



REVISTA
MARZO 2015

- REHABILITACION DE LESION DEL MANGUITO ROTADOR EN DEPORTISTAS
- REPARACIÓN ARTROSCÓPICA DE LESIÓN DE BANKART EN DEPORTISTAS
- ANÁLISIS DE LA CARRERA ANTES Y DESPUÉS DE LA RUPTURA DEL TENDÓN DE AQUILES, CON MEDICIÓN DE LA FUERZA Y LONGITUD DEL TENDÓN, EN PACIENTES CON CIRUGÍA REPARADORA

JORNADAS
2015



Protección en movimiento



REUNIÓN CIENTÍFICA

JORNADA DE ACTUALIZACIÓN EN LCA

SÁBADO 18 DE ABRIL

PROGRAMA

8.30 hs

"Factores de riesgo en lesiones del LCA"

Lic. Fernando Krasnov

9.15 hs

"Actualización en protocolos de rehabilitación post-quirúrgica"

Lic. Alejandro Gonzalez

10 hs // BREAK

10.30 hs

Trabajo de Campo y criterios para el alta deportiva

Lic. Carlos Leoni - Lic. Marcelo Pacheco
(Club Velez Sarlfield)

11.15 hs

Taller teórico - práctico de "Evaluaciones cuantitativas de miembros inferiores. Incorporación de plataformas de salto y dinamometría"

Lic. Santiago d'Almeida

Horario completo: de 8.30 a 12.30 hs. // Se entrega certificado de asistencia

LUGAR

Av. Juramento 2089
2º piso. CABA

COSTOS

- Socios AKD gratis
- No socios AKD \$180
- Estudiantes \$80

INSCRIPCIÓN

info@akd.org.ar
(Cupos limitados)

EDITORIAL

Estimados:

En esta oportunidad y como Secretaria de la AKD los invito a seguir participando de nuestras propuestas y actividades que comenzaron de manera intensa y renovada en este 2015 y con la participación de todos serán aún mas completas.

Ya en la recta final con el armado del CURSO DE ACTUALIZACIÓN EN KINESIOLOGÍA DEPORTIVA en su modalidad ONLINE, al que todos podrán inscribirse en breve, con la presencia de importantes disertantes nacionales y extranjeros.

Una novedad a destacar y para seguir sumando a nuestra profesión, es que a partir de este año y en los sucesivos, comenzaremos a dictar los siguientes CURSOS DE FORMACIÓN BÁSICA EN KINESIOLOGÍA DEL DEPORTE: Manejo del tape, Trabajo de Campo y RCP o manejo de emergencia en el campo de juego. Encontraran mas información en nuestra página web.

La AKD continúa ofreciendo a sus socios las Jornadas Científicas que se vienen desarrollando con el nuevo formato desde el año 2013 (Simposios teórico-prácticos), de carácter gratuito para socios,

el próximo Sábado 18 de abril será la primera del año y los invitamos a todos a participar. Sumadas a las que vienen desarrollándose en el interior del país con el objetivo de promover el conocimiento y el intercambio de información con los colegas del interior.

Les recordamos que los socios tienen la posibilidad de acceder por bajo costo a la edición on-line de la prestigiosa revista internacional JOSPT. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.

Además los invitamos a seguir participando de nuestras redes sociales Facebook y Twitter, donde podrán acceder y opinar acerca de nuestras actividades.

Nuestro objetivo como asociación es seguir en ésta senda del conocimiento y la jerarquización de la profesión, no sólo desde lo académico sino desde la comunicación, acortando brechas y distancias con todos y cada uno mas allá de las fronteras. Los esperamos a todos

Lic. Andrea Passalenti
Secretaria

ASAMBLEA GENERAL EXTRAORDINARIA

Por la presente, la Comisión Directiva de la Asociación de Kinesiología del Deporte, convoca a Asamblea General Extraordinaria, para el día 2 de mayo de 2015 a las 8 hs en primera llamada y a las 8.30 hs. en segunda convocatoria para tratar la aprobación del Nuevo Estatuto de la AKD, en el domicilio legal: Avenida del Libertador 16664, San Isidro.

1/4/2015

03

COMISIÓN DIRECTIVA AKD

SEDE LEGAL
DE LA AKD
Av. del Libertador
16.664 (1642) San
Isidro, Buenos Aires
DOMICILIO POSTAL
Manuela Pedraza
2529 4to C - C.A.BA,
Buenos Aires

SECRETARÍA
DE LA AKD
Sra. María Hidalgo:
Tel: (0054-11)
3221-0798
Cel. 15 6484-9603

Presidente: Rivas, Diego
Vicepresidente: Brunetti, Gustavo
Secretario: Passalenti, Andrea
Pro-secretario: Krasnov, Fernando
Tesorero: Viñas, Gabriel
Pro-tesorero: Conrado, Adrián
Sec. Prensa y difusión: Pardo, Gonzalo

Pro-Secretaria Prensa y difusión
Franco, Javier

Vocales Titulares
Carelli, Daniel
Panza, Julio
Gays, Cristian
Sampietro, Matías
Schettini, Javier
Rijavec, Fabián

Vocales Suplentes
Kokalj, Antonio
Betti, Matias
Romañuk, Andrés

Com. Rev. Cuentas Titular
Quintana, Verónica
Thomas, Andrés
Saravia, Ariel

Comisión honoraria
Fernandez, Jorge
Mastrangelo, Jorge
González, Alejandro
Clavel, Daniel H.
Rojas, Oscar
Villafañe, Juan José
Crupnik, Javier

Secretaria
Hidalgo, María

SOCIOS REPRESENTANTES

Río Negro: Auada, Ricardo
San Juan: Arévalo, Oscar
Alberto
México: Cóccharo, Carlos
Neuquén: Fernández, Mario
Tucumán: Hamada, Rodrigo
La Pampa: Kiriachek, Andrés
Santiago del Estero: Neme,
Cecillia
Santa Cruz: Poggiese,
Ernesto
Mendoza: Sarfati, Gabriel

REHABILITACION DE LESION DEL MANGUITO ROTADOR EN DEPORTISTAS

CAPÍTULO DEL LIBRO DENOMINADO MANUAL DEL MÉDICO DE EQUIPO DESARROLLADO POR LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE.

