

**BASES CIENTÍFICAS PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE  
EJERCICIOS PARA LA TENDINOPATÍA AQUÍLEA**

**AUTORES:**

**M<sup>a</sup> Alicia Urraca Gesto** (Fisioterapeuta de la Unidad de Rehabilitación del Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Madrid)

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

**ÍNDICE:**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	pag 2-4
<b>HALLAZGOS ANATOMOPATOLÓGICOS</b>	pag 4-7
<b>EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>	pag 7-24
EJERCICIO EXCÉNTRICO	pag 8-20
OTRAS MODALIDADES DE EJERCICIO	pag 20-24
Ejercicio concéntrico	pag 21
Ejercicio isocinético	pag 21
Ejercicio de estiramiento	pag 21-24
<b>PROGRAMAS DE EJERCICIOS</b>	pag 24-27
TENDINOPATÍA AQUÍLEA DEL CUERPO MEDIO	pag 24-26
TENDINOPATÍA AQUÍLEA DE INSERCIÓN	pag 26-27
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	pag 27-34

Fecha última actualización: enero 2010

## INTRODUCCIÓN

El tendón de Aquiles es el tendón más fuerte, grueso y largo del cuerpo humano. Su longitud es de unos 15 cm. Está constituido principalmente por una matriz extracelular, formada por agua y tenocitos, y por fibras, sobre todo de colágeno tipo I. Esta composición hace que tenga un comportamiento poco elástico<sup>1</sup>. No está rodeado por una auténtica vaina sinovial sino por una fina capa de células, con abundante vascularización, denominada paratendón. El tendón de Aquiles es el tendón común de inserción de los músculos gastrocnemio y sóleo. A veces incluye una pequeña participación del tendón del plantar delgado (músculo ausente en el 6-8% de los individuos)<sup>2</sup>. Su principal función es efectuar la flexión plantar del tobillo para favorecer el despegue del talón en la marcha, la carrera y el salto, donde el tendón puede llegar a recibir cargas equivalentes a diez veces el peso corporal<sup>3</sup>. También contribuye de manera importante al mantenimiento de la postura, evitando la flexión dorsal del tobillo durante la bipedestación estática.

La tendinopatía aquilea crónica es una de las posibles causas de dolor en la cara posterior del talón. Se estima que su prevalencia en corredores se sitúa entre el 6-24%<sup>4-7</sup>. También es común en sujetos que no practican deportes o que efectúan actividades deportivas no competitivas. A pesar de ser relativamente frecuente no disponemos de datos epidemiológicos fiables<sup>8</sup>. La afectación del tendón puede ocurrir en su porción media o en la parte distal. Clain y Baxter<sup>9</sup> introdujeron, por vez primera, los términos tendinopatía insercional o distal y no insercional o del cuerpo medio del tendón para referirse a esas dos posibles localizaciones. Esta distinción resulta de gran utilidad, desde el punto de vista clínico, con la finalidad de optimizar las estrategias terapéuticas en función de las zonas afectadas.

Se denomina tendinopatía aquilea crónica de la porción media del tendón de Aquiles a la entidad clínica que cursa con dolor en la zona intermedia del tendón (correspondiente a la parte del tendón localizada a 2-6 cm por encima de su inserción distal en la tuberosidad calcánea posterior), engrosamiento de la misma y rigidez matutina de más de 3 meses de duración<sup>10-16</sup>. Esta zona es el área menos vascularizada del tendón<sup>2,17</sup>. Al principio el dolor sólo aparece con la actividad física pero con el tiempo puede incluso producirse dolor con la marcha normal e impedir la práctica

deportiva. En ocasiones puede distinguirse un nódulo palpable en la porción media del tendón y también, a veces, se limita el recorrido de flexión dorsal del tobillo y disminuye la fuerza y la resistencia de los flexores plantares<sup>11</sup>. En la ecografía se pueden observar, generalmente, alteraciones consistentes en engrosamiento del tendón, con áreas hipocogénicas en su interior, aumento de la vascularización y desorganización del patrón fibrilar normal. En esos casos en la resonancia magnética (RM) también suele apreciarse engrosamiento tendinoso, con aumento de la intensidad de señal intratendinosa. Al no encontrarse cambios inflamatorios no es correcto referirnos a esta entidad, de modo general, como tendinitis. Por el contrario, la mayoría de los autores<sup>10,12,18-22</sup>, están de acuerdo en denominarla tendinosis media crónica del tendón de Aquiles.

En la tendinopatía insercional o de la parte distal del tendón de Aquiles, menos frecuente que la de la porción media, el dolor se localiza en la misma zona de inserción del tendón en la parte posterior del calcáneo. Corresponde a la afectación de los 2 cm más distales del tendón. A menudo es una manifestación localizada de un proceso sistémico como una espondiloartropatía inflamatoria<sup>23</sup> con presencia, además, de zonas de entesitis en otras regiones anatómicas. Puede asociarse una bursitis retrocalcánea y en las radiografías simples es posible apreciar, a veces, en la parte posterior y superior del calcáneo un osteofito o incluso calcificaciones en la inserción tendinosa, que podrían relacionarse con un conflicto de espacio entre el tendón y la inserción ósea, también llamado “impingement” posterior<sup>23</sup>.

La etiología y los mecanismos patogénicos de la tendinopatía aquilea no han sido todavía bien esclarecidos<sup>24-26</sup>. En los casos crónicos se han invocado factores como edad avanzada, sobrecarga deportiva o errores de entrenamiento, exceso de pronación del pie, lesiones previas, afecciones reumáticas inflamatorias e hipercolesterolemia<sup>27</sup>. En un estudio de casos y controles realizado en corredores<sup>28</sup> se ha observado que la tendinopatía aquilea se asociaba a alteraciones cinemáticas en la rodilla y a disminución de la actividad muscular. Se ha sugerido que, en los casos relacionados con el ejercicio, el tendón se ve sometido a fuerzas de tensión que superan su extensibilidad fisiológica produciéndose daños tisulares. El proceso reparativo normal puede verse alterado si el deportista continúa realizando actividad física a pesar de los síntomas persistiendo, con eso, indefinidamente las alteraciones tendinosas.

Tradicionalmente el tratamiento conservador de las tendinopatías aquíleas ha puesto especial énfasis en las medidas dirigidas a controlar la inflamación, pero este enfoque es inapropiado dada la ausencia de fenómenos inflamatorios químicos en los casos crónicos<sup>29</sup>. Se han propuesto una gran variedad de medidas terapéuticas entre las que destacan tratamientos farmacológicos (por vía oral y/o localmente), reposo relativo y/o modificación de la actividad, ortesis, modalidades pasivas como crioterapia o diversos tipos de electroterapia (ultrasonidos, láser de baja intensidad, ondas de choque extracorpóreas...), terapias manuales y programas de ejercicios (de estiramiento y/o de fortalecimiento). Clásicamente la recomendación más habitual ha sido indicar en las fases iniciales ejercicios de estiramiento junto a otras terapias con finalidad analgésica<sup>19</sup> y, cuando el dolor mejoraba, se añadían ejercicios de fortalecimiento, habitualmente concéntricos<sup>30</sup>. Los programas de entrenamiento excéntrico han supuesto, en los últimos años, el cambio más relevante en el tratamiento de las formas crónicas de esta entidad clínica ya que parecen reducir el dolor y mejorar la fuerza muscular. Tampoco disponemos todavía de datos suficientes para afirmar que la combinación de otras terapias suplementarias pasivas con programas de ejercicio excéntrico progresivo mejora los resultados del ejercicio excéntrico aislado. El pronóstico a largo plazo de la tendinopatía aquílea, sobre todo la del cuerpo medio del tendón, suele ser favorable<sup>19</sup>. La cirugía queda reservada para casos rebeldes, donde haya fracasado el tratamiento no quirúrgico realizado durante al menos 6 meses, o para pacientes con importante limitación funcional. Se ha estimado que alrededor del 25% de casos pueden llegar a requerir cirugía aunque parece que el tratamiento con programas de ejercicios de fortalecimiento excéntrico puede reducir bastante este porcentaje<sup>19,31,32</sup>. Se ha observado que los pacientes con tendinopatía insercional que presentan en la RM áreas confluentes de cambios de señal intratendinosa responden insuficientemente a los tratamientos conservadores y suelen precisar, finalmente, cirugía<sup>33</sup>. Las técnicas quirúrgicas más recientes incluyen procedimientos mínimamente invasivos<sup>34</sup>. La cirugía en mujeres tiene resultados peores que en varones, con recuperación más prolongada, con mayor proporción de aparición de complicaciones y con más riesgo de necesidad de futuras intervenciones<sup>35</sup>.

## **HALLAZGOS ANATOMOPATOLÓGICOS**

Las características detalladas de las alteraciones histopatológicas habituales de la tendinosis aquilea crónica de la porción media fueron estudiadas de forma pormenorizada por Åstrom et al<sup>18</sup> basándose en muestras tisulares obtenidas de 171 tendones procedentes de 163 pacientes (el 80% de ellos con tendinopatía no insercional). Hasta el 25% eran individuos sedentarios, lo que parece descartar la actividad física dentro de los mecanismos patogénicos de la tendinosis, situándola más bien como el principal factor precipitante<sup>18,19</sup>, especialmente las actividades que requieren contracciones musculares de tipo excéntrico<sup>36</sup>. En el 19% de los tendones se encontraron roturas parciales, en el 67% lesiones degenerativas y en el 14% restante no se halló alteración alguna. Los cambios degenerativos no pueden considerarse precursores de una rotura completa del tendón, ya que ésta suele producirse sobre tendones completamente sanos. Las roturas parciales, por el contrario, sí pueden considerarse como un dato de tendinosis avanzada y, a veces, son clínica e histopatológicamente indistinguibles de la tendinosis. En los tendones afectados era habitual encontrar una región de degeneración tendinosa con cambios en la estructura y en la organización fibrilar. Las alteraciones histopatológicas eran más extensas de lo que sugería la localización del dolor apareciendo, incluso, en áreas no sintomáticas. La ausencia de células inflamatorias y de inmunoglobulinas descartaba la existencia de inflamación química o de una respuesta de reparación, así como de un proceso autoinmune como responsables de la producción de la tendinopatía. Nos encontramos, pues, ante un estado degenerativo del tendón<sup>10,18,37</sup>.

