

Monograph

Glúteo Medio: Anatomía Aplicada, Disfunción, Valoración y Fortalecimiento Progresivo

John Cronin, PhD^{2,3}, Justin W L Keogh³, Laura Presswood¹ y Chris Whatman³

¹Carmel College, Auckland, New Zealand.

²Edith Cowan University, Perth, Western Australia, Australia.

³Institute of Sport and Recreation Research New Zealand, School of Sport and Recreation, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand.

RESUMEN

Uno de los déficits más comunes identificados por los especialistas en rehabilitación y por los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento es la debilidad de los glúteos, particularmente el glúteo medio (GM). La debilidad de los glúteos puede reducir el rendimiento deportivo y precipitar diversas lesiones de las extremidades inferiores. En el presente artículo, se discute la anatomía y la función del glúteo medio, se presenta una revisión de la literatura actual referente al acondicionamiento del GM y se recomendará un modelo de ejercicio basado en las actuales guías para el fortalecimiento de estos músculos.

Palabras Clave: marcha, glúteo, lesión, estabilidad, fuerza

INTRODUCCION

El músculo glúteo medio (GM) es uno de los principales abductores de la cadera, y actúa como estabilizador de la pelvis en el plano frontal durante la marcha y otras actividades funcionales (10, 20). Se ha establecido que la debilidad o la disfuncionalidad del GM está vinculada con numerosas lesiones de las extremidades inferiores (2, 9, 11, 14, 38, 43) y con anomalías en los ciclos de la marcha (31). Por lo tanto, parece que existe la necesidad de desarrollar programas específicos para el acondicionamiento del GM que sirvan de guía para que los especialistas en rehabilitación y los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento puedan utilizar en su práctica sin considerar el nivel inicial de sus clientes. Dichos programas deben provocar la sobrecarga progresiva del GM e incluir la movilización activa, el fortalecimiento, la propiocepción y ejercicios funcionales o específicos del deporte. El foco principal de este artículo es proveer pautas (ejemplos) para que los especialistas en el entrenamiento de la fuerza y acondicionamiento apliquen en los procesos de rehabilitación para atletas con lesiones asociadas al GM y para la mejora del rendimiento deportivo. Con este objetivo en el presente artículo se incluye, (a) una descripción de la anatomía básica y función del GM, (b) una descripción de los factores que debilitan el GM y de las lesiones que se pueden producir por esta debilitación, (c) una descripción de los procedimientos para la valoración de la función del GM, (d) un listado de los posibles ejercicios para el fortalecimiento y (e) una revisión de los estudios experimentales en esta área. Utilizando esta información y las guías prácticas de acondicionamiento aceptadas, presentamos un modelo que implica una aproximación sistemática y progresiva a la rehabilitación y fortalecimiento del GM.

ANATOMIA, PATOLOGIA Y LESIONES RELACIONADAS CON LA ANATOMIA DEL GM

Gottschalk et al (19) describieron el GM como un “músculo ancho y grueso ubicado en la superficie exterior de la pelvis”. El GM tiene fibras anteriores, medias y posteriores, es curvo y tiene forma de abanico y se estrecha en un fuerte tendón (Figura 1). Con su origen en la superficie exterior del hueso ilíaco entre las líneas glúteas media y posterior, el GM se inserta en la superficie lateral del trocánter mayor del fémur (19, 23). El GM abduce la articulación de la cadera a la vez que las fibras anteriores contribuyen la flexión y rotación interna de la cadera y las fibras posteriores contribuyen a la extensión y rotación externa de la cadera (7). El GM es responsable de evitar que el lado opuesto de la pelvis “caiga” durante la marcha, lo que se conoce comúnmente como marcha de Trendelenburg (7, 10), y además desempeña un papel importante en la estabilización frontal de la pelvis durante la marcha y otras actividades funcionales (10, 20).



Figura 1. Representación gráfica del músculo glúteo medio.

FACTORES QUE CONTRIBUYEN LA DEBILITACION DEL GM

Diversos factores pueden contribuir a la debilidad del GM. Desde el punto de vista médico, estos pueden incluir microlesiones en forma de lágrimas en el manguito rotador de la cadera (24) y la dislocación congénita de la cadera (31). Los factores asociados con el estilo de vida también pueden causar debilidad del GM. Entre estos factores se pueden incluir el hábito de pararse con el peso del cuerpo apoyado predominantemente sobre una de las piernas, con la cadera

inclinada hacia un lado y dormir de costado con la pierna de arriba flexionada y aducida sobre la otra pierna (3, 26). Estas posiciones pueden debilitar los músculos abductores de la cadera, particularmente el GM, ya que estos músculos permanecen en una posición algo elongada (más allá de la longitud fisiológica de reposo) durante períodos prolongados de tiempo. En casos de tareas ocupacionales y de problemas posturales se ha observado una debilitación de menor severidad, en los cuales se ven afectados mayormente los músculos monoarticulares (una articulación) como el GM (6, 26).

PATOLOGIA

Se ha sugerido que existe una relación entre la debilidad o disfuncionalidad del GM y diversas lesiones de las extremidades inferiores (32, 43, 45). Las principales lesiones vinculadas con la debilidad o disfuncionalidad del GM se describen brevemente a continuación.

Marcha de Trendelenburg

Una persona que presenta debilidad unilateral o bilateral del GM puede desarrollar lo que se denomina “marcha de Trendelenburg”. La función normal del GM durante la marcha es mantener la pelvis alta a medida que una de las piernas se desplaza hacia delante. Durante la marcha, cuando una de las piernas se desplaza hacia delante, el GM de la pierna opuesta, se contrae para evitar que la pelvis se desplace lateralmente. En la condición conocida como marcha de Trendelenburg, el GM no puede mantener alto el lado opuesto de la pelvis cuando el peso del cuerpo se encuentra apoyado en una sola pierna, por lo que la pelvis se inclina hacia abajo cuando la pierna que se desplaza se encuentra en el aire (Figura 2). Esta caída contralateral de la pelvis ocurre debido a que el GM no produce el suficiente momento de abducción interna de la cadera para equilibrar el momento de aducción externa que se produce cuando el peso del cuerpo se encuentra apoyado en una sola pierna (9). Por lo tanto, aquellos con marcha de Trendelenburg tienen una reducida eficiencia de marcha y una menor velocidad de carrera y además tendrán un mayor riesgo de desarrollar dolor lumbar como resultado de que la pelvis no está siendo estabilizada durante la marcha, los saltos y las caídas o cuando se realizan ejercicios de entrenamiento con sobrecarga unilaterales (3).



