

BASES CIENTÍFICAS PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS
PARA LA DISFUNCIÓN DEL TIBIAL POSTERIOR

AUTORES

Cristina Isabel Andújar Osorno (Fisioterapeuta del Servicio de Rehabilitación del Hospital Infanta Cristina de Parla. Madrid)

Fernando García Pérez (Facultativo Especialista de Área de la Unidad de Rehabilitación del Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Madrid)

María Ángeles Pérez Manzanero (Fisioterapeuta de la Unidad de Rehabilitación del Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Madrid)

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	pag 2-4
TRATAMIENTO	pag 4-5
Tratamiento conservador	pag 4-5
Tratamiento quirúrgico	pag 5
EVIDENCIAS DE LA EFECTIVIDAD DE LOS PROGRAMAS DE EJERCICIOS	pag 5-9
PROGRAMAS PROPUESTOS	pag 9-12
BIBLIOGRAFÍA	pag 12-16

Fecha última actualización: enero 2010

INTRODUCCIÓN

El tibial posterior es un músculo potente. Es el principal estabilizador dinámico del arco longitudinal interno del pie¹. Se origina en la parte profunda del compartimento posterior de la pantorrilla, en el tercio proximal de la membrana interósea de la pierna y en la cara posterior y superior de la tibia y del peroné. Su inserción distal, en forma tendinosa, llega hasta varios huesos y articulaciones del mediopié: tubérculo del escafoides, todas las cuñas, sustentaculum tali, cuboides y bases del segundo, tercer y cuarto metatarsianos. Su contracción, durante la fase de apoyo de la marcha, provoca flexión plantar del tobillo e inversión y aducción del pie haciendo que se eleve el arco longitudinal medial y evitando la hiperpronación. Con su acción se bloquea la articulación mediotarsiana, se invierte la articulación subastragalina y se estabiliza el retropié. De ese modo, en el ciclo de la marcha, el pie pasa de ser flexible durante la fase de balanceo a ser rígido durante la fase de apoyo. En el momento de apoyar el talón se inicia ya una activación, excéntrica, del tibial posterior para controlar la pronación del pie y ayudar a la absorción de la carga durante el inicio del apoyo de la extremidad². Más adelante hay un segundo pico de activación del músculo con lo que la estabilidad que proporciona al pie permite una acción más efectiva del tríceps sural durante la media estancia y el despegue del talón³. El tendón del tibial posterior, que se forma en el tercio distal de la pantorrilla, está envuelto en una vaina sinovial que comienza unos 6 cm por encima del tobillo y finaliza 1-2 cm antes de su principal inserción, el tubérculo del escafoides.

La insuficiencia o disfunción del tibial posterior (DTP) representa una pérdida de la acción de este músculo por tendinopatía. Se trata de una alteración típicamente unilateral⁴. Es una de las causas más comunes de pie plano adquirido en el adulto sano y/o de dolor en la cara medial del tobillo y pie^{5, 6} pero puede ser asintomática⁷. A menudo repercute sobre la marcha normal y la carrera. Se ha visto que una elongación del tendón superior a 1 cm puede ya hacer inefectiva su función^{8, 9} al originar debilidad muscular¹⁰. La pérdida de integridad del tendón del tibial posterior permite al peroneo lateral corto, su antagonista, una acción sin suficiente oposición¹¹. En condiciones normales la fuerza relativa del músculo tibial posterior es de más del doble de la del peroneo lateral corto. La DTP suele ser progresiva y se presenta con un espectro clínico muy amplio. Se suele asociar normalmente, a lo largo de la evolución del proceso, a alteraciones en los ligamentos (estabilizadores estáticos). Eso provoca finalmente la aparición o el incremento progresivo de la deformidad, que termina pasando de ser flexible a convertirse en rígida. En casos avanzados, con marcada deformidad en valgo del talón, el

paciente puede incluso quejarse de dolor en la cara externa del tobillo por compromiso de las estructuras laterales con rozamiento entre el maléolo peroneo y el calcáneo. Según algunos autores¹²⁻¹⁴ la prevalencia de la DTP llega a alcanzar hasta el 10% de las personas ancianas pero es habitual también en mujeres de mediana edad. Un 3'3% de mujeres con edad superior a 40 años presentan, según un reciente estudio¹⁵, una DTP sintomática. Además existe otro subgrupo de pacientes, deportistas jóvenes con un exceso de pronación del pie y que participan en actividades de impacto^{16, 17}, donde son frecuentes las roturas tendinosas parciales o totales. La DTP es, por el contrario, infrecuente en adolescentes y en niños^{18, 19}.