Posteriormente De Mos et al<sup>38</sup> realizaron biopsias de la porción media de tendones de Aquiles a pacientes diagnosticados de tendinosis media crónica. Tomaron muestras de las áreas de tendinosis y de zonas adyacentes a la lesión, menos afectadas, y también analizaron tendones sanos. Los cambios patológicos aparecían no sólo en la zona de tendinosis sino también, más levemente, en las áreas próximas a ellas, mostrando en ambos sitios signos de degradación histológica. Encontraron un incremento en la cantidad de agua en las áreas de tendinosis y el contenido de colágeno en ellas era inferior al de las zonas cercanas o al tendón sano, tratándose de un tejido inmaduro con falta de equilibrio entre el colágeno tipo III y tipo I. Esto indica que en la tendinosis aquilea del cuerpo medio del tendón la tasa de recambio de la matriz colágena es excesivamente alta y su composición aberrante.

Åstrom et al<sup>18</sup> señalaron también el hallazgo de áreas de hipervascularización con apariencia nodular que no se relacionaban con fenómenos de reparación tisular. Los depósitos de fibrina aparecían en un alto porcentaje de tendones con roturas parciales. Este aumento de vascularización lo constataron, igualmente, otros muchos autores mediante diferentes pruebas de imagen, como el ultrasonido o el doppler color<sup>39-45</sup>. Algunos investigadores<sup>40,46,47</sup> cuestionan la correlación entre la neovascularización y el dolor, ya que este hallazgo también se encuentra presente en algunos sujetos asintomáticos.

No se ha podido verificar, en análisis histológicos, la existencia de edema, pero el incremento de la intensidad de la señal en RM potenciada en T2 y los signos de rigidez matutina, que se resuelven con el inicio de la actividad, sugieren un exceso de fluido intersticial en el interior del tendón<sup>18,32</sup>. Además, los glicosaminoglicanos, que se encuentran aumentados en este estado, se asocian con la retención de líquido en la matriz extracelular<sup>32</sup>.

Åstrom et al<sup>18</sup> encontraron asimismo en su estudio una afectación leve, sólo en el 40% de los casos, en el paratendón, cuestionando con ello la teoría clásica que proponía un posible papel de la paratendinitis en el desarrollo de la tendinopatía aquilea a través de un mecanismo de inflamación que restringiera el aporte vascular al cuerpo del tendón, con respuesta isquémica secundaria. Hallaron un incremento de las alteraciones del tendón con la edad, más habituales en el sexo masculino que en el femenino (en una relación de 3 a 1), independientemente del nivel de actividad pero se desconoce la incidencia real de degeneración tendinosa asintomática. La edad hace que el tendón sea más vulnerable para un nivel de actividad física determinado<sup>17,48</sup>. Se ha visto, además, que las mujeres sintomáticas presentan una mejor calidad de la microcirculación a nivel del tendón y del paratendón que los varones sintomáticos<sup>49</sup>. Åstrom et al<sup>18</sup> concluyeron su estudio proponiendo, como etiología de la tendinosis, la existencia de un desequilibrio entre la degradación y la síntesis colágena, dada la ausencia de fenómenos inflamatorios y la escasa respuesta de reparación.

Paavola et al<sup>19</sup> estudiaron la evolución natural de la tendinopatía unilateral del cuerpo medio del tendón de Aquiles en 83 pacientes encontrando un pronóstico favorable. A los 8 años de seguimiento el 29% de los afectados había precisado cirugía.

Otros autores<sup>31,32</sup> referían también necesidad de intervención quirúrgica en el 25% de los casos. El 94% de los pacientes estudiado por Paavola et al<sup>19</sup> a los 8 años estaba asintomático o con dolor leve o moderado sólo con el ejercicio físico, sin distinción entre los sujetos que habían sido operados y los no intervenidos. El 41% comenzaba a tener síntomas en el lado contralateral y el 21% presentaba cambios patológicos en la zona de inserción. Dentro de los hallazgos ecográficos observaron, en el 72% de los tendones, márgenes poco definidos, engrosamiento del borde anterior, lesiones hipoecoicas, alteración de la estructura tendinosa y cambios leves en el paratendón. Todos los pacientes incluidos en el estudio recibieron tratamiento convencional individualizado, durante un periodo de 2-12 semanas, consistente en reposo relativo y ejercicios de estiramiento del complejo gastrocnemio-sóleo, y se incluían, a veces, infiltraciones peritendinosas, medicación antiinflamatoria no esteroidea por vía oral o tópicamente y otras varias técnicas de fisioterapia convencional.

Diversos investigadores<sup>13,14,20,32,37,41,44,45,50-60</sup> no han podido encontrar, en las áreas de tendinosis, mediadores químicos de la inflamación pero sí ha comprobado la presencia de sustancias moduladoras del dolor como glutamato, sustancia P, lactato, catecolaminas o acetilcolina. Estos compuestos pueden irritar las terminaciones nerviosas, tanto las presentes de modo fisiológico en la zona afectada como otras terminaciones neoformadas, y pueden, además, tener efectos favorecedores de la angiogénesis. Estos trabajos apoyan la hipótesis de la existencia, como causa de la tendinosis, de inflamación en el tendón, pero no de naturaleza química sino de tipo neurogénico mediada por neuropéptidos, con posibles efectos sobre la angiogénesis. La existencia de elevadas concentraciones de lactato sugiere un incremento del metabolismo anaeróbico debido a isquemia tendinosa<sup>52</sup>.

## **EVIDENCIAS CIENTÍFICAS**

A continuación analizaremos, en primer lugar, los estudios publicados sobre los efectos del ejercicio excéntrico en la tendinopatía aquilea crónica y, después, la efectividad de otras modalidades de ejercicio (ejercicios concéntricos, ejercicios isocinéticos y ejercicios de estiramiento). Nos referiremos principalmente a la tendinopatía de la porción media del tendón de Aquiles aunque también hay algunos trabajos sobre tendinopatías de inserción.

## EJERCICIO EXCÉNTRICO

El ejercicio excéntrico es un tipo de entrenamiento basado en la realización de contracciones musculares mientras las inserciones, proximal y distal, se separan. Pretende mejorar la fuerza y la resistencia de un músculo cuando se contrae a la vez que se alargan sus fibras. Representa un tratamiento prometedor para pacientes con diversos tipos de tendinopatías crónicas aunque su mecanismo de acción exacto no está del todo claro<sup>26</sup>. Facilita, según se cree, la remodelación del tendón que presenta signos de tendinosis<sup>22,42,61</sup> probablemente al incrementar, de forma controlada, la carga soportada por él respecto a la que se genera efectuando ejercicios concéntricos. Se han propuesto efectos favorables como facilitación del flujo venoso favoreciendo la eliminación de los desechos del metabolismo y de otros productos<sup>50,52</sup>, eliminación del exceso de contenido acuoso intersticial acumulado y adelgazamiento del tendón<sup>62,63</sup>, estimulación de las respuestas reparadoras con disminución de los nervios neoformados y de la neovascularización, mejoría de la microcirculación<sup>56,57</sup>, remodelación de la matriz tendinosa con realineamiento fibrilar, incremento de producción de colágeno tipo I<sup>32,64</sup> y, con todo ello, mejoría de la capacidad de la unión músculo-tendinosa para absorber cargas. Realmente el ejercicio excéntrico provoca cambios no sólo en el tendón de Aquiles sino también en la musculatura flexora plantar del tobillo<sup>65</sup> y algunos autores<sup>66</sup> han sugerido que esta modalidad de ejercicio asocia un componente de estiramiento muy marcado que podría tener implicaciones terapéuticas.

Hemos encontrado cinco revisiones sistemáticas recientes en las que se ha analizado la efectividad de los programas de ejercicio excéntrico en la tendinopatía aquilea crónica. Dos de ellas se han publicado en 2006<sup>67,68</sup>, otras dos en 2007<sup>6,69</sup> y la última de ellas en el año 2009<sup>7</sup>. La revisión publicada en 2006 por Satyendra y Byl<sup>67</sup> incluye 7 estudios: 4 ensayos clínicos (EC)<sup>11,20,31,44</sup> y 3 estudios de cohortes no controlados<sup>21,22,32</sup>. Todos los estudios incluían un escaso número de pacientes y, en la mayoría, el seguimiento era corto. La revisión de Kingma et al<sup>68</sup>, publicada también en 2006, incluye 9 EC: 4 ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECCA)<sup>11,20,36,48</sup> y 5 ensayos clínicos controlados (ECC)<sup>21,31,32,53,70</sup>. Sólo uno de ellos fue considerado de suficiente calidad metodológica. En la revisión de Van Usen y Pumberger<sup>6</sup>, publicada un año después, se incluyen 11 estudios en los que se trataron pacientes con tendinosis

aquilea mediante ejercicio excéntrico<sup>11,20,21,22,31,32,42,53,71-73</sup>. En la revisión de Wasielewski y Kotsko<sup>69</sup>, también publicada en 2007, se incluyen 5 ECCA<sup>11,20,36,48,73</sup>. La revisión sistemática de Magnussen et al<sup>7</sup> de 2009 recoge ECCA, publicados hasta abril de 2007, sobre tratamientos no quirúrgicos de la tendinopatía de la porción media del tendón de Aquiles. Estos autores analizaron un total de 16 ECCA, 9 de ellos sobre ejercicios excéntricos. En 5 de los 9 se compararon ejercicios excéntricos frente a controles consistentes en tratamiento con ejercicio concéntrico en 3 casos<sup>11,20,36</sup> y en los 2 casos restantes frente a ausencia de tratamiento<sup>15,74</sup>. En estos 2 últimos ensayos se incluía además otro grupo terapéutico, consistente en un caso en ortesis<sup>74</sup> y en el otro caso en ondas de choque extracorpóreas<sup>15</sup>. En 4 de estos 5 ECCA se encontraron mejorías estadísticamente significativas del dolor con el programa de ejercicios excéntricos y sólo en 1 de ellos<sup>11</sup> no se constataron diferencias significativas en la comparación efectuada. En los otros 4 ECCA de esta revisión sobre ejercicios excéntricos se compararon distintos programas de tratamiento excéntrico entre sí<sup>75,76</sup> o un programa de ejercicios excéntrico frente a dispositivos ortopédicos (férulas o plantillas)<sup>48,74,77</sup>. Los autores de esta revisión concluyen señalando que los ejercicios excéntricos tienen mayor evidencia de efectividad que otras terapias en el tratamiento de la tendinopatía del cuerpo medio del tendón de Aquiles. Los pacientes así tratados experimentan mejoría significativa, en descenso del dolor y en la satisfacción con el resultado final, en el 60-90% de los casos.