Figura 2. Test para detectar la condición conocida como marcha de Trendelenburg con resultado positivo.

Síndrome de Dolor Rotuliano Femoral (PFPS)

Earl et al (10) describieron el PFPS como una lesión por sobreuso caracterizada por dolor en la parte anterior de la rodilla, con frecuencia agravada por la realización de actividades como subir escaleras, agacharse o sentarse, durante un período prolongado de tiempo. La inhibición o disfunción del GM puede contribuir a la reducción del control motor de la cadera, permitiendo que se produzca una mayor aducción y/o rotación interna del fémur. Esto produce un mayor vector valgo en la rodilla, incrementando las fuerzas dirigidas lateralmente que actúan sobre la rótula y contribuyen al desplazamiento lateral de la misma (9, 21).

Lesiones en el Ligamento Cruzado Anterior (ACL) y Otras Lesiones de la Rodilla

Schmitz et al (38) mostraron que el GM ayuda a mantener la posición de la cadera en el plano transversal cuando se produce el incremento de las fuerzas de rotación en la cadera. Una rotación excesiva del fémur durante una caída es un potencial mecanismo de lesión para el ACL (22). Por lo tanto, los atletas que tienen un alto nivel de control y fuerza del GM pueden ser capaces de contrarrestar movimientos no deseados de rotación y aducción durante las caídas. Esto puede ser

particularmente importante para las atletas mujeres, quienes experimentan tasas significativamente mayores (6 a 8 veces) de lesiones del ACL y exhiben una rodilla valga y/o una rotación de la cadera significativamente mayor que los hombres (22).

Lesiones en la Articulación del Tobillo

La falta de fuerza en los abductores de la cadera puede no permitir que un individuo comience a tiempo con el movimiento de cadera necesario para contrarrestar una súbita perturbación lateral externa. Esta situación puede incrementar el riesgo de lesiones en la articulación del tobillo (14). Beckman y Buchanan (2), respaldaron el rol del GM para la prevención de las lesiones en la articulación del tobillo al mostrar que los sujetos que exhibían una hipermovilidad de la articulación del tobillo también presentaban una reducción de la latencia del GM. Por lo tanto, parece probable que la pérdida de fuerza así como la incapacidad para reclutar rápidamente las fibras del GM pueden incrementar el riesgo de lesión en la articulación de la rodilla.

VALORACION MUSCULO- ESQUELETICA DEL GLUTEO MEDIO

Janda (23) describió un sistema de 6 grados (Tabla 1; Figuras 3 y 4) para la valoración de la fuerza del GM. Un sistema similar para la evaluación manual, con la adición de grados medios fue propuesta por Kendall et al (26). Estos sistemas de evaluación han sido originalmente diseñados para evaluar la fuerza en aquellos que poseen una disfunción neurológica; por lo tanto, los grados 1 y 2 indican la capacidad para contraer el músculo o mover la cadera en posición de anti gravedad (plano horizontal). Para la evaluación de poblaciones normales, el test más comúnmente utilizado es la abducción de la cadera con el sujeto recostado lateralmente. Los grados de este test se registran en el rango de 3 a 5, indicando la capacidad de mantener la posición solo contra la fuerza de gravedad, contra la fuerza de gravedad más una resistencia moderada, o contra la fuerza de gravedad más una resistencia máxima. La comparación con el lado opuesto puede proveer un índice de la fuerza normal de los sujetos y ser útil para determinar que músculo es en efecto el que está debilitado.

Los tests para la valoración de la fuerza del GM en actividades funcionales o en tareas deportivas específicas también pueden ser útiles para identificar deportistas que requieren de un trabajo de fortalecimiento para estos músculos. En la Tabla 2 se presenta un resumen de estos tests (ver también Figuras 5 y 6). El test de Trendelenburg es probablemente el más conocido de estos tests y es utilizado para valorar la capacidad del GM para mantener la pelvis en posición mientras el sujeto se para sobre una sola extremidad. Se han descrito versiones modificadas del test de Trendelenburg, tal como la utilizada por Mascal et al (32) quienes observaron a sujetos que pasaban de estar parados sobre ambas piernas a estar parados sobre una pierna (con y sin elevación de brazos), registrando los signos de inclinación o desplazamiento pélvico que podían indicar debilidad o falta de control motor del GM. La sentadilla sobre una sola pierna es una progresión del test de Trendelenburg y se utiliza comúnmente para valorar la capacidad del GM para mantener el nivel de la pelvis durante una tarea funcional dinámica (5). En la Tabla 2 se presenta un resumen de estas técnicas de valoración.

Test	Descripción	Autores
Abducción de la Cadera en Posición Supina (Grado 0, 1)	En posición supina con las piernas extendidas. Palpar la contracción muscular durante la abducción de la cadera en un rango parcial de movimiento. La palpación del trocánter mayor ayuda a asegurar que se está produciendo la abducción de la cadera sin un movimiento de la pelvis.	Janda (23)
Abducción de la Cadera en Posición Supina (Grado 2)	En posición supina con las piernas extendidas. Se palpa la espina iliaca antero-superior (ASIS) y el trocánter mayor para asegurar que se está produciendo la abducción de la cadera. Realizar la abducción de la cadera en todo el rango de movimiento (Figura 3).	Janda (23)
Abducción de la Cadera con el Sujeto Recostado Lateralmente (Grado 3)	El sujeto debe realizar la abducción de la cadera estando recostado lateralmente (mantener la pierna que queda debajo con la rodilla flexionada). Mantener la extensión de la rodilla y realizar una ligera extensión de cadera en extremidad que realiza la abducción. El sujeto puede abducir la cadera a través de todo el rango de movimiento sin movimiento hacia atrás de la pelvis y flexión o rotación interna de la cadera (Figura 4).	Janda (23) Kendal et al (26)
Abducción de la Cadera con el Sujeto Recostado Lateralmente (Grado 4)	Ídem al anterior con excepción de que se agrega una resistencia al aspecto lateral de la rodilla.	Cutter y Kervorkian (7), Fredericson et al. (11), Janda (23), Kendall et al. (26), Mascal et al. (32), Niemuth et al. (34), Tyler et al. (42), Wilson (45)

Tabla 1. Descripción de los métodos más comunes para la valoración musculoesquelética del GM.