La etiología de la DTP resulta controvertida y aún sigue sin ser bien comprendida. Se admite que se trata de una afección multifactorial y en ocasiones hay ya un pie plano preexistente que predispone a la disfunción^{7, 20}. Desde el punto de vista histopatológico la alteración tendinosa subyacente puede ser de naturaleza inflamatoria, microtraumática o degenerativa (tendinosis). Esta última posibilidad es la que actualmente tiene más defensores y, probablemente, es la más común. Para el diagnóstico exacto, no obstante, sería necesario la confirmación mediante biopsia, rara vez justificada en la práctica clínica. No está claro si los cambios estructurales tendinosos preceden a las manifestaciones clínicas o aparecen después de ellas. Se ha propuesto que el cambio abrupto de dirección que sufre el tendón, cuando bordea la parte posterior e inferior del maléolo medial, puede originar una zona de relativa hipovascularización^{21, 22}. Esta zona es de unos 14 mm y se localiza unos 4 cm proximalmente a su inserción. Eso lo hace, teóricamente, más vulnerable y susceptible a la aparición, a ese nivel, de cambios degenerativos por sobreuso²³. Estas alteraciones podrían perpetuarse, por una insuficiente respuesta de reparación tisular, e incluso llegan a veces a producirse roturas parciales. No obstante, en muchos casos, las alteraciones tendinosas aparecen distalmente a esta zona hipovascular y la presencia de neovascularización sugiere más bien la existencia de un adecuado aporte sanguíneo en vez de lo contrario. Los cambios que aparecen en el tendón con tendinosis incluyen alteraciones en su composición estructural con degeneración mucinosa e hiperplasia tanto vascular como de fibroblastos y de la vaina tendinosa²⁴. Se han descrito también cambios en la composición molecular de la matriz colágena con presencia de alteración de la disposición paralela normal de los haces de fibras colágenas, rotura de fibras, metaplasia fibrocartilaginosa y focos de calcificación²⁵. Sin embargo cada vez parece más claro que la presencia de metaplasia fibrocartilaginosa en la zona del cambio de dirección del tendón es fisiológica. Esa alteración de la estructura del tendón en esta zona corresponde a las

características típicas de un tendón de deslizamiento, frente a las características del resto del tendón que coincide con los hallazgos presentes en los tendones de tracción^{26,27}.

Desde el punto de vista clínico la evolución de la DTP fue clasificada inicialmente, en 1989, por Johnson y Strom²⁸ en tres etapas sucesivas. Mas tarde, en 1996, Myerson²⁹ introdujo una modificación añadiendo un cuarto estadio, el más grave, en la evolución progresiva. Los criterios para efectuar esta clasificación son si el tendón es o no funcional y si la articulación subastragalina conserva o no su movilidad, es decir, si la deformidad es flexible o no. En los estadios intermedios es común que se asocie, progresivamente, rigidez del tríceps sural (gastrocnemio y/o sóleo) y acortamiento del tendón de Aquiles, con limitación de la flexión dorsal del tobillo. Los síntomas e, igualmente, el pronóstico y el tratamiento varían en función del estadio en el que se encuentre el paciente: a) Estadio I. El arco longitudinal medial está conservado y el tendón del tibial posterior está intacto y es de longitud normal, aunque suele presentar cambios de tendinosis en la zona de alrededor del maléolo medial y su vaina tendinosa puede estar a veces inflamada (tenosinovitis). Los síntomas suelen leves o moderados. b) Estadio II. El tendón ha perdido su funcionalidad parcialmente (II-A) o completamente (II-B) y está elongado o incluso roto, existiendo ya un pie plano adquirido flexible, es decir, reductible pasivamente. c) Estadio III. El pie plano adquirido es ya irreductible manualmente por la desviación en valgo de la articulación subtalar y la presencia en ella de cambios artrósicos. Se asocia deformidad en eversión del mediopié y en abducción del antepié. d) Estadio IV. Existen, además de lo anterior, cambios artrósicos en la articulación tibio-peroneo-astragalina. Existe también una clasificación basada en las alteraciones presentes en las imágenes de Resonancia Magnética (RM)³⁰.

TRATAMIENTO

Las opciones de tratamiento para la DTP son muy numerosas y pueden clasificarse en conservadoras o quirúrgicas.

Tratamiento conservador

El tratamiento conservador está indicado inicialmente en casi todos los pacientes, independientemente del estadio evolutivo, ya que puede contribuir al alivio sintomático. Los objetivos del tratamiento conservador son controlar el dolor, favorecer la remodelación tisular

del tendón, evitar la aparición, la progresión y/o la estructuración de la deformidad, manteniendo el arco longitudinal medial, y mejorar la funcionalidad del paciente. La mayoría de los pacientes en estadio I responderán bien al tratamiento conservador²⁹. Se han propuesto diversas medidas terapéuticas no quirúrgicas como: inmovilización con yeso durante varias semanas (si el dolor es muy intenso), empleo de medicación antiinflamatoria no esteroidea por vía oral (en casos de tenosinovitis aguda), colocación de diferentes tipos de ortesis para mantener el arco longitudinal interno y corregir el valgo del retropié (sobre todo ortesis plantares semirrígidas)³¹ o para acomodar las deformidades no reductibles (en fases avanzadas); modificaciones en el calzado, aplicación de crioterapia o de electroterapia analgésica, programas de ejercicios, etc...