En todas las revisiones sistemáticas mencionadas se pone de manifiesto que el ejercicio excéntrico proporciona resultados favorables a corto plazo, modestos pero significativos, en la reducción del dolor, en el incremento de la fuerza concéntrica de flexión plantar y en la recuperación funcional. No hay, sin embargo, evidencias suficientes para predecir los resultados a largo plazo. La heterogeneidad de los estudios incluidos (diseño, sistemas de medición de los resultados y calidad metodológica) no permite afirmar que el ejercicio de tipo excéntrico sea realmente la mejor opción terapéutica. No obstante se considera muy razonable incluirlo dentro del programa de tratamiento de los pacientes con tendinopatía aquilea crónica, especialmente en sujetos con afectación del cuerpo medio del tendón y que practican actividades deportivas, ya parece favorecer la mejoría sintomática y la remodelación tendinosa. Debería recomendarse de entrada durante un periodo inicial de 6 a 12 semanas. Si el paciente mejora debe continuar realizándolos entre 6 y 12 meses más<sup>78</sup>. Si la mejoría

experimentada no es suficiente pueden añadirse otras terapias. No obstante no está todavía claro por qué resultan eficaces los ejercicios excéntricos, cuál es el régimen más adecuado de tratamiento (intensidad, velocidad, carga, frecuencia, modo de progresión)<sup>26</sup> y dónde es mejor realizarlos (en casa o acudiendo a un centro sanitario). En un estudio piloto reciente<sup>79</sup> se ha observado que este tipo de ejercicios también puede ser efectivo en pacientes con tendinopatía de inserción si se modifica el modo de ejecución que resulta útil en tendinopatías de la porción media.

En 1972 Komi y Buskirk<sup>80</sup> ya observaron que el fortalecimiento muscular mediante ejercicios de tipo excéntrico mejoraba la tensión máxima concéntrica, excéntrica e isométrica en mayor proporción que otras modalidades de entrenamiento. Notaron también que producía un aumento mayor de la circunferencia, aunque conseguir estos incrementos precisaba más tiempo de entrenamiento. Esto quizá era debido a las molestias musculares diferidas que se suelen producir durante las dos primeras semanas tras el inicio del entrenamiento excéntrico. Desde entonces se han publicado diversos estudios, de diferente calidad metodológica, sobre el papel del ejercicio excéntrico en el tratamiento de la tendinosis aquilea. Se han publicado, por ejemplo, series de casos, con un número importante de pacientes y con resultados variables. Así, Curwin y Stanish<sup>81</sup>, Stanish et al<sup>70</sup> y Fyfe y Stanish<sup>82</sup> comunicaron muy buenos resultados en una serie de 200 pacientes (alivio completo en un 44% y alivio importante otro 43% de los casos tratados) mientras que, posteriormente Sayana y Maffulli<sup>83</sup> no encontraron resultados tan favorables con este tipo de ejercicios. Sin embargo los estudios de series de casos son de baja calidad metodológica, al carecer de grupo control, y es necesario recurrir a estudios de mayor calidad. No conocemos que ningún autor haya publicado, por el momento, estudios comparativos entre ejercicio excéntrico con un grupo control formado por paciente tratados con placebo o con ausencia de tratamiento en pacientes con tendinopatía aquilea pero si se han realizado otro tipo de comparaciones.

Stanish et al<sup>70,48</sup> fueron los primeros en proponer, en 1986, un programa de ejercicios excéntrico para cada una de las tendinosis más frecuentes, incluyendo la del tendón de Aquiles. Se basaban en dos premisas:

a) la primera era que el tendón tiene una curva lineal de longitud-tensión de forma que un pequeño desplazamiento del músculo y el tendón provocan una tensión elevada sobre el hueso (sistema músculo-tendón-hueso). Esto hace frágil al tendón, que tiene

fuerza elevada pero escasa resistencia a la elongación y, por tanto, menos capacidad de absorción de energía. Generalmente la fuerza tensil del tendón sano es el doble que la de su músculo<sup>82</sup>;

b) la segunda premisa consistía en el papel que se otorga a la contracción excéntrica en la producción de la tendinosis, ya que es en esa situación cuando más carga soporta el tendón y cuando el deportista comienza a notar los síntomas<sup>70,82</sup>.

La propuesta de estos autores fue realizar un programa de tratamiento diario, de 6 semanas de duración, elaborado basándose en el incremento progresivo de tres parámetros<sup>70,82</sup>: el estiramiento, la carga y la velocidad. Así:

- El estiramiento o la longitud ayuda a incrementar la extensión de la unidad músculo-tendinosa en reposo para reducir la tensión con el movimiento articular.
- El aumento progresivo de la carga en la unidad miotendinosa provoca un aumento de su fuerza tensil. Proponen comenzar con una carga del 10% del peso corporal cuando el paciente haya dejado de experimentar molestias en la última serie de 10 repeticiones.
- El incremento de la velocidad de contracción también aumenta la fuerza (a mayor velocidad se ejerce mayor fuerza, en base a la curva de velocidad-tensión). La velocidad es siempre el primer parámetro de los tres que debe incrementarse en la progresión del ejercicio.

Estos autores insisten en que el paciente que realiza el programa de fortalecimiento excéntrico diario no debe experimentar dolor, salvo en la última serie. La presencia de dolor indicaría que la carga está siendo demasiado elevada para el tendón y habría que reducirla. Utilizan el dolor como indicador para controlar la progresión: primero se incrementa la velocidad y después la carga. La progresión basada en el aumento de la carga pasa por etapas sucesivas: ejercicio bipodal con distribución simétrica del peso corporal, ejercicio bipodal con aumento progresivo del peso sobre la extremidad del lado lesionado, ejercicio monopodal y, finalmente, ejercicio monopodal con resistencia. Se permite a los pacientes mantener su actividad física habitual si ello no les produce síntomas<sup>82</sup>. Otros autores han propuesto posteriormente, y comprobado la eficacia, de programas de tratamiento con ejercicios excéntricos pero con resistencias más elevada y recomendando hacerlos un cierto grado de dolor<sup>11,31,32,75,76</sup>.

El programa de Stanish et al<sup>82,84</sup> consiste en realizar a diario, durante 6 semanas:

- a) calentamiento previo de 5 minutos de duración, hasta el inicio de la sudoración;
- b) estiramientos durante 15-30 segundos, realizando de 3 a 5 repeticiones antes y después de las series de ejercicio de fortalecimiento excéntrico;

c) 3 series de 10 repeticiones cada una del ejercicio de fortalecimiento excéntrico desde la posición de puntillas de modo progresivo sin dolor, pero con molestias durante la última serie;

y d) crioterapia, en forma de masaje con hielo, de 5 a 10 minutos de duración al finalizar la sesión de tratamiento. No conocemos EC donde se haya estudiado la eficacia del tratamiento con este programa concreto.

Posteriormente a los trabajos iniciales de Stanish et al<sup>81,82,84,70</sup>, Niesen-Vertommen et al<sup>36</sup> publicaron, en 1992, los resultados del primer estudio que sugiere la superioridad de los ejercicios excéntricos sobre otras modalidades de ejercicio. En su trabajo analizaron una muestra de 17 pacientes, deportistas aficionados, con tendinopatía del cuerpo medio del tendón de Aquiles de más de 4 semanas de duración dividiéndolos en dos grupos. Un grupo de 9 pacientes realizó un programa de entrenamiento concéntrico convencional (flexiones plantares isométricas) y el otro grupo, formado por 8 pacientes, efectuó el programa de ejercicio excéntrico diseñado por Stanish et al<sup>70</sup>, pero en lugar de hacerlo durante sólo 6 semanas lo realizaron durante 12 semanas y efectuaron en vez de sólo 3 series 5 series de 10 repeticiones. Ambos programas incluyeron calentamientos suaves con bicicleta, ejercicios abdominales y estiramientos del tríceps sural. Encontraron que la reducción del dolor fue significativamente mayor en el grupo de fortalecimiento excéntrico que en el concéntrico. En el primer grupo hubo una reducción media de 4.7 puntos en la escala visual analógica (EVA) para el dolor, frente a la disminución media de sólo 3 puntos en el grupo que realizó ejercicios de fortalecimiento concéntrico. Ambos grupos tuvieron una incorporación a la actividad física similar y mejoraron también sus valores de fuerza, sin diferencias significativas entre ellos, aunque el grupo de fortalecimiento excéntrico presentó cierta tendencia a conseguir puntuaciones superiores. Tampoco encontraron diferencias en la vuelta a las actividades previa<sup>36</sup>. Niesen-Vertommen et al<sup>36</sup>, igual que en los estudios previos de Stanish et al<sup>70</sup> y de Fyfe y Stanish<sup>82</sup>, insistían también en el control inicial de la velocidad de realización del ejercicio y en el aumento progresivo posteriormente de la carga (un 10% del peso corporal) cuando el paciente dejaba de tener dolor en las 5 últimas repeticiones del ejercicio.

En los países escandinavos un grupo de trabajo sueco, de la Universidad de Umea, ha publicado una serie de 5 estudios sucesivos<sup>20,21,22,31,64</sup> comunicando resultados

favorables para la tendinosis aquilea del cuerpo medio de un programa de ejercicios excéntricos, con alta carga y con algunas otras características distintas al programa propuesto inicialmente por Stanish et al<sup>70,84</sup> y Fyfe y Stanish<sup>82</sup>. No obstante los resultados obtenidos por este grupo investigador con ese programa, sobre todo empleado en pacientes deportistas, no han podido aún ser constatados por otros grupos al intentar reproducir en otros estudios.

- La primera publicación de este grupo de trabajo la realizaron Alfredson et al en 1998<sup>31</sup>. Se trataba de un estudio piloto prospectivo no aleatorizado sobre la efectividad a corto plazo (3 meses) de un nuevo programa de ejercicio excéntrico. Se efectuó en 30 pacientes, atletas aficionados, que estaban en lista de espera quirúrgica tras ineficacia del tratamiento conservador previamente realizado (reposo, medicación antiinflamatoria oral, ortesis...) por tendinopatía aquilea unilateral de cuerpo medio. Este estudio es el primero en el que aparece el programa estándar, de alta carga, que este grupo de autores utilizará en el resto de sus trabajos. Consistía en realizar únicamente fortalecimiento excéntrico, con apoyo unipodal, mediante dos sencillos ejercicios en cadena cinética cerrada, uno para el tríceps sural (con la rodilla extendida) y otro específico para el sóleo (con la rodilla en ligera flexión). Se realizaban ambos apoyando el antepié del lado afectado en el borde de un peldaño de escalera o sobre un pequeño escalón y efectuando una flexión dorsal máxima desde una posición de completa flexión plantar, manteniendo la posición final unos 10 segundos. Los dos ejercicios se hacían sin componente concéntrico, utilizando la extremidad contralateral para volver a la posición de partida tras finalizar la ejecución. Se efectuaban a diario en el domicilio del paciente durante 12 semanas. Se hacían 2 veces al día 3 series de 15 repeticiones de cada uno con un minuto de descanso entre cada serie. El programa requería una motivación suficiente del paciente para conseguir un adecuado cumplimiento. A diferencia de la propuesta de Stanish et al<sup>70,84</sup> y Fyfe y Stanish<sup>82</sup> el programa había de realizarse lentamente y notando siempre dolor tolerable (ligero o moderado) en el tendón durante la ejecución. Se podía aplicar frío localmente al terminar la sesión, durante 10-15 minutos, o tomar medicación analgésica para tolerarlo mejor. Cuando desaparecía el dolor se progresaba aumentando la carga pero sin incrementar la velocidad de ejecución. El aumento de la carga se realizaba mediante la introducción de peso dentro de una mochila colocada en la espalda. El incremento de peso se hacía de 5 en 5 kg. Si el paciente experimentaba rigidez matutina, dolor intenso o discapacitante o dolor persistente de forma muy prolongada tras finalizar el ejercicio se reducía la carga. En la valoración previa de los

pacientes de este estudio había una disminución significativa de la fuerza en flexión plantar, tanto concéntrica como excéntrica, respecto del lado sano, que se equilibró tras el tratamiento. Los pacientes del grupo control, ya intervenidos, consiguieron a los 6 meses de la cirugía los mismos resultados que el grupo experimental logró a los 3 meses, sin los riesgos de la cirugía y teniendo en cuenta que el ejercicio excéntrico no produjo lesiones asociadas, con menor coste y permitiendo la actividad laboral en todo momento. En el seguimiento a largo plazo de los pacientes que mejoraron con el programa de ejercicios excéntricos se observó que la mejoría se mantuvo en todos menos en uno<sup>41</sup>.