Figura 3. Test de abducción de la cadera en posición supina.

Se reconoce que los tests de valoración manual descritos en la Tabla 1 pueden ser más aplicables a la valoración de la función del GM en pacientes con condiciones neurológicas/ortopédicas o en individuos sedentarios. Esto se debe a que estos tests exhibir ciertas limitaciones cuando son utilizados en atletas, en los cuales puede no detectarse una pérdida de fuerza del GM y de función específica del deporte. Sin embargo, los tests descritos en la Tabla 2 aun tienen ciertas limitaciones cuando son utilizados en atletas ya que los tests descritos en la Tabla 2 no replican los cortos tiempos de contacto, las grandes fuerzas y las velocidades características de los movimientos deportivos más comunes tales como los sprints y los saltos. Por esta razón, la valoración comprehensiva de la función del GM requiere de la inclusión de evaluaciones isométricas (25) o isocinéticas (29) como tests funcionales (30) para valorar adecuadamente la capacidad de los atletas para controlar y producir altos niveles de fuerza con el GM.

Los tests isocinéticos e isométricos son, por lo general, altamente confiables (y más confiables que los tests de valoración manual descritos en la Tabla 1) y además permiten la medición precisa del torque (fuerza) de cualquier grupo muscular (5, 6, 17, 39, 41). Sin embargo, nosotros recomendamos la utilización de tests isométricos para la valoración de la fuerza de abducción en la articulación de la cadera debido a que la evaluación con tests isométricos es más confiable para valorar la fuerza de abducción (6, 29, 39), es menos costosa y toma menos tiempo que la dinamometría isocinética. Si se incluyen tests de carrera, saltos y caídas para la valoración del GM, puede ser difícil observar la calidad de movimiento como resultado de las altas velocidades que se producen en estos movimientos. Por esta razón, estos movimientos deberían registrarse en video desde diversas posiciones para ayudar a los especialistas en rehabilitación y/o a los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento a realizar una valoración más precisa y confiable de la función del GM durante la realización de actividades específicas del deporte. Se deben llevar a cabo estudios adicionales para desarrollar tests para la valoración de la función del GM en atletas que tengan una mayor validez, sean más confiables, sean más efectivos en términos de costos y tiempo y que tengan menos limitaciones que aquellos utilizados actualmente.

CONSIDERACIONES PARA LA PLANIFICACION

Ejercicios para el Fortalecimiento del GM

En la Tabla 3 se resumen los ejercicios que han sido descritos en libros y artículos que trataron el tema de la debilidad del GM. Debido a que varios de estos ejercicios comúnmente no se enseñan durante los cursos de instrucción en prescripción de ejercicios, algunos lectores pueden no estar familiarizados con ciertos ejercicios. Sin embargo, está más allá de los objetivos del presente artículo describir todos estos ejercicios en forma detallada; los lectores interesados pueden consultar las referencias señaladas en la Tabla 3 para una descripción más profunda de los ejercicios. Para el fortalecimiento inicial del GM, la mayoría de los autores recomiendan ejercicios de cadena abierta con los sujetos parados en una sola pierna o recostados lateralmente. Los ejercicios más comúnmente utilizados incluyen la elevación de piernas con los sujetos recostados lateralmente, la aducción de caderas de pie y los movimientos pélvicos.

Test	Descripción	Autores
Test de Trendelenburg	Con la pelvis fija, los sujetos levantan una pierna para quedar parados sobre la extremidad opuesta con la cadera y la rodilla flexionadas a 90 grados. Los sujetos no deben desplazar la pelvis lateralmente a medida que se levanta la extremidad, ni inclinar el tronco hacia un lado o la pelvis al mismo tiempo que la pierna se despegue del piso. El desplazamiento lateral de la pelvis o la caída de uno de los lados de la pelvis indica debilidad del GM (Figura 2).	Janda (23), Kendal et al (26), Wilson (45)
Pasar de Apoyo Doble a Apoyo Simple	Los sujetos comienzan con ambos pies en el suelo y luego levantan una de las extremidades. Los evaluadores deben observar si se produce una inclinación significativa de la pelvis hacia un lado, o el desplazamiento lateral de la misma (Figura 5).	Mascal et al (32)
Equilibrio en Apoyo Simple y Extensión Anterior o Frontal de una Extremidad Superior por Sobre la Cabeza	El sujeto debe colocarse de pie, apoyado sobre una sola pierna, y extender uno de los brazos por sobre la cabeza a medida que levanta una de las extremidades inferiores. Observar signos de inclinación de la pelvis hacia un lado (Figura 6).	Fredericson y Wolf (13)

Tabla 2. Descripción de los métodos para la valoración musculoesquelética de la pelvis que pueden ser más aplicables a los deportistas.

Los ejercicios de cadena cerrada se introducen en etapas posteriores del programa de rehabilitación, una vez que se ha desarrollado la fuerza de base. Ejemplos de estos ejercicios son las estocadas y las sentadillas con apoyo doble y simple. Si bien se han utilizado muchos ejercicios para el fortalecimiento del GM, existen pocos estudios que hayan investigado los

beneficios del fortalecimiento específico del GM sobre el rendimiento deportivo, el riesgo de lesión o el dolor. Los estudios experimentales (Tabla 4) que han examinado el fortalecimiento del GM, lo han hecho para determinar sus efectos durante la rehabilitación de lesiones o condiciones tales como el PFPS y/o el síndrome ITB.

Progresión de los Ejercicios

Si bien existen diversas similitudes en el diseño de los estudios descritos en la Tabla 4, también existen diversas diferencias. Fredericson et al (11) llevaron a cabo un estudio en el cual los sujetos entrenaron con dos ejercicios para el fortalecimiento del GM durante 6 semanas.