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico comprende una enorme variedad de técnicas³² y está indicado tras el fracaso del tratamiento conservador correctamente realizado durante 3-6 meses³³ o cuando hay deformidades estructurales muy marcadas. El procedimiento elegido dependerá del estadio evolutivo. Se admite que en los pacientes de mayor edad y poco activos la reconstrucción quirúrgica parece tener mejores resultados, a medio y largo plazo, que en los pacientes con edad inferior a 50 años y más activos. No obstante también se han comunicado, recientemente, resultados favorables en este grupo de pacientes³⁴.

EVIDENCIAS DE LA EFECTIVIDAD DE LOS PROGRAMAS DE EJERCICIOS

No hemos encontrado publicadas revisiones sistemáticas ni meta-análisis sobre ningún tipo de tratamiento para la DTP. En enero de 2009³⁵ se ha publicado el único ensayo clínico disponible hasta el momento que analiza los efectos del tratamiento combinado de ortesis con diferentes ejercicios. Los programas de ejercicios, incluyendo estiramientos del tríceps sural y del tendón de Aquiles, fortalecimiento selectivo y progresivo de los músculos inversores del pie y de los flexores de los dedos y, a veces, ejercicios de tipo propioceptivo podrían resultar útiles, especialmente en el estadio I, cuando el periodo de dolor intenso inicial o la infrecuente inflamación hayan cedido³⁶. Sin embargo, diversas publicaciones sobre el tratamiento de la DTP, como revisiones no sistemáticas^{14, 24, 29, 33, 37-42} o guías de práctica clínica⁴³ no hacen ninguna mención explícita sobre la posibilidad de incluir, dentro del tratamiento de la DTP, la realización de ejercicios. Otras veces este tipo de programas son mencionados de forma muy

genérica^{4, 36, 44-47} y pocas veces se llega a especificar el tipo concreto de ejercicios y sus características. Inicialmente se recomendó incluirlos de forma empírica. Hay, no obstante, algunas publicaciones donde se describen con más o menos precisión estos programas, sobre todo los ejercicios de fortalecimiento selectivo del tibial posterior^{48, 49} (Blake94, Pedowic95) y otras más recientes donde, además, se analiza su efectividad^{3, 35, 50, 51}.

En 2004, Kulig et al⁵⁰ publicaron un estudio realizado en 5 personas adultas (dos varones y tres mujeres) jóvenes, sanas y sin alteraciones morfológicas del arco plantar. Su objetivo era determinar qué ejercicio activaba de forma más efectiva y más selectivamente el músculo tibial posterior. Evaluaron los cambios medios de intensidad de la señal de RM que se producían tras realizar tres ejercicios (aducción resistida del pie con banda elástica, elevación unilateral del talón del suelo y supinación resistida del pie con banda elástica) sobre cinco músculos (tibial posterior, tibial anterior, gemelo interno, sóleo y peroneo lateral largo). Los tres ejercicios se realizaban lentamente, con una fase concéntrica y otra excéntrica, sin detenerse en los puntos de transición y con el pie descalzo. De cada ejercicio cada individuo realizaba 3 series de 30 repeticiones cada una y descansaba un minuto entre cada serie. Los tres ejercicios producían activación del músculo tibial posterior, con aumento de la intensidad de la señal de la RM, pero el grado en que se activaba no era idéntico en todos. La mayor activación del tibial posterior ($50 \pm 6\%$) tenía lugar en el ejercicio de aducción resistida del pie con una escasa participación en él (inferior al 5%) de los restantes cuatro músculos estudiados. Para hacer este ejercicio el paciente permanecía sentado con el pie apoyado en el suelo (cadena cinética cerrada) y empleaba una banda elástica. El ejercicio de aducción resistida del pie, aunque se hace con el pie apoyado en el suelo y el tobillo en flexoextensión neutra, tiene un componente de flexión plantar. Eso es debido a la disposición del miembro inferior y a la tensión que ejerce la banda elástica, colocada con una angulación de 45° respecto al suelo. El ejercicio de elevación unilateral del talón, que se realizaba en bipedestación monopodal (cadena cinética cerrada) y con la rodilla de ese lado extendida, producía también un incremento de la intensidad de la señal en el tibial posterior pero de magnitud bastante inferior ($27 \pm 11\%$). En ese ejercicio había disminución de la intensidad de la señal del tibial anterior, pero los músculos sóleo, peroneo lateral largo y gastrocnemio medial se activaban más que el tibial posterior. El músculo más activado con este ejercicio era el gastrocnemio medial ($99 \pm 12\%$). Después de efectuar el tercer ejercicio, supinación resistida del pie con banda elástica que se realizaba sentado (en cadena cinética abierta) y con una banda elástica sujeta con las manos, la intensidad de la señal en el tibial posterior aumentaba moderadamente, un 26% (\pm