- Tres años más tarde este grupo de autores<sup>20</sup> publicó un ECCA, multicéntrico y prospectivo, comparando el ejercicio excéntrico frente al concéntrico, con un seguimiento de 3 meses, en 44 pacientes con dolor por tendinopatía del cuerpo medio del tendón de Aquiles. El grupo que realizó ejercicio excéntrico siguió el programa descrito previamente<sup>31</sup>, realizándolo también durante 12 semanas, y el grupo que efectuó ejercicio concéntrico hizo un programa para fortalecer de forma independiente los gemelos y el sóleo, inicialmente elevaciones del talón en descarga y después en carga. En el grupo de intervención el 82% de los pacientes (18 de 22) estaban satisfechos con el resultado obtenido y volvieron a su nivel previo de actividad física al final del tratamiento, frente al 36% (8 de 22) que consiguieron esos mismos resultados dentro de los que realizaron el programa de ejercicio concéntrico. Estos resultados coincidían con los del estudio previo de Niessen-Vertommen et al<sup>36</sup> que era de peor calidad metodológica y que utilizaba un programa de ejercicios distinto.

- En 2003 este mismo grupo de autores<sup>21</sup> publicó un nuevo estudio prospectivo, cuasi-experimental y no aleatorizado. Comunicaron los buenos resultados del tratamiento con ejercicio excéntrico en una muestra más numerosa de pacientes, algunos con dolor de inserción. El 89% de los tendones con tendinosis media obtuvo muy buenos resultados, recuperando, tras 12 semanas de tratamiento, su nivel previo de actividad física, frente a sólo el 32%, dentro del grupo de 30 pacientes con dolor insercional, que consiguieron lo mismo. Estos buenos resultados en el grupo de inserción no los atribuyeron al tratamiento, sino al efecto placebo o a la presencia aislada de tendinosis. Al 68% de los pacientes con dolor de inserción, los que no mejoraron, se les intervino encontrando que, además de tendinosis de inserción, presentaban bursitis subcutánea y retrocalcánea e “impingement” posterior con el calcáneo. La conclusión de este estudio fue que el ejercicio excéntrico utilizado era efectivo en el tratamiento de la tendinopatía aquilea

del cuerpo medio pero no parecía ser una medida terapéutica eficaz en el dolor de inserción. Los pacientes con tendinopatía del cuerpo medio que obtuvieron malos resultados (11%) eran mayoritariamente mujeres y con un índice de masa corporal más elevado por lo que ambos factores podrían anticipar un resultado desfavorable.

- Öhberg et al<sup>22</sup> publicaron otro estudio no aleatorizado con 25 pacientes diagnosticados de tendinosis aquilea de cuerpo medio. Mediante seguimiento ecográfico se observó que tras el tratamiento con el programa de ejercicio excéntrico se producía, en los pacientes que recuperaban su nivel previo de actividad, una reducción significativa del engrosamiento inicial del tendón y una normalización de la estructura tendinosa frente a los no tratados. En los pacientes que no estaban satisfechos con el resultado del tratamiento se encontraron anomalías estructurales persistentes. Los buenos resultados se mantuvieron en un seguimiento medio superior a tres años. Los autores concluyen que el ejercicio excéntrico puede inducir remodelación con normalización de la estructura tendinosa.

- El último estudio del grupo de trabajo de la Universidad de Umea es el publicado en 2007 por Langberg et al<sup>64</sup>. En él encontraron que después del programa de ejercicios de 12 semanas de duración<sup>31</sup> se producía un aumento de la síntesis de colágeno tipo I en los tendones afectados por tendinosis que no se observaba en los tendones sanos utilizados como control. En los tendones no afectados la síntesis de colágeno es suficiente para mantener la normal homeostasis del tejido tendinoso, por lo que el aumento de la carga no tiene por qué modificar la síntesis del colágeno en ellos.

Además de las publicaciones anteriormente reseñadas, con resultados favorables, procedentes del grupo de trabajo de la Universidad sueca de Umea, hemos encontrado otros estudios de suficiente relevancia. Muchos autores<sup>15,16,32,57,74,83,85-90</sup> emplean el mismo programa descrito por Alfredson et al<sup>31</sup>, a veces con ligeras modificaciones, pero con resultados menos convincentes, y en otros casos<sup>11,75,76</sup> se utilizan programas distintos de ejercicio excéntrico. A continuación los comentaremos brevemente.

Entre los estudios que emplean programas de ejercicio excéntrico diferentes a los de la Universidad de Umea<sup>31</sup> tenemos los del grupo de Silbernagel<sup>11,75,76</sup>:

- Silbernagel et al<sup>11</sup>, otro grupo de autores suecos de la Universidad de Göteborg, publicaron en 2001 un ECCA incluyendo 40 pacientes, de 45 años de edad media, con aquilodinia proximal o del cuerpo medio, uni o bilateral, diagnosticada clínicamente y

de más de 4 meses de evolución. Compararon el efecto de dos programas de ejercicios excéntricos diferentes al propuesto por Alfredson et al<sup>31</sup>, uno experimentando ligero dolor al realizarlo (grupo experimental) y otro sin provocar ningún dolor (grupo control). El seguimiento duró 1 año. El programa de tratamiento del grupo experimental fue progresivo, a lo largo de 12 semanas, con predominio de ejercicios de tipo excéntrico con altas cargas de trabajo muscular. Se incluyeron en el programa ejercicios para facilitar el aumento de la circulación local, estiramientos de tríceps sural y del sóleo, ejercicios concéntricos y excéntricos, en el suelo primero y luego con el antepié apoyado en el borde de un escalón, que inicialmente eran bipodales progresando después a monopodales, y ejercicios de saltos y equilibrio. La dosificación del ejercicio fue elevada, con 3 series de 20 repeticiones que debían repetirse diariamente entre 2 y 3 veces, según la fase de tratamiento. El ejercicio se debía realizar con ligero dolor, sin superar el valor 5 en la EVA de dolor, sin incremento del dolor al progresar a lo largo del programa y restableciéndose siempre el nivel dolor previo al terminar de hacer los ejercicios. El grupo control realizó un entrenamiento similar pero de baja carga y evitando el dolor. Hubo mejoría sintomática en ambos grupos. A los 6 meses se obtuvieron resultados claramente superiores en el grupo de ejercicio de intensidad máxima, en movilidad en flexión plantar, en reducción del dolor y en vuelta a la actividad previa. En ese grupo un mayor número de pacientes se recuperó completamente. Estos resultados apoyan el uso del ejercicio excéntrico de intensidad máxima en el tratamiento de la tendinosis aquilea crónica del cuerpo medio frente a los de intensidad submáxima.

- Varios años después, a mediados de 2007, el mismo grupo de autores publicó dos nuevos ECCA<sup>75,76</sup> con una modificación del programa previo, obteniendo también con ello buenos resultados. Efectuaban sólo una sesión de trabajo diaria y el comienzo y la progresión se basaban en la capacidad del paciente para realizar el ejercicio propuesto. Realizaban ejercicios de flexión plantar en bipedestación bipodales y monopodales, de modo excéntrico y con rebote rápido. Se incrementaba primero el recorrido articular (al principio se hacían en el suelo y luego al borde de un escalón), después se aumentaban las repeticiones (llegando hasta 3 series de 15 repeticiones cada una) y, finalmente, se incrementaba la resistencia, mediante mochilas lastradas o con aparatos. En la última fase se realizaba un entrenamiento de tipo pliométrico. En el primero de estos dos nuevos ECCA<sup>75</sup> observaron que mantener el ejercicio de carrera y saltos o marcha con control del dolor durante el programa de ejercicios en los pacientes con tendinosis

aquílea no tenía efectos negativos, al no encontrarse diferencias entre el grupo completamente activo y el que no realizaba carrera o saltos durante las primeras 6 semanas del programa. En el segundo ECCA<sup>76</sup> observaron que, aunque el paciente podía lograr una recuperación completa de los síntomas con el tratamiento la recuperación funcional del miembro inferior podía ser incompleta. A pesar de que el 67% de los pacientes estudiados se recuperó completamente, al año del seguimiento sólo el 25% alcanzó un nivel aceptable de función muscular. Por eso sugieren la necesidad de continuar con el programa hasta la recuperación funcional completa, especialmente en sujetos deportistas, para evitar recidivas.

Dentro de los estudios que emplean el programa de ejercicio excéntrico de la Universidad de Umea<sup>31</sup>, a veces con ligeras modificaciones, están los siguientes:

- Shalabi et al<sup>32</sup> publicaron en 2004 un estudio prospectivo de cohortes basándose en el programa de ejercicio excéntrico de Alfredson et al<sup>31</sup>. Se comparó la evolución mediante imágenes de RM. Encontraron una disminución significativa del volumen y de la señal del tendón tras completar el programa de tratamiento de 3 meses, con correlación clínica entre disminución de la señal y mejoría de los síntomas. Aún así, la permanencia de aumento de señal no indicó necesariamente, a su vez, persistencia de los síntomas. Los resultados de este estudio deben ser tomados con precaución al no ser controlado y no haberse realizado la RM de forma sistemática durante el programa. En un estudio posterior estos mismos autores<sup>85</sup> vuelven a corroborar estos datos y la falta de relación entre volumen del tendón y disminución de los síntomas.