Figura 4. Test en el que se pasa de un apoyo doble a un apoyo simple.



Figura 5. Test de equilibrio en Apoyo Simple y Extensión Anterior o Frontal de una Extremidad Superior por Sobre la Cabeza.

Autor	Ejercicios
Delavier (8)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abducción de caderas en polea 2. Abducción de caderas en máquina en posición de pie 3. Abducción de caderas con el sujeto recostado lateralmente (utilización de bandas elásticas o de una tobillera lastrada) 4. Abducción de caderas sentado en máquina
Fredericson et al (12)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevación de una extremidad con el sujeto recostado lateralmente 2. Movimientos pélvicos
Fredericson y Wolf (13)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Wallbanger</i> (el sujeto debe colocarse de pie, de costado a una pared y a unos 30 cm de la misma con los brazos extendidos hacia delante. Desde esta posición flexionar las rodillas y caderas rotando el tronco hasta que el glúteo haga contacto con la pared) 2. Estocadas frontales (con extensión de la extremidad superior contralateral)
Fuller (15)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevación de una extremidad con el sujeto recostado lateralmente y utilizando bandas elásticas
Fuller (16)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equilibrio en apoyo simple mientras se realizan actividades tales como: cepillarse los dientes, mover un balón alrededor de la cabeza, rebotar una pelota de tenis contra la pared, picar un balón de básquetbol 2. Elevación de una pierna con el sujeto recostado lateralmente 3. Extensiones de cadera utilizando bandas elásticas y haciendo equilibrio sobre la extremidad lesionada
Geraci y Brown (18)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sentadilla bilateral: superficie estable 2. Sentadilla bilateral: superficie inestable 3. Sentadilla unilateral: superficie estable 4. Sentadilla unilateral: superficie inestable 5. Descensos del banco hacia adelante, hacia los laterales y posterolateralmente 6. Descensos del banco hacia adelante, hacia los laterales y posterolateralmente, extendiendo una extremidad superior por sobre la cabeza o rotando el tronco 7. Estocadas frontales, laterales y posterolaterales. 8. Estocadas frontales, laterales y posterolaterales con extensiones de una extremidad superior por sobre la cabeza, hacia los costados y realizando movimientos de rotación.
Heller (20)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevación de una extremidad con el sujeto recostado lateralmente
Kendal et al (26)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abducción de cadera con el sujeto recostado lateralmente 2. Abducción de cadera en posición supina
Khaund y Flynn (27)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movimientos pélvicos
McCurdy y Conner (33)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sentadillas con un pie apoyado en un banco 2. Subidas al banco 3. Estocadas 4. Ejercicios pliométricos unilaterales
Page y Ellenbecker (35)	<p>Todos los ejercicios se realizan con bandas elásticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Abducciones de cadera (recostado con apoyo sobre los codos, sentado y de pie) 2. Caminar sin flexionar rodillas 3. Rotación de cadera en balón de equilibrio 4. Patrones de abducción 5. Patadas básicas: diagonal 6. Movimientos recíprocos de brazos y piernas 7. Equilibrio en posición de sentadilla utilizando una silla 8. Sentadillas 9. Agilidad lateral
Pettit y Bryson (36)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patear de pie, utilizando una banda elástica y sobre un disco de equilibrio 2. Sentadillas sobre un disco de equilibrio utilizando una banda elástica alrededor de las rodillas 3. Estocadas 4. Abducciones de cadera 5. Subir y bajar un escalón en forma lateral 6. Saltos con caída
Thien-Nissenbaum y Orehoskie (40)	<p>Todos los ejercicios se realizan con bandas elásticas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Extensiones de cadera y rodilla en posición de pie (bilateral y unilateral) 2. Abducción de cadera en posición supina 3. Abducción de cadera en posición de pie 4. Extensión de cadera con rotación externa en posición de pie 5. Rotación interna y externa de la cadera en posición de sentado
Wilson (45)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caminata en arco

Tabla 3. Ejercicios propuestos para el fortalecimiento del GM.

Para estos dos ejercicios, los participantes inicialmente realizaron 1 serie de 15 repeticiones y, durante el período de 6 semanas, incrementaron el volumen a 3 series de 30 repeticiones. Mascal et al (32), utilizó un modelo de 3 fases para su programa de rehabilitación de 14 semanas. En las primeras 5 semanas, los participantes realizaron solo ejercicios en los que no tenían que soportar el propio peso corporal. Durante las semanas 4-10 el entrenamiento progresó a ejercicios en los que los sujetos tenían que soportar su peso corporal y en las últimas 4 semanas los sujetos realizaron ejercicios más específicos, desde el punto de vista funcional, utilizando una prensa de piernas y un dispositivo Dyna Band (Crown World Marketing, Buckinghamshire, UK).

Tyler et al (42) también utilizaron un modelo de 3 fases, pero su programa de rehabilitación solo duró 6 semanas. La fase 1 consistió de ejercicios para el fortalecimiento de los músculos de la cadera realizado en posición de sentado, ejercicios de estiramientos, ejercicios de equilibrio, subidas al banco y extensiones de las extremidades superiores. En la fase 2, los participantes continuaron con los ejercicios de sobrecarga para los músculos de la cadera, extensiones de las extremidades inferiores, subidas al banco e incrementaron la dificultad de los ejercicios de equilibrio. En la fase 3, se discontinuaron los ejercicios iniciales de equilibrio y fortalecimiento de los músculos de la cadera, y fueron reemplazados por ejercicios pliométricos y de agilidad así como también por estocadas, y el retorno a algunas de las actividades deportivas. Un elemento único de la intervención de Tyler y colaboradores fue el uso de "criterios clínicos". Antes de que los participantes progresaran a la siguiente etapa, estos debían cumplir con ciertos criterios que indicaban que estaban físicamente aptos para progresar a realizar actividades más complejas. Si bien las progresiones de los tres estudios mencionados fueron diferentes, los participantes de los tres estudios reportaron una reducción significativa del dolor luego del fortalecimiento del GM. Un modelo progresivo de tres fases, como el utilizado por Mascal et al (32) y por Tyler et al (42) parece adecuado para rehabilitar y fortalecer el GM y permitir el retorno a las actividades deportivas. Dichas progresiones parecen consistentes con las propuestas por otros autores para la rehabilitación funcional de las extremidades inferiores. Bomgardner (4) y Lephart y Henry (30) propusieron un programa de rehabilitación funcional similar (de 4 fases), en el cual al fase 1 hace énfasis en la transición desde la rehabilitación clínica al entrenamiento funcional, las fases 2 y 3 hacen énfasis en la agilidad y la propiocepción con el incremento de la velocidad, y la fase 4 hace énfasis en la realización de actividades deportivas.