7%) y los restantes músculos se activaban también, aunque menos del 10%. Es decir, en personas sanas y con un arco plantar normal, la intensidad de la señal registrada en el músculo tibial posterior era casi el doble en el ejercicio de aducción resistida del pie que en los otros dos⁵⁰. Un año después, los mismos autores⁵¹, publicaron un nuevo trabajo para comunicar los resultados del mismo tipo de estudio realizado ahora en 6 personas adultas con pies planos pero asintomáticos para que el dolor no pudiera provocar sesgos. El objetivo era comprobar el efecto que tenían la presencia de la deformidad y el uso del calzado y de las ortesis (que abarcaban toda la longitud de la planta del pie) sobre la activación del tibial posterior con el ejercicio de aducción resistida del pie con banda elástica. En cinco de los seis sujetos evaluados, cuando el ejercicio se realizaba descalzo se reclutaban, además del tibial posterior (que se activaba sólo un 29%), al menos otro músculo más de la extremidad inferior. Si el ejercicio se efectuaba calzado y con la ortesis puesta sólo se activaba el tibial posterior y, además, en mayor medida (un 54%) que si se hacía con el pie desnudo. Esta activación selectiva era equivalente, de este modo, a la que se lograba descalzo en individuos con un arco plantar normal⁵⁰.

Apoyándose en los hallazgos de sus estudios previos, Kulig et al han publicado en 2009³⁵ los resultados de un ensayo clínico controlado y aleatorizado, realizado en la Universidad del Sur de California. En él se analizaban la eficacia, sobre el dolor y la función, de dos programas de ejercicios de fortalecimiento selectivo y progresivo del tibial posterior, uno de tipo excéntrico y otro de tipo concéntrico, asociados ambos a una ortesis a medida colocada en el interior del calzado y a estiramientos de la musculatura de la parte posterior de la pierna. Se compararon los resultados así obtenidos con los logrados únicamente con el tratamiento ortésico más los estiramientos musculares. El diseño del ensayo se fundamentó en que varios estudios recientes habían encontrado resultados positivos con el entrenamiento muscular excéntrico en sujetos con dolor crónico por tendinosis aquilea⁵²⁻⁵⁴ con mejoría sintomática e incluso de las alteraciones estructurales del tendón⁵⁵. Se incluyeron 36 pacientes adultos (28 mujeres y 8 varones) con DTP en estadios I y II con al menos 3 meses de duración de la clínica. La evaluación de los resultados se realizó previamente al inicio de las tres intervenciones, al finalizarlas (a las 12 semanas) y a los 6 meses. Hubo mejoría en los tres grupos de tratamiento y todos los pacientes lo toleraron bien. La mejoría fue menor en el grupo que sólo efectuó estiramientos y mayor en el grupo que incluía ejercicios excéntricos. No se comprobó si se produjeron o no cambios estructurales en el tendón. Los ejercicios de estiramiento del tríceps sural se realizaban en bipedestación frente a una pared y con el pie

afectado en ligera dorsiflexión, colocándolo sobre una pequeña cuña de goma-espuma bajo él. Se efectuaban estiramientos, de 30 segundos de duración, tanto con la rodilla extendida (dirigidos al gastrocnemio) como con la rodilla en ligera flexión (para aislar selectivamente el sóleo). Se realizaban dos veces al día y se repetía cada estiramiento tres veces. Para fortalecer selectivamente el tibial posterior se hacían ejercicios de flexión plantar del tobillo y aducción resistida del pie, con el pie afectado calzado y con la ortesis puesta, en cadena cinética cerrada. Para efectuar estos ejercicios los autores diseñaron un dispositivo especial (denominado *TibPost Loader*) que el paciente se llevaba a su casa y que era manipulado por él para efectuarlos de forma concéntrica o excéntrica y con resistencia siempre constante. Se realizaban hasta un máximo de tres series de quince repeticiones dos veces al día y se modificaba la carga en función de la tolerancia. El sistema permitía incrementar la resistencia desde 0'9 a 9 Kg. El paciente permanecía sentado y el ejercicio debía hacerlo lentamente, empleando 5 segundos para efectuar todo el arco de movimiento. Después de cada serie se descansaba de 1 a 2 minutos. Inicialmente se establecía una resistencia de dos libras (0'9 Kg) que se mantenía la primera semana. Después se progresaba, según la tolerancia y la capacidad del paciente, durante las diez semanas que duraba el tratamiento. Los pacientes que realizaron los ejercicios excéntricos mejoraban más y toleraron mayores cargas. El aparato diseñado para efectuar los ejercicios de fortalecimiento progresivo en este ensayo clínico no está, por el momento, comercializado. Si llega a poder adquirirse en el futuro la dificultad práctica radicaría en que este tipo de dispositivos sólo podrán estar disponibles en centros especializados y el paciente, muy probablemente, no los podrá llegar a utilizar en su domicilio.