- Sayana y Maffulli<sup>83</sup> realizaron un estudio prospectivo abierto, no controlado, de los efectos del programa propuesto por el grupo de la Universidad de Umea<sup>31</sup>, pero con una progresión más gradual. El estudio, publicado en 2007, no se realizó con pacientes deportistas sino con sujetos sedentarios. Participaron 34 pacientes con tendinopatía unilateral del cuerpo medio del tendón de Aquiles. Antes de iniciar el programa de ejercicio excéntrico se realizaban tres minutos de calentamiento y estiramientos y al finalizarlo se aplicaba frío durante 10-15 minutos. Encontraron que sólo hubo mejoría en el 54% de los casos, resultado sensiblemente inferior a los obtenidos en trabajos previos, pero similar a los hallazgos del estudio de Nørregaard et al<sup>73</sup> realizado también en sujetos no deportistas. Las hipótesis para la obtención de resultados no tan favorables pueden ser que los pacientes no deportistas consultan por el dolor más tarde que los deportistas y que están menos motivados para seguir el programa de tratamiento.

Además, la carga alta que supone el ejercicio excéntrico monopodal puede ser demasiado intensa para un paciente que no realiza ejercicio físico de forma habitual. Posteriormente estos autores<sup>86</sup> publicaron un estudio análogo realizado esta vez en población deportista (55 pacientes) y los resultados fueron similares.

- Herrington et al<sup>87</sup> publicaron en 2007 los resultados de su estudio piloto, realizado con 25 pacientes que efectuaban ejercicio físico, en el que se aplicó al grupo control un tratamiento convencional, pasivo, que consistió en estiramientos de tríceps sural y sóleo, masaje transverso profundo y aplicación de ultrasonido. En el grupo de intervención se añadió el programa de ejercicio excéntrico de Alfredson et al<sup>31</sup>. Los resultados al finalizar las 12 semanas de tratamiento mostraron que el dolor mejoraba en ambos grupos, pero en el grupo de intervención la mejora fue mayor y significativa con recuperación del nivel de actividad física previa. En palabras de los propios autores estos resultados serían más interesantes si hubieran dispuesto un grupo de tratamiento que sólo hubiera recibido ejercicio excéntrico, pero el estudio sustenta la conveniencia de realizar un tratamiento no quirúrgico dado que las mejoras se produjeron en ambos grupos.

- También en 2007 Mayer et al<sup>73</sup> analizaron mediante un ECCA los efectos de varios tratamientos, a corto plazo (4 semanas) para la tendinopatía aquilea media unilateral en 31 corredores varones. Comprobaron la eficacia, frente a un grupo control, tanto del uso de ortesis semirrígidas a medida durante el día como de un tratamiento de fisioterapia (aplicado 2-3 días en semana) que incluía masaje trasverso profundo, ultrasonido pulsante, frío y ejercicios, entre los que se incluía el programa de Alfredson et al<sup>31</sup>.

- En dos ECCA Rompe et al<sup>15,16</sup> compararon el ejercicio excéntrico, las ondas de choque extracorpóreas y la simple observación, con ausencia de tratamiento, en la tendinosis crónica del cuerpo medio del tendón de Aquiles en pacientes sedentarios. Encontraron que los pacientes que recibían tratamiento mejoraban, a los 4 meses, de forma significativa frente a los que no lo recibieron y que esta mejoría era ligeramente superior en el grupo tratado con ejercicio excéntrico pero no tan marcada como la observada en los pacientes, con actividad deportiva, de los estudios del grupo de la Universidad de Umea<sup>21</sup>. No obstante el hecho de que los pacientes incluidos no realizaran actividad física habitual es un punto importante diferente a otros estudios previos donde se obtienen resultados mejores al tratar con ejercicios excéntricos a pacientes que realizan de forma usual ejercicio físico<sup>91</sup>. En 2009 estos mismos autores<sup>88</sup> han publicado un ECCA de 68 pacientes con tendinopatía crónica no insercional de más

de 6 meses de duración comparando 2 tratamientos: ejercicio excéntrico aislado o ejercicio excéntrico asociado a ondas de choque extracorpóreas de baja energía. Observaron un efecto sinérgico con la asociación de ambos tratamientos a los 4 meses pero no hubo diferencias al año. El ejercicio excéntrico se realizaba según el protocolo de la Universidad de Umea<sup>31</sup> pero comenzando de modo más gradual. La progresión iba desde 1 serie de 10 repeticiones una vez al día hasta 3 series de 15 repeticiones una vez al día la primera semana y 2 veces al día a partir del final de la segunda semana. Posteriormente se hacía con incremento de 5 Kg de peso, colocado en una mochila, con aumentos de peso progresivos.

- Otros autores también han realizado ECCA para comprobar si otras terapias físicas, al asociarlas al programa de ejercicio excéntrico de Alfredson et al<sup>31</sup>, producían mejores resultados que el programa de ejercicio aislado. Así, Stergiouolas et al<sup>90</sup> comprobaron, en deportistas aficionados con tendinopatía aquilea crónica unilateral de la porción media, que la asociación de láser infrarrojo de baja energía aceleraba la recuperación clínica en las primeras 4 semanas pero a las 12 semanas no había diferencias. Sin embargo Petersen et al<sup>89</sup> observaron en 101 pacientes, seguidos durante un año, que la ortesis de talón denominada AirHeel Brace, (una ortesis con dos celdillas de aire, unidas entre sí, localizadas en el arco del pie y en la cara posterior del talón) era tan efectiva como el programa de ejercicio excéntrico y que la asociación de ambos tratamientos no era superior a su empleo de forma aislada. No obstante, Knobloch et al<sup>92</sup> observaron en otro ECCA de 116 pacientes con tendinopatía aquilea unilateral del cuerpo medio de al menos 3 meses de evolución. que el tratamiento combinado podía optimizar la microcirculación del tendón. Estos mismos autores habían encontrado antes<sup>57</sup> en un ECCA prospectivo realizado en 20 pacientes con tendinopatía aquilea crónica que con el programa de entrenamiento excéntrico sueco<sup>31</sup> se producía una reducción significativa del dolor en el grupo tratado con efectos favorables sobre la microcirculación.

- En dos estudios piloto recientes<sup>93,94</sup> se ha visto que los efectos del programa de ejercicio excéntrico de Alfredson et al<sup>31</sup> realizados durante 3 meses son similares al tratamiento con ultrasonido o con infiltraciones seriadas con lidocaína mas glucosa hipertónica (dirigida a producir esclerosis de los pequeños vasos sanguíneos y de las terminaciones nerviosas). En el primer estudio<sup>93</sup>, prospectivo y aleatorizado, de 16 pacientes con dolor de larga duración, estilo de vida relativamente sedentario y edad media de 53 años la ausencia de diferencias significativas probablemente era debida al

pequeño tamaño de la muestra, a que el programa de ejercicios se realizó sólo una vez al día o a que se incluían pacientes con características que en otros estudios habían demostrado que el ejercicio era menos eficaz (5 mujeres). En el segundo estudio<sup>94</sup>, un ECA de 43 pacientes parecía haber una cierta tendencia hacia una mejoría mayor y más rápida si se asociaban ambos tratamientos, ejercicios e infiltraciones, a los 6 y a los 12 meses de seguimiento.

Los estudios sobre la eficacia del ejercicio excéntrico en pacientes con tendinopatía aquilea de inserción son menos numerosos que los que analizan su eficacia en la tendinopatía de la porción media y, en general, se observan peores resultados al aplicar los mismos programas que resultan efectivos en la tendinopatía del cuerpo medio<sup>21,73</sup>. En un estudio piloto, publicado en 2008, Jonsson et al<sup>79</sup> han investigado los efectos de un nuevo programa de ejercicio excéntrico con resultados prometedores para este tipo de pacientes. El programa constaba de un único ejercicio realizado con la rodilla en extensión, similar al programa de tendinosis de cuerpo medio pero sin realizar esfuerzo en flexión dorsal, es decir, sin superar la posición neutra del tobillo partiendo desde la máxima flexión plantar. Eso evitaba un posible conflicto de espacio entre el tendón, la bursa y el calcáneo. El paciente lo realizaba en el suelo en lugar de hacerlo sobre un escalón y no se incluía el ejercicio excéntrico con la rodilla en flexión. Los resultados, a los 4 meses, mostraban mejoría en el 67% de los pacientes, algunos con dolor bilateral. Eso supone que 23 de los 34 tendones estudiados recuperaban su nivel de carga y la posibilidad de volver al ejercicio habitual en ese periodo de tiempo. Los autores medían, fundamentalmente, la satisfacción del paciente pero las reducciones en la EVA de dolor eran estadísticamente significativas tanto en los pacientes satisfechos con el resultado del tratamiento como en los que no lo estaban. Estos resultados no difieren si a la patología tendinosa se asocian otras alteraciones.

## OTRAS MODALIDADES DE EJERCICIO

La tensión sobre la estructura tendinosa afectada provocada por cualquier tipo de ejercicio, independientemente de que se trate de ejercicios concéntricos, excéntricos o estiramientos, podría disminuir los síntomas de la tendinosis aquilea de modo más efectivo que con tratamientos que no provocan esa tensión. Por ello también podrían

considerarse otro tipo de modalidades de entrenamiento distintas al ejercicio excéntrico si el paciente no lo tolerase.

#### Ejercicio concéntrico

Una recomendación tradicional para pacientes con tendinosis aquilea ha sido, hasta no hace mucho, realizar programas de entrenamiento progresivo mediante ejercicios de tipo concéntrico. No obstante los ejercicios concéntricos, cuando se han comparado con ejercicios de tipo excéntrico, han demostrado ser menos eficaces en el tratamiento de la tendinopatía aquilea<sup>20,36</sup> por lo que nosotros no recomendamos su empleo salvo que al paciente le resultara imposible hacerlos de forma excéntrica. En ese caso podrían hacerse en carga o en descarga.

#### Ejercicio isocinético

Croisier et al<sup>71</sup> publicaron un estudio para determinar la efectividad de varios modelos de entrenamiento isocinético de tipo excéntrico en 34 pacientes con afecciones tendinosas crónicas. Entre ellos que había 9 casos con tendinopatía aquilea que no habían respondido previamente a otras terapias. Observaron resultados satisfactorios a corto plazo. El reducido número de pacientes, la falta de grupo control y el escaso seguimiento realizado no permite recomendar, de forma generalizada, este tipo de tratamiento que además, por la necesidad de emplear dispositivos específicos, resulta más caro y obliga al paciente a acudir a un centro especializado donde se disponga de dichos aparatos.