Duración de los Programas

La duración de los programas de rehabilitación hallados en la literatura también difiere entre los autores. Fredericson et al (11) y Tyler et al (42) diseñaron programas de rehabilitación de 6 semanas. Sin embargo, Mascal et al (32) eligió una duración de 14 semanas para el fortalecimiento de los músculos de la cadera en un programa de rehabilitación para pacientes con PFPS. Debido a que los autores de los tres estudios reportaron mejoras significativas luego de sus respectivos programas, los regímenes de entrenamiento que duren entre 6 y 14 semanas parecen ser de duración suficiente para mejorar significativamente los síntomas (e.g., el dolor y la pérdida de fuerza) asociados con los debilidad del GM. Sin embargo, dependiendo del grado de disfunción asociada al GM, es posible que no desaparezcan todos los síntomas luego de las duraciones mencionadas y que se requiera de mayor tiempo de entrenamiento.

Estudio	Sujetos	Método de Valoración del GM	Ejercicios de Intervención	Duración Frecuencia	Cambios en el Rendimiento	Cambios en los Síntomas
Fredericson et al (11)	24 corredores universitarios con ITBS (14 hombres y 10 mujeres)	Abducción de la cadera con el sujeto recostado lateralmente, Grado 4-5 utilizando dispositivo Nicholas Manual Muscle Tester (NMMT)	1. Elevación de las piernas con el sujeto recostado lateralmente 2. Movimientos pélvicos	Seis semanas, no se menciona la frecuencia	Incremento significativo en el torque durante la abducción de la cadera para las mujeres (34.9%) y en los hombres (51.4%)	22 de los 24 atletas no sintieron dolor luego de 6 semanas, y continuaron sin sentir molestias en los siguientes 6 meses
Mascal et al (32)	Dos pacientes mujeres con PFPS	Abducción de la cadera con el sujeto recostado lateralmente, Grado 4-5 utilizando un dinamómetro manual Pasar de apoyo doble a apoyo simple Prevención del movimiento pélvico en el plano transversal durante la abducción/rotación externa de la cadera Mantenimiento de la posición de puente en forma estática contra el desplazamiento rotacional aplicado manualmente a la pelvis en el plano transversal	3. Turnout con rodillas flexionadas 4. Abducción de la cadera con el sujeto recostado lateralmente 5. Abducción y rotación externa en cuadrupedia 6. Abducción isométrica de la cadera 7. Ejercicios para la extremidad superior con los sujetos apoyados en una sola pierna 8. Abducción bilateral de la cadera en posición de pie 9. Rotación del tronco contra una resistencia elástica colocada alrededor de la cintura y con el sujeto parado en una sola pierna 10. Sentadillas 11. Sentadillas a una sola pierna (primero en la prensa hasta los 90° y luego de pie) 12. Estocadas (con una banda elástica alrededor de las rodillas) 13. Subir escaleras/elípticos	Catorce semanas, frecuencia no establecida	El paciente A exhibió un incremento del 50% en la fuerza de los abductores de la cadera. El paciente B exhibió un incremento del 90% en la fuerza de los abductores de la cadera.	El paciente A no sintió dolor durante actividades tales como caminar, pararse o subir escaleras. También fue capaz de correr 2-3 millas sin síntomas de dolor El paciente B fue capaz de subir y bajar escaleras con solo algunas molestias ocasionales, y fue capaz de caminar 45 minutos sin detenerse.
Tyler et al (42)	35 pacientes con PFPS (29 mujeres y 6 hombres)	Abducción de la cadera con el sujeto recostado lateralmente, Grado 4-5 utilizando el dispositivo NMMT	14. Abducción de la cadera en posición de sentado 15. Mini Sentadillas 16. Equilibrio con apoyo unilateral sobre el piso y sobre una tabla de equilibrio 17. Subidas al banco con extensiones de las extremidades superiores 18. Desensos del banco con extensiones de las extremidades superiores 19. Estocadas 20. Ejercicios pliométricos y de agilidad	Seis semanas, ejercicios realizados en forma diaria	Incremento significativo de la fuerza en los abductores de la cadera (~30%) en ambas extremidades inferiores de los pacientes con resultados positivos	21 de los 35 pacientes experimentaron mejoras. Estos resultados se basaron en la utilización de la Escala Visual Análoga para la valoración del dolor.

Tabla 4. Estudios de intervención en los cuales se llevó a cabo el fortalecimiento del GM y en los que se observó reducción de los

Frecuencia, Series y Repeticiones de los Ejercicios

Tyler et al (42) instruyeron a sus sujetos para que realizaran los ejercicios de fortalecimiento todos los días durante las 6 semanas que duró la intervención. En contraste, los otros autores no establecieron con que frecuencia se realizaron los ejercicios. Dado que la dificultad de los ejercicios fue progresando y estos se volvieron más complejos, el incremento de la fuerza no solo se produjo en el GM sino en todos los glúteos; por lo tanto, la realización de ejercicios en forma diaria puede no ser tolerable para muchos individuos. Diversos estudios en el área del entrenamiento con sobrecarga han investigado el número de repeticiones y series a realizar, así como también la frecuencia del entrenamiento con sobrecarga. Si bien no se ha llegado a un consenso en este sentido, la declaración de posición del Consejo Americano de Medicina del Deporte sugiere que la realización de al menos dos sesiones semanales en las cuales se realicen 2 a 3 series de entre 6 a 15 repeticiones por serie derivará en incrementos considerables de la fuerza y la resistencia muscular (1). Sin embargo, Prentice (37) sugiere que, para la rehabilitación, los ejercicios de fortalecimiento deberían llevarse a cabo diariamente, con el número de repeticiones y series ajustadas de acuerdo a la tolerancia de los pacientes, a los procesos inflamatorios y la respuesta al ejercicio. A medida que los pacientes progresan los músculos pueden ejercitarse cada dos días, por lo que la frecuencia sería de 3 a 4 veces semanales. De esta manera, puede observarse que los parámetros de la carga parecen depender de la lesión específica que sufre cada individuo y puede variar entre los individuos.