Álvarez et al³ estudiaron, durante un periodo de al menos un año, a un grupo de 47 pacientes (37 mujeres y 10 varones) con DTP unilateral realizando un estudio observacional, sin grupo control. Publicaron en 2006 un artículo que mostraba la eficacia de un protocolo de tratamiento conservador para la DTP. El tratamiento se efectuó en pacientes con DTP en estadios I y II. Se basaba en el uso de una ortesis asociada a un programa de ejercicios domiciliario intensivo, estructurado y supervisado. Las ortesis empleadas fueron de dos tipos: una ortesis plantar semirrígida con elevación del borde medial y lateral de la parte posterior y de una longitud igual a tres cuartos de la longitud del pie y otra ortesis corta articulada de tobillo-pie. La primera se usaba en casos de dolor de menos de tres meses de duración o si el paciente podía realizar al menos una elevación del talón afectado en apoyo monopodal. En los casos restantes se empleaba la ortesis articulada. El programa de ejercicios era muy intensivo, con un creciente número de repeticiones y series, y duraba cuatro meses. El objetivo era

mejorar la resistencia mediante un entrenamiento de tipo aeróbico. Estaba estructurado en cuatro fases, con un mínimo de diez visitas al fisioterapeuta. Se incluían ejercicios de fortalecimiento isocinético para los músculos tibial posterior, tibial anterior, peroneos y tríceps sural, ejercicios resistidos con bandas elásticas, elevaciones de talón (de forma unipodal y bipodal) y marcha de puntillas. Además se efectuaban actividades en flexión plantar y estiramientos de gemelos y sóleo. Encontraron que todos los pacientes presentaban un déficit de fuerza en todos los grupos musculares del tobillo antes del inicio del tratamiento. Tras finalizarlo, el 83% de los pacientes obtuvieron un resultado, subjetiva y objetivamente, favorable con disminución del dolor e incremento de la actividad. El 89% manifestó satisfacción con la situación final alcanzada. A medida que los síntomas disminuyeron y la actividad se aproximó a lo normal se permitió interrumpir el uso de las ortesis. Un 11% de los casos, no obstante, precisó finalmente cirugía. En la evaluación, a diferencia de los dos primeros estudios de Kulig et al^{50, 51}, no se incluyeron datos de RM. Los criterios establecidos por los autores para considerar que el tratamiento había tenido éxito fueron: no más de un 10% de déficit de fuerza entre ambos tobillos en la evaluación isocinética concéntrica y excéntrica, capacidad para realizar 200 repeticiones de los ejercicios domiciliarios para cada grupo muscular y 50 elevaciones unilaterales de talón, sin dolor o con mínimo dolor, y posibilidad de caminar 100 pasos de puntillas sin dolor o con mínimo dolor. Este estudio también sugiere que un número importante de pacientes con DTP en estadios tipo I y II, sin roturas completas ni deformidades fijas, puede beneficiarse de un tratamiento conservador que incluya una ortesis y ejercicios intensos estructurados. No obstante el programa de ejercicios propuesto es muy exhaustivo y los dispositivos de entrenamiento isocinético son caros y no siempre están disponibles en todos los centros.

PROGRAMAS PROPUESTOS

El programa de tratamiento con ejercicios está indicado en casos de DTP en estadio I o II. La recomendación habitual, imprescindible para todos los pacientes, es realizar un ejercicio de fortalecimiento progresivo, según la tolerancia, selectivo del músculo tibial posterior (aducción resistida del pie con banda elástica)⁵⁰. Este ejercicio, que carece de contraindicaciones, se realizará lentamente, calzado y con la ortesis puesta, para mantener el arco longitudinal medial y corregir el valgo del retropie⁵¹. El ejercicio propuesto presenta una fase concéntrica y otra fase excéntrica pero no recomendamos realizar una contracción isométrica al final del movimiento articular activo antes de volver a la posición de partida, es

decir, no se debe parar en el punto de transición. Habrá que facilitar al paciente bandas elásticas de resistencia progresiva para que realice el programa domiciliario. Estas bandas son elementos dinámicos que proporcionan, según su color, una resistencia determinada que oscila entre 0.5 y 2.7 Kg. El paciente debe cambiar la banda elástica usada a medida que progresa el tratamiento y necesita aplicar más resistencia. También debe sustituir la banda cuando lleve utilizando la misma cada día durante 6 semanas ya que pierde sus propiedades elásticas⁵⁶.

Podemos añadir, opcionalmente, otros ejercicios de fortalecimiento del músculo tibial posterior, pero no tan selectivos, como el ejercicio de supinación resistida del pie en cadena cinética abierta con bandas elásticas o el ejercicio de elevación unilateral del talón del suelo frente a una pared, aunque este último sobre todo activa el gemelo interno⁵⁰. El primero se realiza descalzo y el segundo se podría hacer descalzo o calzado. Los pacientes que sean incapaces de efectuar el ejercicio de elevación de talón de forma unilateral, comenzarán realizando una elevación bilateral de talones. El modo de realizar la progresión en este ejercicio será intentar aumentar la carga del peso del cuerpo de manera creciente sobre el pie afectado haciendo cada vez menos carga sobre el lado sano. También podemos recomendar, si hay debilidad, otros ejercicios de fortalecimiento específico de algunos componentes de la musculatura regional del tobillo (tibial anterior, extensores y flexores de los dedos o tríceps sural).