#### Ejercicio de estiramiento

La conveniencia de realizar o no ejercicios de estiramiento del tendón de Aquiles es motivo de discrepancia. Se trata de una medida habitualmente recomendada por algunos autores para la tendinosis aquilea<sup>11,12,36,70,73,75,76,82,84,90</sup> pero no conocemos estudios que hayan demostrado claramente un efecto positivo. Por el contrario, otros autores<sup>21,22,31,32,48,77</sup> indican que no son efectivos o, incluso, los desaconsejan por reducir el beneficio obtenido con el ejercicio excéntrico. No está claro, tampoco, si los estiramientos reducen o no de forma significativa las molestias musculares diferidas que

se producen habitualmente durante las dos primeras semanas de inicio de un programa de fortalecimiento excéntrico<sup>95,96</sup>. Sorprendentemente se ha visto<sup>97</sup>, aunque en un estudio de sólo 16 casos, que los pacientes con tendinopatía aquilea tienen menos rigidez tendinosa que un grupo de controles. Se han publicado recientemente 3 estudios que merece la pena analizar con mayor detenimiento. Son los de Roos et al<sup>48</sup>, de Vos et al<sup>77</sup> y Nørregaard et al<sup>73</sup>. Los tres incluyen, dentro de las medidas terapéuticas, estiramientos del tendón de Aquiles efectuados de diferentes formas (en los dos primeros casos se usaron férulas nocturnas y en el tercero los estiramientos se realizaban una vez al día, de pie). Sólo Nørregaard et al<sup>73</sup> obtuvo resultados favorables pero equivalentes a los del ejercicio excéntrico.

Roos et al<sup>48</sup> publicaron en 2004 un ECCA de alta calidad metodológica, donde se comparaban 3 tipos diferentes de tratamiento, realizados durante 12 semanas, en 44 pacientes con una edad media de 45 años. Había 23 mujeres y el 65% realizaba práctica deportiva habitual. Un primer grupo realizó el programa de ejercicio excéntrico diseñado por Alfredson et al<sup>31</sup> pero con un incremento más gradual del número de series al día. Un segundo grupo de pacientes empleó, además, una férula nocturna colocada en la cara dorsal del pie y de la pierna para provocar estiramiento sostenido del tendón. El tercer grupo utilizó la férula como único tratamiento. A las 6 semanas se encontró ya reducción del dolor en el grupo de tratamiento con ejercicios excéntricos, que se mantuvo 1 año. En otros estudios con ejercicios excéntricos la reducción del dolor se producía más tarde, a las 12 semanas<sup>20-22,31</sup>. El segundo grupo de tratamiento, ejercicios excéntricos más férula nocturna, obtuvo peores resultados. Por eso los autores dedujeron que la férula, lejos de mejorar los resultados, disminuía los beneficios obtenidos con el ejercicio excéntrico, pudiendo existir un efecto modulador del estiramiento prolongado sobre el beneficio del ejercicio excéntrico. La mayor parte de los autores que utilizan estiramientos lo hacen para mejorar las molestias musculares diferidas derivadas del entrenamiento excéntrico en las dos primeras semanas, y Roos et al<sup>48</sup> descartaron su hipótesis inicial sobre un posible beneficio del estiramiento sostenido, ya que dichas molestias se producían en ambos grupos y sin diferencias entre ellos. Los peores resultados los obtuvo el grupo que sólo utilizó la férula nocturna, aunque hubo disminución del dolor en los 3 grupos al año de seguimiento. A las 12 semanas sólo la mitad de los pacientes mantuvieron un buen cumplimiento del tratamiento<sup>48</sup>.

En 2007 de Vos et al<sup>77</sup> publicaron otro ECCA donde se planteaba la misma pregunta que se formularon previamente Roos et al<sup>48</sup> y donde se llegó a la misma conclusión. Compararon también dos grupos de pacientes, deportistas activos, con tendinosis aquilea crónica de cuerpo medio (70 tendones) que realizaban el programa de ejercicio excéntrico<sup>31</sup>. Uno de los grupos llevó además una férula nocturna en la cara plantar del pie para provocar un estiramiento progresivo del tendón intentando disminuir la duración del periodo de rigidez matutina. Los resultados a las 12 semanas mostraron que la férula nocturna no suponía un beneficio adicional al tratamiento con ejercicio excéntrico. En el seguimiento a largo plazo<sup>98</sup> los resultados no cambiaron aunque sólo un escaso número de pacientes había continuado haciendo los ejercicios.

Por último, Nørregaard et al<sup>73</sup> encontraron, en cambio, que los estiramientos podían producir mejoría sintomática ligera a largo plazo pero similar a la obtenida con el ejercicio excéntrico en sujetos no deportistas. Compararon la eficacia del programa de ejercicio excéntrico de la Universidad sueca de Umeå<sup>31</sup> frente a los estiramientos, realizados diariamente durante 12 semanas, en el tratamiento de la tendinopatía aquilea crónica (de más de 3 meses de duración). Incluyeron pacientes con dolor de inserción. Realizaron un ECCA con 45 pacientes diagnosticados clínica y/o ecográficamente. Completaron el estudio 38 pacientes, con un seguimiento de 39 semanas. Como intervención, en el grupo experimental, utilizaron el programa diseñado por el grupo de trabajo de Alfredson et al<sup>31</sup> (98) y en el grupo control se realizaron estiramientos del tríceps sural (con la rodilla completamente extendida) y del sóleo (con la rodilla en ligera flexión). Los estiramientos se realizaban de pie, lentamente y se mantenían durante 30 segundos, efectuándose 5 repeticiones, sin producir dolor. A todos los pacientes se les autorizó a seguir con su actividad habitual siempre que ello no les produjera un aumento de los síntomas. No se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos, con mejoría en ambos incluso al año de seguimiento. En los resultados a las 12 semanas observaron que los tendones más gruesos tuvieron mejores resultados y que no hubo correlación significativa entre los cambios en el grosor del tendón y los cambios en los síntomas, igual que en el estudio de Shalabi et al<sup>13</sup>. También constataron que los pacientes con dolor de inserción tuvieron una peor valoración global y que las mujeres mejoraron menos en lo referente a dolor y rigidez. Esto último lo explicaban diciendo que las mujeres suelen tener mayores sensaciones

dolorosas y más prolongadas en las patologías crónicas, debido a mecanismos relacionados con el sistema nervioso central. Los resultados de este estudio difieren de los datos, más favorables, obtenidos por otros autores que incluían el mismo programa de fortalecimiento excéntrico<sup>11,21,31,32,42,48</sup> pero son similares a los observados por Sayana y Maffulli<sup>83</sup>. Nørregaard et al<sup>73</sup> proponen varias explicaciones para esta discrepancia: algunos de sus pacientes tenían dolor de inserción; la supervisión realizada no fue constante (lo que pudo redundar en menor cumplimiento del tratamiento); en los otros estudios el fisioterapeuta pudo haber insistido más al paciente en la realización del ejercicio, a pesar del dolor, y la mayor parte de los pacientes en ellos eran deportistas, con una media de edad más baja, lo que quizá influyó también en la percepción y aceptación del dolor y, por tanto, en el resultado mejor del ejercicio excéntrico; y, por último utilizaron cuestionarios, en lugar de entrevistas personales, por lo que la relación directa con un entrevistador podría haber variado las respuestas.

Los datos sobre la eficacia y la utilidad de los ejercicios de estiramientos que podemos extraer de la lectura crítica de la bibliografía son, pues, contradictorios. Creemos que los estiramientos pueden estar incluidos en el programa en aquellos casos en los que haya una disminución de la movilidad o si el paciente nota con ellos alivio de las molestias musculares diferidas producidas por el ejercicio excéntrico durante las dos primeras semanas.

## **PROGRAMAS DE EJERCICIOS**

A continuación proponemos un programa de ejercicios para la tendinopatía aquílea crónica del cuerpo medio o no insercional y otros dos para la tendinopatía aquílea crónica distal o insercional, según sea uni o bilateral.

### **TENDINOPATÍA AQUÍLEA DEL CUERPO MEDIO**

El programa de tratamiento para la tendinosis media del tendón de Aquiles, desarrollado por el grupo de trabajo sueco de la Universidad de Umea<sup>20-22,31,64</sup> está indicado en pacientes con tendinopatía aquílea crónica del cuerpo medio (rigidez matutina y dolor, localizado a 2-6 cm de la inserción calcánea) con molestias

persistentes de más de 3 meses de evolución. Este tratamiento debe realizarse, asociado o no a otras modalidades pasivas, durante un periodo de unos 6 meses<sup>78</sup>.

El programa consta sólo de dos ejercicios de tipo excéntrico que se realizan lentamente de forma monopodal, en cadena cinética cerrada, apoyando el antepié de la extremidad afectada sobre el borde de un pequeño escalón y sin apoyar el otro. Uno se efectúa con la rodilla en completa extensión y otro, para fortalecer de forma específica el sóleo, en flexión ligera (de unos 20°-30°). Cada ejercicio consiste en realizar una flexión dorsal máxima del tobillo desde la posición de máxima flexión plantar manteniendo la posición alcanzada durante 10 segundos. Para evitar que el tendón afectado efectúe durante el programa excéntrico contracciones concéntricas se utilizará la extremidad sana para que la afectada vuelva a la posición de partida de forma pasiva. Hay que realizar ambos ejercicios durante 3 meses, todos los días, efectuando 3 series de 15 repeticiones (con un minuto de descanso entre cada serie) 2 veces al día, con una progresión gradual en la intensidad, variable según la condición física previa del paciente. Los ejercicios deben realizarse en la carga máxima tolerada, es decir, notando, al hacerlos, cierto grado de dolor sobre el tendón afectado, que debe ser sólo ligero o moderado para que sea tolerado. En ocasiones unos minutos de calentamiento previo mejora la tolerancia. Si el dolor es intenso o persiste a lo largo del día produciendo aumento de la rigidez matutina o incremento de la discapacidad o el paciente los tolera mal debe comenzarse haciéndolos de forma bipodal (cargando progresivamente cada vez más peso sobre el lado afectado) o bien efectuando menos series, menos repeticiones en cada serie y/o haciéndolo, al principio, sólo una vez al día. Si no se nota dolor debe incrementarse la resistencia para que el paciente siempre lo perciba ya que si no se estaría efectuando una carga submáxima (menos eficaz)<sup>11</sup>. Una manera de controlar el dolor es tomar medicación analgésica previamente o aplicar frío local (5-15 minutos) cada vez que se finalicen los ejercicios. Si el paciente notase con ello alivio de las habituales molestias musculares diferidas que suelen producir los ejercicios de tipo excéntrico durante las primeras 2-4 semanas pueden permitirse, durante ese periodo de tiempo estiramientos lentos e indoloros del tríceps sural y del sóleo en bipedestación frente a una pared. Los estiramientos estarán expresamente indicados en los casos que asocien limitación de la movilidad articular del tobillo. Se hacen dos veces al día efectuándose 5 repeticiones cada vez) Para aumentar la resistencia de cada ejercicio de fortalecimiento se utilizarán pesos colocados en el interior de una mochila que el

paciente colocará a su espalda. Se puede comenzar con un 10-20% del peso corporal<sup>64,84</sup> o con 2'5 ó 5 Kg<sup>15,16,79</sup> pero no se incrementará en ningún caso la velocidad de ejecución. El incremento del peso se hará de 2'5 Kg en 2'5 Kg o de 5 Kg en 5 Kg en función de la sensación dolorosa. Los sujetos sedentarios suelen precisar una progresión más gradual que los individuos acostumbrados a realizar ejercicio físico. Es importante que, tras enseñar al paciente el ejercicio, se le faciliten siempre instrucciones escritas sobre el modo de realizar cada ejercicio y sobre cómo efectuar la progresión. Los ejercicios, si producen mejoría, se mantendrán hasta la recuperación funcional completa. A los pacientes que no realizan actividades deportivas habituales suele ser necesario motivarles más que a los deportistas para que el cumplimiento sea adecuado. La actividad deportiva se permite siempre que realizarla no incremente los síntomas.