Diseño del Programa

En base a la literatura revisada, se ha desarrollado un programa progresivo de fortalecimiento para el GM. Se han incluido un total de 17 ejercicios, desde ejercicios en los que no hay que soportar el peso corporal a ejercicios funcionales o específicos del deporte (Tabla 5). Antes de comenzar con este programa, se debe evaluar la fuerza del GM con el sujeto recostado lateralmente (23). Con la rodilla extendida, el sujeto debe mantener la completa abducción de la cadera, con una ligera extensión y rotación de la misma, durante 10 segundos. Si el sujeto completa exitosamente este test, puede comenzar a realizar ejercicios en los que haya que soportar el peso corporal, Fase 2 (ejercicios 2a, Tabla 5). Si se produce algún movimiento de la pelvis o si la cadera se flexiona o rota internamente, el atleta debe comenzar con la Fase 1, ejercicios 1a, hasta que pueda completar el test en forma exitosa. El principal objetivo de este programa de fortalecimiento es la sobrecarga progresiva del GM de manera que se desarrolle el control motor, la resistencia y la fuerza en forma sistemática. El diseño elegido para el programa es el modelo de 3 fases similar al utilizado por Mascal et al (32). En la Fase 3 se incluyen dos sub-fases que los atletas realizaran progresivamente (Tablas 4 y 5). La primera comienza con ejercicios en los que no hay que soportar el peso corporal, progresando a actividades estáticas en las que si hay que soportar el peso corporal.

Etapa	Fase	Ejercicio	Referencia
1	1	(1a) Turnouts con rodillas flexionadas	Delavier (8), Heller (20)
		(1a) elevación de brazos y rodillas	
		(1b) elevación de piernas con el sujeto recostado lateralmente	
2	2	(2a) abducción de cadera en posición de pie	Delavier (8), Kendall (26)
		(2a) mantener la posición de pie con apoyo simple y realizar press de pecho con balones medicinales	Mascal et al (32)
		(2b) rotaciones de tronco en posición de pie con apoyo simple	Fuller (16)
2	3	(3a) extensiones de cadera en polea	Thien-Nissenbaum y Orzechoskie (40)
		(3a) sentadillas a una pierna (máquina)	McCurdy y Conner (33)
		(3b) sentadillas a una pierna: el pie de atrás apoyado sobre un banco	
2	4	(4a) sentadillas a una pierna: de pie	Chmielewski et al (5), Geraci y Brown (18)
		(4a) rebotes en una sola pierna/estocadas	Geraci y Brown (18), McCurdy y Conner (33)
		(4b) descensos del banco	Geraci y Brown (18), Tyler et al (42)
3	5	(5a) caminata con una banda elástica alrededor de las rodillas	Page y Ellenbecker (35)
		(5a) saltos laterales a una pierna utilizando bandas elásticas	
		(5b) saltos laterales con ambas piernas	
3	6	(6a) lanzamientos de balones contra una pared con el sujeto de pie sobre una pierna	Fuller (16)
		(6a) patada básica: diagonal	Page y Ellenbecker (35)

Tabla 5. Ejercicios incluidos en el programa para el fortalecimiento del GM con las referencias que proveen una descripción más comprensiva de estos y otros ejercicios similares.

La segunda etapa progresa a ejercicios en los que hay que soportar el peso corporal. En esta segunda etapa se incrementaran gradualmente los desafíos a la estabilidad de los individuos mediante (a) traslado del centro de masa en forma horizontal haciendo que el sujeto deba subir un escalón (o banco) y/o que realice rebotes; (b) reduciendo el ancho de la base de apoyo; (c) incrementando la altura del centro de masa haciendo que los sujetos eleven sus brazos y/o sostengan un peso con las manos, y (d) realizar ejercicios en superficies inestables, e.g., balones Bosu, tablas de equilibrio, etc. La tercera etapa comprende ejercicios funcionales que similares a los que podrían observarse en el deporte, también con dos niveles de dificultad. En este programa también se incorporan los criterios clínicos, adaptados de Tyler et al (42), que deberían alcanzarse antes de que los clientes avancen a la siguiente etapa del programa (Tabla 6). Los criterios proveen una vía por la cual se puede monitorear el progreso de los atletas y determinar el cumplimiento con las metas/objetivos del programa, permitiendo así una progresión segura y realista hacia el siguiente nivel del programa. Para este programa no se ha establecido una duración específica, ya que cada atleta progresará en forma diferente en base a su nivel inicial de debilidad o disfunción del GM y a su dedicación con el programa. Si bien los practicantes experimentados en el entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento pueden utilizar su propio criterio para determinar si un atleta puede o no progresar a la siguiente fase, también es cierto que deben basar su decisión en la capacidad de los atletas para (a) completar el número de repeticiones por serie en forma segura, con la forma apropiada a través de toda la serie y (b) cumplir con los criterios específicos.

Para la mayoría de los ejercicios, los atletas deberían comenzar realizando 15 repeticiones por serie con una carga liviana. Este rango de repeticiones se encuentra en el extremo superior de la escala que generalmente se acuerda es adecuada para mejorar la fuerza y la resistencia muscular (1). Sin embargo, la capacidad de un músculo para contraerse repetidamente es importante si un atleta desea retornar a su deporte y no reincidir en la lesión, por lo cual la realización de un mayor número de repeticiones puede ayudar a los atletas a mejorar el control motor del GM durante los movimientos funcionales del GM. Los períodos de recuperación propuestos son de 1 min o menos, tal como lo sugirieran Weir y Cramer (44) para series de ejercicio de 10 a 15 repeticiones. Una vez que los atletas han cumplido con algunos de los criterios, se debería reducir el número de repeticiones e incrementar la carga para desarrollar la fuerza y la potencia muscular (1).