Se pueden prescribir, también de forma opcional, ejercicios de estiramiento del tríceps sural (complejo gastrocnemio-sóleo) siempre que la flexión dorsal del tobillo esté limitada. Recomendamos realizar los estiramientos de pie frente a una pared, tanto con la pierna afectada extendida, para estirar los gemelos y el sóleo, como con ella flexionada, para estirar solamente el sóleo. Pueden hacerse calzado o descalzo. Podrían hacerse comenzando en posición de ligera flexión dorsal del tobillo, colocando una pequeña cuña de gomaespuma bajo la planta del pie en vez de mantenerlo apoyado sobre el suelo. Si el paciente presentase dolor intenso en la zona de apoyo del talón se aconseja realizar el estiramiento, siempre calzado, al borde de un escalón. En los casos raros de afectación bilateral se puede realizar el estiramiento del tríceps sural en el borde del escalón, simultánea o alternativamente.

Para cada ejercicio de fortalecimiento seleccionado el objetivo final será conseguir realizar 3 series de 30 repeticiones cada una (en una sola vez o en dos veces al día). No obstante, en pacientes con dolor moderado, o cuando se efectúa el cambio de una banda

elástica a otra, se debe comenzar con series de 10 repeticiones e ir aumentando su número en función de la tolerancia. De cada ejercicio de estiramiento se realizarán 3 repeticiones con mantenimiento de 30 segundos de la posición final.

Algunos autores⁵⁷ han recomendado, de forma empírica, añadir estiramientos de la fascia plantar que sólo estarían justificados en los casos raros en que se asocie una fascitis plantar. En sujetos deportistas podrían añadirse ejercicios de tipo propioceptivo y otros que facilitasen la vuelta a la práctica del deporte específico.

No se deben incluir nunca ejercicios específicos de fortalecimiento del peroneo lateral corto, por ser antagonista del tibial posterior, y están contraindicados también los ejercicios de estiramiento del tibial posterior ya que se ha observado, al comparar con individuos sanos, que hay un aumento de su longitud en los pacientes con DTP que se encuentran en el estadio II⁵⁸.

En resumen, los programas propuestos son:

A) Programa de fortalecimiento selectivo del tibial posterior (programa básico)

- Ejercicio de aducción del pie resistida con banda elástica calzado y con la ortesis (aducción con banda)

B) Programa de fortalecimiento selectivo del tibial posterior y estiramiento del tríceps sural (programa combinado)

- Ejercicio de aducción del pie resistida con banda elástica calzado y con la ortesis (aducción con banda)

- Ejercicio de estiramiento de tríceps sural de pie frente a una pared (estiramiento de tríceps sural frente a pared)

- Ejercicio de estiramiento de sóleo de pie frente a una pared (estiramiento de sóleo frente a pared)

C) Programa personalizado

Ejercicios de fortalecimiento

- Ejercicio de aducción del pie resistida con banda elástica calzado y con la ortesis (aducción con banda)
- Ejercicio de inversión del tobillo, con apoyo de talón, resistida con banda elástica (inversión con banda con apoyo de talón)
- Ejercicio de elevación de talón unilateral (elevación de un talón del suelo)

Ejercicios de estiramiento

- Ejercicio de estiramiento de tríceps sural de pie frente a una pared (estiramiento de tríceps sural de pie frente a pared)
- Ejercicio de estiramiento del sóleo de pie frente a una pared (estiramiento de sóleo frente a pared)
- Ejercicio de estiramiento de tríceps sural de pie en el borde de un escalón (estiramiento de tríceps sural en escalón)

BIBLIOGRAFÍA

- 1 - Basmajian JV, Stecko G. The roles of muscles in arch support of the foot. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1963; 45-A: 1184-90.
- 2 - Perry J. Anatomy and biomechanics of the hindfoot. *Clin Orthop*. 1983; 177: 9-16.
- 3 - Álvarez RG, Marini A, Schmitt C, Saltzman CL. Stage I and II posterior tibial tendon dysfunction treated by a structured nonoperative management protocol: an orthosis and exercise program. *Foot Ankle Int*. 2006; 27: 2-8.
- 4 - Geideman WM, Johnson JE. Posterior tibial tendon dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2000; 30: 68-77.
- 5 - van Boerum DH, Sangeorzan BJ. Biomechanics and pathophysiology of flat foot. *Foot Ankle Clin N Am*. 2003; 8: 419-30.
- 6 - Edwards MR, Jack C, Singh SK. Tibialis posterior dysfunction. *Curr Orthop*. 2008; 22: 185-92.
- 7 - Dyal CM, Feder J, Deland JT, Thompson FM. Pes planus in patients with posterior tibial tendon insufficiency: asymptomatic versus symptomatic foot. *Foot Ankle Int*. 1997; 18: 85-8.
- 8 - Sutherland DH. An electromyographic study of the plantar flexors of the ankle in normal walking on the level. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1966; 48-A: 66-71.
- 9 - Trnka HJ. Dysfunction of the tendon of tibialis posterior. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2004; 86-B: 939-46.

