentro de la misma articulación.
- Estirar el tríceps sural y fortalecer los músculos dorsiflexores.

La secuencia anterior se realiza para compensar los desequilibrios musculares o la tendencia existente en el síndrome cruzado distal -inferior-. Por otra parte, sugiero esta otra secuencia para compensar los desequilibrios musculares que suelen presentarse en el síndrome cruzado proximal -superior-:

- Estirar los anteversores coxofemorales y fortalecer los retroversores coxofemorales, especialmente el glúteo mayor.
- Estirar la musculatura extensora lumbar y potencializar la musculatura abdominal.
- Elongar la musculatura pectoral y fortalecer el trapecio porciones media e inferior, romboides mayor y menor, dorsal ancho y la musculatura extensora dorsal.
- Estirar la musculatura tónica del cuello: Esternocleidomastoideo, trapecio porción superior y angular del omoplato. Fortalecer la musculatura flexora cervical, especialmente los escalenos.

Posteriormente a los contenidos que he recomendado para compensar los desequilibrios musculares, se debe realizar la reeducación de las acciones que se encuentran alteradas debido al reclutamiento descoordinado y antieconómico de secuencias de activación muscular de sustitución en las que participan los grupos musculares que se encuentran retraídos y debilitados.

Es muy importante implementar, seguidamente a estos últimos contenidos, el entrenamiento de fuerza resistencia dinámica de baja intensidad, como estrategia previa a los contenidos de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración, ya que permitirán fortalecer el tejido conectivo que conforman el aparato locomotor activo, agotar más rápidamente los depósitos de glucógeno muscular y resistir las cargas de entrenamiento de los ejercicios de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración que se alcanzan al final de la fase de acondicionamiento en las personas con exceso de tejido adiposo. Es importante tener presente que en este tipo de entrenamiento muscular, se deberá ejercitar tanto los músculos agonistas como antagonistas mediante ejercicios de fortalecimiento y de flexibilidad, recordando iniciar por los músculos agonistas con tendencia a debilitarse el fortalecimiento y seguidamente a su estiramiento continuar con el músculo antagonista el fortalecimiento. No obstante, previamente al fortalecimiento del agonista fásico, se debe haber elongado el antagonista tónico.

Se puede utilizar un circuito o el entrenamiento por fases, como estrategia para realizar los contenidos de fuerza resistencia dinámica de baja intensidad, teniendo presente que deberán diseñarse los ejercicios necesarios para que se ejerciten los músculos de los miembros superiores o inferiores que posteriormente intervendrán en el trabajo de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración. A manera de ejemplo propongo la siguiente programación de 8 semanas (Véase el Cuadro 1), recordando que la relación agonista y antagonista existente entre cuádriceps e isquiotibiales que es de 3:2, por lo que los músculos del cuádriceps, especialmente los vastos que tienen tendencia a debilitarse, deberán ejercitarse una vez más que los isquiotibiales.

Cuadro 1. Programa de ejercicios físicos de fuerza resistencia de baja intensidad para la fase de acondicionamiento

Ejercicios de Fuerza – Resistencia *		Semanas de Entrenamiento							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Extensión de las rodillas	Intensidad	20--30	20--30	30	30	30	30--40	30--40	40
	Repetición	15--20	15--20	15--20	15--20	15--20	15--20	15--20	15--20
	Series	1--2	1--2	2	2--3	3	3	3	3
Estiramiento durante 10 o 15 segundos									
Flexión de las rodillas	Intensidad	20--30	20--30	30	30	30	30--40	30--40	40
	Repetición	15--20	15--20	15--20	15--20	15--20	15--20	15--20	15--20
	Series	1--2	1--2	2	2--3	3	3	3	3
Estiramiento durante 10 o 15 segundos									

Al respecto de las relaciones entre músculos agonista y antagonista es importante resaltar, que dicha información no debería tenerse presente si persisten los desequilibrios musculares, ya que se podría acentuar más este problema. Es el caso de la relación Tríceps sural / músculos dorsiflexores que es de 3:1, pues si ejercitamos en mayor proporción el soleo y los gemelos que son músculos con tendencia a acortarse, estos terminarán siendo cada vez más fuertes y el tibial anterior, el peroneo anterior, el extensor largo de los dedos y el extensor largo del dedo gordo cada vez más débiles.

Por último, quisiera resaltar que se deberá tener presente los siguientes puntos: Antes de concentrarse en los miembros inferiores y superiores debe haberse entrenado adecuadamente la musculatura del tronco y toda secuencia de entrenamiento muscular utilizada para los contenidos de fuerza resistencia dinámica de baja intensidad iniciará con los músculos de los miembros inferiores o superiores más proximales y finalizará con los más distales, realizando primero los ejercicios locales y luego los generales. Asimismo, recordar que el entrenamiento orientado hacia la hipertrofia muscular y la coordinación intramuscular, es decir, la fuerza máxima debe realizarse posteriormente a todo lo señalado en este texto.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BOMPA, Tudor O. Periodización del entrenamiento deportivo. Barcelona, España: Paidotribo, 2000.

BUSQUET, Léopold. Las cadenas musculares: Lordosis – cifosis – escoliosis y deformaciones torácicas. Barcelona, España: Paidotribo, ISBN: 84-8019-171-6. Tomo II.

GROSSER, Manfred y MULLER, Helmut. Desarrollo muscular. Barcelona, España: Hispano Europea. 1990.

KAPANDJI, A. I. Fisiología articular: Miembro inferior. 5 ed. Madrid, España: Medica Panamericana, 2001, Tomo 2 y tomo 3.

KENDALL, F. P.; KENDALL McCREARY, E. y PROVANCE, P. G. Músculos: Pruebas, funciones y dolor postural. 4 ed. Madrid, España: Marbán libros, S.L., 2000.

LIEBENSON, Craig. Manual de rehabilitación de la columna vertebral. Barcelona, España: Paidotribo, 1996.

O'RAHILLY, Ronan. Anatomía de Gardner. 5 ed. México: Interamericana – McGraw Hill, 1989.

SCHNEIDER W.; DVORÁK, J.; DVORÁK V. y TRITSCHLER, T. Medicina manual: terapéutica. 2 ed. Barcelona, España: Scriba, S.A., 1994.

SPRING, H.; ILLI, U.; KUNZ, H.; RÖTHLIN, K. y TRITSCHLER, T. Stretching: Ejercicios gimnásticos de extensibilidad y fortalecimiento. Barcelona, España: Hispano Europea, S. A., 1988.

WEINECK, Jurgen. Anatomía Deportiva. Barcelona, España: Paidotribo, 1996.