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Nivel 1	Ejercicios en los que no hay que soportar el peso corporal. Ejercicios 1a		
El paciente debe cumplir con el siguiente criterio clínico para pasar al nivel 2:			
Con el sujeto recostado lateralmente, mantener la pierna extendida con la cadera en posición de abducción total sin realizar rotación externa y extensión de la misma, durante 10 segundos y sin una posterior rotación de la pelvis			
Nivel 2	Ejercicios en los que no hay que soportar el peso corporal (1b)		
Nivel 3	(1b) más ejercicios en los que hay que soportar el peso corporal (2a)		
Nivel 4	(2a) más ejercicios en los que hay que soportar el peso corporal (2b)		
El paciente debe cumplir con el siguiente criterio clínico para pasar a la etapa 2:			
El atleta debe poder mantener la posición de la pelvis mientras se encuentra de pie sobre una sola pierna, sin inclinar el tronco lateralmente, durante 30 segundos, manteniendo la rodilla en línea con los dedos del pie.			
Nivel 5	(2b)	Ejercicios compuestos (3a)	
		(3a) más ejercicios compuestos (3b)	
		(3b) más ejercicios compuestos (4a)	
		(4a) más ejercicios compuestos (4b)	
El paciente debe cumplir con el siguiente criterio clínico para pasar a la etapa 3:			
Debe poder realizar una media sentadilla con una sola pierna, manteniendo el nivel de la pelvis, la rodilla en línea con los dedos del pie y sin inclinar el tronco en forma lateral			
Nivel 9			Ejercicios funcionales (5a)
Nivel 10			(5a) más ejercicios funcionales (5b)
Nivel 11			(5b) más ejercicios funcionales (6a)

Tabla 6. Progresión del programa para el fortalecimiento del GM utilizando los criterios clínicos.

En todas las etapas del programa para el fortalecimiento del GM se ha incluido la utilización de bandas elásticas. Si bien las bandas elásticas se han utilizado extensivamente en la rehabilitación (35, 37, 40), su utilización ha sido criticada (hasta cierto punto) debido a que la resistencia elástica no se ajusta a la curva de fuerza de los músculos en ejercicios monoarticulares. Específicamente, al final de la fase concéntrica cuando mayor es la resistencia, la relación entre longitud y tensión de los músculos sugiere que no es la posición óptima para desarrollar la fuerza máxima (28). Sin embargo, aunque controversial, la utilización de bandas elásticas tiene la ventaja de que (a) son fáciles de transportar, (b) la dirección del movimiento no se ve restringida tanto como durante la realización de ejercicios con pesos libres o máquinas y (c) los ejercicios pueden ser llevados a cabo en planos más funcionales que cuando se utilizan barras o mancuernas (35, 37, 40). Se deben considerar diversas variables antes de realizar cualquier programa de entrenamiento con sobrecarga como parte de un programa de rehabilitación, y es importante que los practicantes del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento consulten a los profesionales clínicos que llevan a cabo la rehabilitación de los atletas antes de iniciar con el programa de entrenamiento. El contacto continuo con los especialistas en rehabilitación debe mantenerse a lo largo de todo el programa de entrenamiento para maximizar las mejoras de rendimiento y minimizar el riesgo de reincidir en la lesión.

APLICACIONES PRACTICAS

Un GM débil puede contribuir al desarrollo de diversas lesiones de las extremidades inferiores. Dado que uno de los roles principales de los profesionales del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento es la prevención de lesiones, el conocimiento de la anatomía y de la función del GM, así como de las patologías y lesiones más frecuentes, parece importante. Además, poseer la capacidad para valorar la función del GM parece fundamental en este proceso. En el presente artículo se han tratado estos temas, pero a la vez se reconoce que el tipo de conocimiento y competencia

necesaria en esta área puede ser más específico que para otros profesionales del ejercicio. Como tal, los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento, podrían beneficiarse de dicha experiencia, y se sugiere que, de ser posible, trabajen conjuntamente con especialistas en la rehabilitación que deseen compartir sus conocimientos sobre las diversas patologías, valoración y medidas de rehabilitación en esta área. Este enfoque debería permitir que los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento brinden un mejor servicio a sus clientes, reduciendo las probabilidades de que estos sufran una lesión relacionada con el GM.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a Heather Clark de la División de Rehabilitación y Estudios Ocupacionales de la Universidad Tecnológica de Auckland, por permitir utilizar la figura del glúteo medio en este artículo.