- 10 - Houck JR, Nomides C, Neville CG, Flemister AS. The effect of stage II posterior tibial tendon dysfunction on deep compartment muscle strength: a new strength test. *Foot Ankle Int.* 2008; 29: 895-902.
- 11 - Alcántara Bumbiedro S, Ortega Montero E, García Pérez F. Dolor de tobillo y pie. En: Sánchez I, Ferrero A, Aguilar JJ, Climent JM, Conejero JA et al (eds). *Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física.* Madrid: Panamericana; 2006. p. 445-51.
- 12 - Key JA. Partial rupture of the tendon of the posterior tibial muscle. *J Bone Joint Surg (Am).* 1953; 35A: 1006-8.
- 13 - Kohls-Gatzoulis J, Angel JC, Singh D. Posterior tibial tendon dysfunction as a cause of flatfeet in the elderly patients. *The Foot* 2004; 14: 207-9.
- 14 - Kohls-Gatzoulis J, Angel JC, Singh D, Haddad F, Livingstone J, Berry G. Tibialis posterior dysfunction: a common and treatable cause of adult acquired flatfoot. *BMJ.* 2004; 329: 1328-33.
- 15 - Kohls-Gatzoulis J, Woods B, Angel JC, Singh D. The prevalence of symptomatic posterior tibialis tendon dysfunction in women over the age of 40 in England. *J Foot Ankle Surg.* 2009; 15: 75-81
- 16 - Conti SF. Posterior tibial tendon problems in athletes. *Orthop Clin North Am.* 1994; 25: 109-21.
- 17 - Monto RR, Moorman CT, Mallon WJ, Nunley JA. Rupture of the posterior tibial tendon associated with closed ankle fracture. *Foot Ankle.* 1991; 11: 400-3.
- 18 - Bass A, Walsh HPJ, Sills JA. Tibialis posterior tendon dysfunction in childhood. *Foot Ankle Surg.* 1999; 4: 143-5.
- 19 - Brodsky JW, Baum BS, Pollo FE, Shaba S. Surgical reconstruction of posterior tibial tendon tear in adolescents: report of two cases and review of the literature. *Foot Ankle Int.* 2005; 26: 218-23.
- 20 - Imhauser CW, Siegler S, Abidi NA, Frankel DZ. The effect of posterior tibialis tendon dysfunction on the plantar pressure characteristics and the kinematics of the arch and the hindfoot. *Clin Biomech.* 2004; 19: 161-9.
- 21- Holmes GB Jr, Mann RA. Possible epidemiological factors associated with rupture of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Int.* 1992; 13: 70-9.
- 22 - Petersen W, Hohmann G, Stein V, Tilhmann B: The blood supply of the posterior tibialis tendon. *J Bone Joint Surg (Br).* 2002; 84-B:141-4.
- 23 - Frey C, Shereff M, Greenidge N. Vascularity of the posterior tibial tendon. *J Bone Joint Surg (Am).* 1990; 72-A: 884-8.

- 24 - Fenn P, Chiodo CP. Current literature review: Posterior tibial tendón dysfunction. *Curr Opin Orthop*. 2006; 19: 161-9.
- 25 - Mosier SM, Pomeroy G, Manoli A II. Pathoanatomy and etiology of posterior tibial tendon dysfunction. *Clin Orthop Rel Res*.1999; 365: 12-22.
- 26 - Petersen W, Hohmann G. Collagenous fibril texture of the gliding zone of human tibialis posterior tendon. *Foot Ankle Int*. 2001; 22: 126-32.
- 27 - Petersen W, Hohmann G, Pufe T, Tsokos M, Zantop T, Paulsen F, Tilmann B. Structure of the human tibial posterior tendon. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2004; 124: 237-42.
- 28 - Johnson KA, Strom DE. Tibialis posterior tendon dysfunction. *Clin Orthop Rel Res*. 1989; 293: 196-206.
- 29 - Myerson MS. Adult acquired flat foot deformity. Treatment of the dysfunction of the posterior tibial tendon. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1996; 78-A: 780-92.
- 30 - Conti S, Michelson J, Jahss M. Clinical significance of magnetic resonance imaging in preoperative planning for reconstruction of posterior tibialis tendon ruptures. *Foot Ankle*. 1992; 13: 208-14.
- 31 - Neville C, Flemister A, Houck J. Effects of AirLift PTTD brace on foot kinematics in subjects with stage II posterior tibial tendon dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009; 39: 201-9.
- 32 - Yeap JS, Singh D, Birch R. Tibialis posterior tendon dysfunction: a primary or secondary problem? *Foot Ankle Int*. 2001;22: 51-5.
- 33 - Popovic N, Lemaire R. Acquired flatfoot deformity secondary to dysfunction of the tibialis posterior tendon. *Acta Orthop Belg*. 2003; 69: 211-22.
- 34 - Tellesi N, Lobo M, O'Malley M, Kennedy JG, Elliott AJ, Deland JT. Functional outcome after surgical reconstruction of posterior tibial tendon insufficiency in patients under 50 years. *Foot Ankle Int*. 2008; 29: 1179-83.
- 35 - Kulig K, Reischl SF, Pomrantz AB, Burnfield JM, Mais-Requejo S, Thordarson DB, Smith RW. Nonsurgical management of posterior tibial tendon dysfunction with orthoses and resistive exercises: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2009; 89: 26-37.
- 36 - Deland JT. Adult-acquired flatfoot deformity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2008; 16: 399-406.
- 37 - Supple KM, Hanft JR, Murphy BJ, Janecki CJ, Kogler GF. Posterior tibial tendon dysfunction. *Sem Arthritis Rheum*. 1992; 22: 106-13.
- 38 - Chao W, Wapner KL, Lee TH, Adams J, Hecht PJ. Non-operative treatment of posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Int* 1996; 17: 736-41.