En deportistas con tendinosis aquilea se han observado alteraciones en el rendimiento muscular de las extremidades inferiores<sup>99</sup>. En un estudio reciente<sup>28</sup> donde se ha comparado la cinética, la cinemática y la actividad muscular en corredores con tendinopatía aquilea y sin ella se ha visto que puede presentarse una disminución de la actividad de los músculos tibial anterior, recto femoral y glúteo medio durante la carrera. En estos casos podría ser beneficioso asociar ejercicios que promuevan un incremento de la actividad muscular en dichos músculos. En sujetos no deportistas podría recomendarse, también, indicar programas de entrenamiento aeróbico y para mejorar la resistencia de los miembros inferiores<sup>66</sup>.

## TENDINOPATÍA AQUÍLEA DE INSERCIÓN

El programa consiste en un único ejercicio<sup>79</sup> realizado con la rodilla en extensión, similar al del programa de tendinosis de cuerpo medio pero sin efectuar movimiento en flexión dorsal, es decir, sin superar la posición neutra del tobillo partiendo desde la máxima flexión plantar. Para ello el paciente lo realiza en el suelo en lugar de hacerlo sobre un escalón. Esa limitación del movimiento evita un posible conflicto de espacio entre el tendón, la bursa y el calcáneo. No se deben incluir estiramientos ya que a menudo se asocian otras afecciones (bursitis preaquilea o retroaquilea o “impingement” posterior) y se provocaría dolor al realizarlos. Si el paciente tiene una afectación bilateral se debe hacer el ejercicio de modo independiente con cada pie. Para evitar en este caso la flexión plantar concéntrica del pie que no se

está entrenando se utilizará, para volver a la posición de partida, un escalón donde se coloca el pie que no está efectuando el entrenamiento mientras el tobillo con el que se realiza el ejercicio efectúa una flexión plantar pasiva en descarga.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1 - Hennessy MS, Molloy AP, Sturde SW. Noninsertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Clin N Am.* 2007; 12: 617-41.
- 2 - O'Brien M. The anatomy of the Achilles tendon. *Foot Ankle Clin N Am.* 2005; 10: 225-35.
- 3 - Gu YD, Li JS, Lake MJ, Ren XJ, Zeng YJ. The mechanical response of Achilles tendon during different kinds of sports. *Commun Num Meth Engng.* 2008; 24: 2077-85.
- 4 - James SL, Bates BT, Osternig LR. Injuries to runners. *Am J Sports Med.* 1978; 6: 40-50.
- 5 - Kvist M. Achilles tendon injuries in athletes. *Ann Chir Gynaecol.* 1991; 80: 188-201
- 6 - Van Usen C, Pumberger B. Effectiveness of eccentric exercise in the management of chronic Achilles tendinosis. *Int J Allied Health Sci Pract.* 2007; 5: 1-14.
- 7 - Magnussen RA, Dunn WR, Thomson B. Nonoperative treatment of midportion Achilles tendinopathy: a systematic review. *Clin J Sport Med.* 2009; 19:54-64
- 8 - Maffulli N, Wong J, Almekinders LC. Types and epidemiology of tendinopathy. *Clin Sports Med.* 2003; 22: 675-92.
- 9 - Clain MR, Baxter DE. Achilles tendinitis. *Foot Ankle.* 1992; 13: 482-7.
- 10 - Alfredson H, Lorentzon R. Chronic achilles tendinosis. Recommendations for treatment and prevention. *Sports Med.* 2000; 29: 135-46.
- 11 - Silbernagel KG, Thomeé R, Thomeé P, Karlsson J. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain- a randomised controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sports.* 2001; 11: 197-206.
- 12 - Cook JL, Khan M. Achilles tendinopathy. *Man Ther.* 2002; 7: 121-30.
- 13 - Shalabi A, Movin T, Kristoffersen-Wiberg M, Aspein P, Svensson L. Reliability in the assessment of tendon volume and intratendinous signal in the Achilles tendon on MRI: a methodological description. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005; 13: 492-8.

- 14 - Alfredson H. Conservative management of Achilles tendinopathy: new ideas. *Foot Ankle Clin.* 2005; 10: 321-9.
- 15 - Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait and see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2007; 35: 374-83.
- 16 - Rompe JD, Furia J, Maffulli N. Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional achilles tendinopathy. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg (Am).* 2008; 90: 52-61.
- 17 - Theobald P, Benjamin M, Nokes L, Pugh N. Review of the vascularisation of the human Achilles tendon. *Injury.* 2005; 36: 1267-72.
- 18 - Åström M, Rausing A. Chronic Achilles tendinopathy. A survey of surgical and histopathologic findings. *Clin Orthop.* 1995; 316: 151-64.
- 19 - Paavola M, Kannus P. Long-term prognosis of patients with achilles tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2000; 28: 634-42.
- 20 - Mafi N, Lorentzon R, Alfredson H. Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomised prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001; 9: 42-7.
- 21 - Fahlstrom M, Jonsson P, Lorentzon R, Alfredson H. Chronic Achilles tendon pain treated with eccentric calf-muscle training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003; 11: 327-33.
- 22 - Öhberg 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.
- 23 - Sayana MK, Maffulli N. Insertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Clin N Am.* 2005; 10: 309-20.
- 24 - Kannus P. Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. *Scand J Med Sci Sports.* 1997; 7: 78-85.
- 25 - McCrory JL, Martin DF, Lowery RB, Cannon DW, Curll WW, Read HM Jr, Hunter DM, Craven T, Messier SP. Etiologic factors associated with Achilles tendinitis in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31: 1374-81.
- 26 - Rees JD, Wolman RL, Wilson A. Eccentric exercises; why do they work, what are the problems and how can we improve them?. *Br J Sports Med.* 2009; 43: 242-6.

- 27 - Leung JLY, Griffith JF. Sonography of chronic Achilles tendinopathy: a case control study. *Int J Clin Ultrasound*. 2008; 36: 27-32.
- 28 - Azevedo LB, Lambert MI, Vaughan CL, O'Connor CM, Schweltnus MP. Biomechanical variables associated with Achilles tendinopathy in runners. *Br J Sports Med*. 2009; 43: 288-92.
- 29 - Rees JD, Wilson AM, Wolman RL. Current concepts in the management of tendon disorders. *Rheumatology*. 2006; 45: 508-21.
- 30 - Flórez García MT, Echávarri Pérez C, Pavón de Paz M. Programa de ejercicios en tendinopatías. *Rehabilitación (Madr)*. 2003; 37: 354-62.
- 31 - Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med*. 1998; 26: 360-6.
- 32 - Shalabi A, Kristoffersen-Wilberg M, Svensson L, Aspelin P, Movin P. Eccentric training of the gastrocnemius-soleus complex in chronic Achilles tendinopathy results in decreased tendon volume and intratendinous signal as evaluated by MRI. *Am J Sports Med*. 2004; 32: 1286-96.
- 33 - Nicholson CW, Berlet GC, Lee TH. Prediction of the success of nonoperative treatment of insertional Achilles tendinosis based on MRI. *Foot Ankle Int*. 2007; 28: 472-7.
- 34 - Rees JD, Maffulli N, Cook J. Management of tendinopathy. *Am J Sports Med*. 2009; 43: 242-6.
- 35 - Maffulli N, Testa V, Capasso G, Oliva P, Panni AS, Longo UG, King JB. Surgery for chronic Achilles tendinopathy produces worse results in women. *Disabil Rehabil*. 2008; 30: 1714-20.
- 36 - Niesen-Vertommen SL, Taunton JE, Clement DB, Mosher RE. The effect of eccentric versus concentric exercise in the management of Achilles tendonitis. *Clin J Sport Med*. 1992; 2: 109-13.
- 37 - Khan KM, Cook JL. Time to abandon tendonitis myth. *BMJ*. 2002; 324: 627-8.
- 38 - De Mos M, van El B, DeGroot J, Jahr H, van Schie HTM, van Arkel ER et al. Achilles tendinosis. Changes in biochemical composition and collagen turnover rate. *Am J Sports Med*. 2007; 35: 1549-56.
- 39 - Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Neovascularisation in Achilles tendons with painful tendinosis but not in normal tendons: an ultrasonographic investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2001; 9: 233-8.