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine (2002). Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 34:364-380
2. Beckman SM and Buchanan TS (1995). Ankle inversion injury and hypermobility: effect on hip and ankle muscle electromyography onset latency. *Arch Phys Med Rehabil* 76: 1138-43
3. Bewyer DC and Bewyer KJ (2003). Rationale for treatment of hip abductor pain syndrome. *Iowa Orthop J* 23:57-60
4. Bomgardner R (2001). Rehabilitation phases and program design for the injured athlete. *Strength Cond J* 23:24-25
5. Chmielewski TL, Hodges MJ, Horodyski M, Bishop MD, Conrad BP, and Tillman SM (2007). Investigation of clinician agreement in evaluating movement quality during unilateral lower extremity functional tasks: a comparison of 2 rating methods. *J Orthop Sports Phys Ther* 37:122-129
6. Click Fenter P, Bellew JW, Pitts TA, and Kay RE (2003). Reliability of stabilised commercial dynamometers for measuring hip abduction strength: a pilot study. *Br J Sports Med* 37: 331-334
7. Cutter NC and KerVorkian CG (1999). Handbook of Manual Muscle Testing. New York: McGraw-Hill, pp. 128-129
8. Delavier F (2006). Strength Training Anatomy (2nd ed). Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 123-127
9. Earl J, Hertel J, and Denegar C (2005). Patterns of dynamic malalignment, muscle activation, joint motion and patellofemoral pain syndrome. *J Sport Rehabil* 14:215-233
10. Earl JE (2005). Gluteus medius activity during 3 variations of isometric single-leg stance. *J Sport Rehabil* 14:1-11
11. Fredericson M, Cookingham CL, Chaudhari AM, and Dowdell BC, Oestreicher N, Sahrman S (2000). Hip abductor weakness in distance runners with iliotibial band syndrome. *Clin J Sport Med* 10:169-175
12. Fredericson M, Guillet M, and DeBenedictis L (2000). Quick solutions for iliotibial band syndrome. *Phys Sports Med* 28:52-68
13. Fredericson M and Wolf C (2005). Iliotibial band syndrome in runners. Innovations in treatment. *Sports Med* 35:451-459
14. Friel K, McLean N, Myers C, and Caceres M (2006). Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *J Athl Train* 41: 74-78
15. Fullem B (2004). Beating the band. New treatment for It band syndrome yields results. *Running Times* 316:12-13
16. Fullem B (2006). Stretching and strengthening exercises for iliotibial band syndrome. Running Times [serial online]. 2004. Available from: <http://runningtimes.com/rt/articles/?id=6099>. Accessed January 25
17. Gaines JM and Talbot LA (1999). Isokinetic strength testing in research and practice. *Biol Res Nurs* 1:57-64
18. Geraci MC and BrownW (2005). Evidence-based treatment of hip and pelvic injuries in runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 16: 711-747
19. Gottschalk F, Kourosh S, and Levau B (1989). The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *J Anat* 166:179-189
20. Heller M (2003). Ilio-sacral diagnosis and treatment, part three. Gluteus medius, piriformis and pubic symphysis2postural release and rehabilitation. *Dyna Chiro* 21: 44-46
21. Hertel J, Sloss B, and Earl J (2005). Effect of foot orthotics on quadriceps and gluteus medius electromyographic activity during selected exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 86:26-30
22. Hughes G and Watkins J (2006). A risk-factor model for anterior cruciate ligament injury. *Sports Med* 36:411-428
23. Janda V (1983). Muscle Function Testing. London: Butterworth, pp. 2-4, 171-174
24. Kagan A (1999). 2nd. Rotator cuff tears of the hip. *Clin Orthop Relat Res* (368):135-40
25. Keating JL and Matyas TA (1996). The influence of subject and test design on dynamometric measurements of extremity muscles. *Phys Ther* 76:866-889
26. Kendall F, McCreary E, Provance P, and Rodgers M, Romani W (2005). Muscles Testing and Function with Posture and Pain (5th ed). Baltimore, MD: Lippincott Williams and Wilkins, pp. 19-22, 35
27. Khaund R and Flynn S (2005). Iliotibial band syndrome: a common source of knee pain. *Am Fam Physician* 71:1545-1554
28. Kreighbaum E, Barthels K (1996). Forces and movements. In: Biomechanics. A Qualitative Approach for Studying Human Movement. E. Kreighbaum and K. Barthels, eds. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon, pp. 91-108
29. Laheru D, Kerr JC, and McGregor AH (2007). Assessing hip abduction and adduction strength: can greater segmental fixation enhance the reproducibility?. *Arch Phys Med Rehabil* 88(9):1147-1153
30. Lephart SM and Henry TJ (1995). Functional rehabilitation for the upper and lower extremity. *Orthop Clin North Am* 26:579-592

31. Marshall G (2004). Stance and gait. *Patient Care* 15:55-61
32. Mascal CL, Landel R, and Powers C (2003). Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *J Orthop Sports Phys Ther* 33:647-660
33. McCurdy K and Conner C (2003). Unilateral support resistance training incorporating the hip and knee. *Strength Cond J* 25: 45-51
34. Niemuth PE, Johnson RJ, Myers MJ, and Thieman TJ (2005). Hip muscle weakness and overuse injuries in recreational runners. *Clin J Sport Med* 15:14-21
35. Page P and Ellenbecker T (2005). Strength Band Training. *Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 111, 86-87, 159-186
36. Pettitt R and Bryson E (2002). Training for womens basketball: a biomechanical emphasis for preventing anterior cruciate ligament injury. *Strength Cond J* 24:20-29
37. Prentice WE (2001). Impaired muscle performance: regaining muscular strength and endurance. In: Techniques in Musculoskeletal Rehabilitation W.E. Prentice and M.L. Voight, eds. *New York: McGraw-Hill Professional*, pp. 59-72
38. Schmitz R, Riemann B, and Thompson T (2002). Gluteus medius activity during isometric closed-chain hip rotation. *J Sport Rehabil* 11:179-188
39. Scott DA, Bond EQ, Sisto SA, and Nadler SF (2004). The intra- and interrater reliability of hip muscle strength assessments using a handheld versus a portable dynamometer anchoring station. *Arch Phys Med Rehabil* 85:598-603
40. Thien-Nissenbaum J and Orzechoskie JC (2003). Lower extremity exercises with elastic resistance. In: Scientific and Clinical Application of Elastic Resistance. P. Page and T. Ellenbecker, eds. *Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 69-98
41. Tiffreau V, Ledoux I, Eymard B, Thevenon A, and Hogrel JY (2007). Isokinetic muscle testing for weak patients suffering from neuromuscular disorders: a reliability study. *Neuromuscul Disord* 17:524-531
42. Tyler TF, Nicholas SJ, Mullaney MJ, and McHugh MP (2006). The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med* 34: 630-636
43. Tyson AD (1998). The hip and its relationship to patellofemoral pain. *Strength Cond* 20: 67-68
44. Weir JP and Cramer JT (2006). Principles of musculoskeletal exercise programming. In: ACSM Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. L.A. Kaminsky, ed. *Baltimore, MD: Lippincott Williams and Wilkins*, pp. 350-365
45. Wilson E (2005). Core stability: assessment and functional strengthening of the hip abductors. *Strength Cond J* 27:21-23

Cita Original

Laura Presswood, John Cronin, Justin W.L. Keogh, and Chris Whatman. Gluteus Medius: Applied Anatomy, Dysfunction, Assessment, and Progressive Strengthening. *Strength and Conditioning Journal*; 30(5):41-53; 2008.