- 39 - Churchill RS, Sferra JJ. Posterior tibial tendon insufficiency: its diagnosis, management and treatment. *Am J Orthop*. 1998; 27: 339-47.
- 40 - Elftman NW. Nonsurgical treatment of adult acquired flat foot deformity. *Foot Ankle Clin N Am*. 2003; 8: 473-89.
- 41 - Squires NA, Jeng CL. Posterior tibial tendon dysfunction. *Oper Tech Orthop*. 2006; 16: 44-52.
- 42 - Pinney SJ, Lin SS. Current concept review: acquired flat foot deformity. *Foot Ankle Int*. 2006; 27: 66-75.
- 43 - Lee MS, Varone JV, Thomas JL, Catanzariti AR, Kogler G, Kravitz SR, Miller SJ, Gassen SC. Clinical Practice Guideline Adult Flatfoot Panel. Diagnosis and treatment of adult flatfoot. *J Foot Ankle Surg*. 2005; 44: 78-113.
- 44 - Wapner KL, Chao W. Non-operative treatment of posterior tibial tendon dysfunction. *Clin Orthop*. 1999; 365: 39-45.
- 45 - Jari S, Roberts N, Barrie J. Non-surgical management of tibialis posterior insufficiency. *Foot Ankle Surg*, 2002; 8: 197-201.
- 46 - Stovitz SD, Coetzee C. Hiperpronation and foot pain. *Phys Sportsmed*. 2004; 32. Disponible en Internet en: www.physsportsmed.com/issues/2004/0804/stovitz.htm
- 47 - Giza E, Cush G, Schon LC. The flexible flatfoot in the adult. *Foot Ankle Clin N Am*. 2007; 12: 251-71.
- 48 - Blake RL, Anderson K, Ferguson H. Posterior tibial tendonitis: a literature review with case reports. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1994; 84: 141-9.
- 49 - Pedowitz WJ, Kovatis P. Flatfoot in the adult. *J Am Acad Orthop Surg*. 1995; 3: 293-302.
- 50 - Kulig K, Burnfield JM, Requejo SM, Sperry M, Terk M. Selective activation of tibialis posterior: evaluation by magnetic resonance imaging. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36: 862-7.
- 51 - Kulig K, Burnfield JM, Reischl SF, Requejo SM, Blanco CE, Thordarson DB. Effect of foot orthoses on tibialis posterior activation in persons with pes planus. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37: 24-9.
- 52 - Satyendra L, Byl N. Effectiveness of physical therapy for Achilles tendinopathy: an evidence based review of eccentric exercises. *Isokinet Exer Sci*. 2006; 14: 71-80.
- 53 - van Usen C, Pumberger B, Effectiveness of eccentric exercises in the management of chronic Achilles tendinosis. *Int J Allied Health Sci Pract* 2007; 5: 1-14.
- 54 - Kingma JJ, de Knikker R, Wittink HM, Takken T. Eccentric overload training in patients with a chronic Achilles tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2007 Jun; 41 (6): e3. Epub Oct 11.

55 - Ohberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: normalised tendon structure and decreased thickness at follow-up. *Br J Sports Med.* 2004; 38: 8-11.

56 - Simoneau GG, Bereda SM, Sobush DC, Starsky AJ. Biomechanics of elastic resistance in therapeutics exercise programs. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001; 31: 16-24.

57 - Kar SD. Subcalcaneal heel pain. *Orthop Clin North Am.* 1994; 25: 161-75.

58 - Neville C, Flemister A, Tome J, Houck J. Comparison of changes in posterior tibialis muscle length between subjects with posterior tibialis tendon dysfunction and healthy controls during walking. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37: 661-9.