- 40 - Zanetti M, Metzdorf A, Kindert HP, Zollinger H, Vienne P, Seifert B, Hodler J. Achilles tendons: clinical relevance of neovascularization diagnosed with Power Doppler US. *Radiology*. 2003; 227: 556-60.
- 41 - Alfredson H, Öhberg L, Forsgren S. Is vasculo-neural ingrowth the cause of pain in chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2003; 11: 334-8.
- 42 - Öhberg L, Alfredson H. Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2004; 12: 465-70.
- 43 - Alfredson H, Öhberg L. Sclerosing injections to areas of neo-vascularization reduce pain in chronic Achilles tendinopathy: a double blind randomised controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005; 13: 338-44.
- 44 - Bjur D, Alfredson H, Forsgren S. The innervation pattern of the human Achilles tendon: studies of the normal and tendinosis tendon with markers for general and sensory innervation. *Cell Tissue Res*. 2005; 320: 201-6.
- 45 - Knobloch K. The role of tendon microcirculation in Achilles and patellar tendinopathy. *J Orthop Surg*. 2008; 3: 18.
- 46 - Boesen MI, Koenig MJ, Torp-Pedersen S, Bliddal H, Langberg H. Tendinopathy and Doppler activity: the vascular response of the Achilles tendon to exercise. *Scand J Med Sci Sports*. 2006; 16: 463-9.
- 47 - Snellenberg W, Wiley JP, Brunet G. Achilles tendon pain intensity and level of neovascularization in athletes as determined by color Doppler ultrasound. *Scand J Med Sci Sports*. 2007; 17: 530-4.
- 48 - Roos EM, Engström M, Langerquist A, Söderberg B. Clinical improvement after 6 weeks of eccentric exercise in patients with mid-portion Achilles tendinopathy: a randomised trial with 1-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports*. 2004; 14: 286-95.
- 49 - Knobloch K, Schreibmueller L, Meller R, Busch KH, Spies M, Vogt PM. Superior Achilles tendon microcirculation in tendinopathy among symptomatic female versus male patients. *Am J Sports Med*. 2008; 36: 509-14
- 50 - Alfredson H, Forsgren S, Thorsen K, Fahlström M, Johansson H, Lorentzon R. Glutamate NMDAR1 receptors localised to nerves in human Achilles tendons. Implications for treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9: 123-6.
- 51 - Alfredson H, Lorentzon R. Chronic tendon pain: no signs of chemical inflammation but high concentrations of the neurotransmitter glutamate. Implications for treatment? *Curr Drug Targets*. 2002; 3: 43-54.

- 52 - Alfredson H, Bjur D. High intratendinous lactate levels in painful chronic achilles tendinosis. An investigation using microdialysis technique. *J Orthop Res.* 2002; 20: 934-8.
- 53 - Alfredson H, Lorentzon R. Intratendinous glutamate levels and eccentric training in chronic Achilles tendinosis: a prospective study using microdialysis technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003; 11: 196-9.
- 54 - Alfredson H. Chronic tendon pain- implications for treatment: an update. *Curr Drug Targets.* 2004; 5: 407-10.
- 55 - Alfredson H. The chronic painful Achilles and patellar tendon: research on basic biology and treatment. *Scand J Med Sci Sports.* 2005; 15: 252-9.
- 56 - Knobloch K, Alfredson H. Eccentric training in Achilles tendinopathy: is it harmful to tendon microcirculation? *Br J Sports Med.* 2007; 41: e2.
- 57 - Knobloch K, Kraemer R, Jagodzinski M, Zeichen J, Meller R, Vogt PM. Eccentric training decreases paratendon capillary blood flow and preserves paratendon oxygen saturation in chronic Achilles tendinopathy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37: 269-76.
- 58 - Andersson G, Danielson P, Alfredson H, Forsgren S. Presence of substance P and the neurokinin-1 receptor in tenocytes of the human Achilles tendon. *Regul Pept.* 2008; 150: 81-7.
- 59 - Bjur D, Danielson P, Alfredson H, Forsgren S. Immunohistochemical and in situ hybridization observations favor a local catecholamine production in the human Achilles tendon. *Histol Histopathol.* 2008; 23: 197-208.
- 60 - Bjur D, Danielson P, Alfredson H, Forsgren S. Presence of a non-neuronal cholinergic system and occurrence of up- and down-regulation in expression of M2 muscarinic acetylcholine receptors: new aspects of importance regarding Achilles tendon tendinosis (tendinopathy). *Cell Tissus Res.* 2008; 331: 385-400.
- 61 - Woodley BL, Newsham-West RJ, Baxter GD. Chronic tendinopathy: effectiveness of eccentric exercise. *Br J Sports Med.* 2007; 41: 188-99.
- 62 - Grigg N, Smeathers J, Wearing S, Urry S. Tendon rehabilitation: isolated eccentric loading invokes a greater reduction in Achilles tendon thickness than concentric loading. *J Sci Med Sport.* 2009; 12S: S20.
- 63 - Grigg N, Wearing S, Smeathers J. Eccentric calf muscle exercise produces a greater acute reduction in Achilles tendon thickness than concentric exercise. *Br J Sports Med.* 2009; 43: 280-3.

- 64 - Langberg H, Ellingsgaard H, Madsen T, Jansson J, Magnusson SP, Aagaard P, Kjaer M. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand J Med Sci Sports*. 2007; 17; 61-6.
- 65 - Mahieu NN, McNair P, Cools A, D'Haen C, Vandermeulen K, Witvrouw E. Effect of eccentric training on the plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40: 117-23.
- 66 - Allison GT, Purdam C. Eccentric loading for Achilles tendinopathy – strengthening or stretching ?. *Br J Sports Med*. 2009; 43: 276-9.
- 67 - Satyendra L, Byl N. Effectiveness of physical therapy for Achilles tendinopathy: an evidence based review of eccentric exercises. *Isokinet Exerc Sci*. 2006; 14: 71-80.
- 68 - 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; 41: e3.
- 69 - Wasielewski NJ, Kotsko KM. Does eccentric exercise reduce pain and improve strength in physically active adults with symptomatic lower extremity tendinosis? A systematic review. *J Athl Train*. 2007; 42: 409-421.
- 70 - Stanish WD, Rubinovich RM, Curwin S. Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clin Orthop Rel Res*. 1986; 208: 65-8.
- 71 - Croisier JL, Forthomme B, Foidart-Desalle M, Godon B, Crielaard JM. Treatment of recurrent tendonitis by isokinetic eccentric exercises. *Isokinet Exerc Sci*. 2001; 9: 13
- 72 - Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Good clinical results but persisting side-to-side differences in calf muscle strength after surgical treatment of chronic Achilles tendinosis: a 5-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports*. 2001; 11: 207-12.
- 73 - Nørregaard J, Larsen CC, Bieler T, Langberg H. Eccentric exercise in treatment of Achilles tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports*. 2007; 17: 133-8.
- 74 - Mayer F, Hirschmüller A, Müller S, Schuberth M, Baur H. Effects of short-term treatment strategies over 4 weeks in Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2007; 41: e6.
- 75 - Silbernagel KG, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy. *Am J Sports Med*. 2007; 35: 897-906.
- 76 - Silbernagel KG, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Fully symptomatic recovery does not ensure full recovery of muscle-tendon function in patients with Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2007; 41: 276-80.

- 77 - de Vos RJ, Weir A, Visser RJA, de Winter TC, Tol JL. The additional value of a night splint to eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2007; 41: e5.
- 78 - Alfredson H, Cook J. A treatment algorithm for managing Achilles tendinopathy: new treatment options: *Br J Sports Med.* 2007; 41: 211-6.
- 79 - Jonsson P, Alfredson H, Sunding K, Fahlström M, Cook J. New regimen for eccentric calf muscle training in patients with chronic insertional Achilles tendinopathy: results of a pilot study. *Br J Sports Med.* 2008; 42: 746-9.
- 80 - Komi PV, Buskirk ER. Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle. *Ergonomics.* 1972; 15: 417-34.
- 81 - Curwin S, Stanish W. *Tendinitis: Its etiology and treatment.* Lexington, MA. Collamore Press. 1984.3-41.
- 82 - Fyfe I, Stanish WD. The use of eccentric training and stretching in the treatment and prevention of tendon injuries. *Clin Sports Med.* 1992; 11: 601-24.
- 83 - Sayana MK, Maffulli N. Eccentric calf muscle training in non-athletic patients with Achilles tendinopathy. *J Sci Med Sport.* 2007; 10: 52-8.
- 84 - Stanish WD, Curwin S, Mandell S. *Tendinitis: its etiology and treatment.* Nueva York. Oxford University Press, 2000.
- 85 - Gärdin A, Bruno J, Movin T, Kristoffersen-Wiberg M, Shalabi A. Magnetic resonance signal, rather than tendon volumen, correlates to pain and functional impairment in chronic Achilles tendinopathy. *Acta Radiol.* 2006; 47: 718-24.
- 86 - Maffulli N, Walley G, Sayana MK, Longo UG, Denaro V. Eccentric calf muscle training in patients with Achilles tendinopathy. *Disabil Rehabil.* 2008; 30: 1677-84.
- 87 - Herrington L, McCulloch R. The role of eccentric training in the management of Achilles tendinopathy: a pilot study. *Phys Ther Sport.* 2007; 8: 191-6.
- 88 - Rompe JD, Furia J, Maffulli N. E Eccentric loading versus eccentric loading plus shock-wave treatment for midportion achilles tendinopathy. A randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2009; 37: 463-470.
- 89 - Petersen W, Welp R, Rosenbaum D. Chronic Achilles tendinopathy: a prospective randomized study comparing the therapeutic effects of eccentric training, the AirHeel brace and a combination of both. *Am J Sports Med.* 2007; 35: 1659-67.
- 90 - Stergioulas A, Stergioula M, Aarskog R, Lopes-Martins RAB, Bjordal JM. Effects of low-level laser therapy and eccentric exercises in the treatment of recreational athletes with chronic Achilles tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2008; 36: 881-7.

- 91 - Cook J. Eccentric exercise and shock-wave therapy benefit patients with chronic Achilles tendinopathy. *Aust J Physiotherapy*. 2007; 53: 131.
- 92 - Knobloch K, Schreibmueller L, Longo UG, Vogt PM. Eccentric exercises for the management of tendinopathy of the main body of the Achilles tendon with or without the AirHeel Brace. A randomized controlled trial. A: effects on pain and microcirculation. *Disabil Rehabil*. 2008; 30: 1685-91.
- 93 - Chester R, Costa ML, Shepstone L, Cooper A, Donell ST. Eccentric calf muscle training compared with therapeutic ultrasound for chronic Achilles tendinopathy - A pilot study. *Man Ther*. 2008; 13: 484-91.
- 94 - Sweeting K, Yelland M. Achilles tendinosis: how does prolotherapy compare to eccentric loading exercise ?. *J Sci Med Sport*. 2009; 12S: 219.
- 95 - Shrier I, Gossal K. Myths and truths of stretching. *Phys SportsMed*. 2000; 28 [http://www.physsportsmed.com/issues/2000/08\\_00/shrier.htm](http://www.physsportsmed.com/issues/2000/08_00/shrier.htm)
- 96 - Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ*. 2002; 325: 468-72.
- 97 - Child S, Crossley K, Bryant A, Clark R. Stiffness of human Achilles tendon is altered in people with Achilles tendinopathy, *J Sci Med Sport*. 2009; 12S: S18.
- 98 - de Jonge S, de Vos RJ, Van Schie HTM, Verhaar JAN, Weir A, Tol JL. One-year follow-up of a randomised controlled trial on added splinting to eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2008 Oct 6 (E pub ahead of print).
- 99 - Silbernagel KG, Gustavsson A, Thomeé R, Karlsson J. Evaluation of lower leg function in patients with Achilles tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006; 14: 1207-17.