AUTOR



LIC. DIEGO RIVAS

LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA
ARGENTINA

Klgo. Equipo Argentino de Copa Davis.

Klgo. Equipo Olimpico de Tenis Atenas.

2004, Beijing 2008.

Klgo. del Torneo ATP de Bs. As.

Presidente AKD.

Ex Klgo. del CENARD y del Hosp. de Niños

Pedro de Elizalde.

CONTACTO
diegorivas001@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación del atleta con lesión del manguito rotador es un proceso complejo que requiere de un conocimiento sustancial de la biomecánica del hombro del lanzador y de la fisiopatología de la lesión¹.

El objetivo de la rehabilitación deportiva es volver al atleta al nivel de actividad previo a la lesión. La rehabilitación del hombro exitosa depende de una comprensión de la causa de la lesión y un diagnóstico completo y preciso de las estructuras involucradas y de las exi-

gencias físicas del deporte.⁵ El movimiento de lanzamiento es un movimiento sumamente calificado que se realiza a altas velocidades angulares, que requiere flexibilidad, fuerza muscular, coordinación, sincronización y control neuromuscular³. La fase de aceleración puede alcanzar una velocidad angular máxima de 7250 °/ S.³ Este movimiento genera demandas extraordinarias sobre la articulación del hombro.

Es debido a estas grandes fuerzas que se aplican de manera repetida, que el hombro es la articulación lesionada con mayor frecuencia en

deportes que utilizan el miembro superior.

Se ha estimado que las fuerzas de traslación anterior que se generan durante el gesto equivalen a la mitad del peso corporal durante la fase de armado del golpe y fuerzas de distracción equivalentes al peso corporal en la fase de desaceleración.³

El hombro del lanzador debe ser suficientemente laxo para permitir la rotación externa excesiva, pero lo suficientemente estable como para prevenir subluxaciones de la cabeza humeral, por lo que requiere un delicado equilibrio entre la

movilidad y la estabilidad funcional. Nos referimos a esto como la "paradoja del lanzador".²

Este equilibrio se ve comprometido con frecuencia. Numerosos tipos de lesiones pueden ocurrir en las diferentes estructuras como consecuencia del stress al que se somete al hombro durante el gesto deportivo.

Los atletas a menudo muestran cambios adaptativos que desarrollan a partir de los microtraumas repetidos observados durante el gesto deportivo, las más comunes son la pérdida de rotación interna glenohumeral y el mal posicionamiento de la escápula. El tratamiento debe centrarse en la restauración de estas adaptaciones, entre otras cosas.⁴

En consecuencia, el lanzar requiere un alto nivel de activación muscular, como se indica por la señal electromiográfica de la musculatura del hombro, que puede exceder de 80% a 100% de la señal medida durante una contracción voluntaria máxima.³

La fatiga muscular aumenta el riesgo de lesión en el hombro, alterando los patrones de activación muscular, fuerzas de cupla y la cinemática de la cintura escapular.^{6,7,8}

La patología de hombro del manguito rotador puede manifestarse como dolor, disminución del rendimiento (velocidad y precisión), o una disminución de la fuerza o el rango de movimiento.

Los tests de evaluación kinésica permiten objetivar y cuantificar la amplitud de movimiento articular y la fuerza muscular de los grupos musculares involucrados. Los resultados obtenidos permiten diseñar programas de rehabilitación basados en la evidencia, así como evaluar la progresión y el alta kiné-

sica del deportista.

Se recomienda un examen kinésico detallado y un programa de tratamiento integral que incluya planes específicos para tratar el dolor, la disfunción escapular, la movilidad articular, la flexibilidad, la debilidad muscular principalmente del manguito rotador y la inclusión de ejercicios funcionales y de la musculatura core.

Con frecuencia, las lesiones pueden ser tratadas con éxito con un programa de rehabilitación conservador bien estructurado y cuidadosamente ejecutado.

CADENA DE MOVIMIENTO

La función del hombro en el lanzamiento requiere la contribución de todos los segmentos del cuerpo para generar las fuerzas necesarias para impulsar la pelota y para reducir al mínimo las cargas que se transfieren a cada estructura. Esta secuencia coordinada de los segmentos se denomina cadena cinética, que corresponde a la transferencia de fuerza eficiente desde el piso hacia la mano en el gesto deportivo, a través de una secuencia coordinada de las piernas, cadera, tronco y MMSS.

Cada segmento corporal transfiere más energía que el anterior, resultando en máxima aceleración de la raqueta en el caso del tenis.

En la cadena cinética normal de lanzar: el suelo, las piernas y el tronco actúan como los generadores de fuerza (54%); el hombro actúa como un embudo y regulador de la fuerza (21%) y el brazo actúa como el mecanismo de entrega de la fuerza (26%).¹¹

El déficit de fuerza de un segmento inferior genera un sobreesfuerzo en los segmentos superiores para lograr el mismo objetivo.

A modo de ejemplo, si las rodillas no se flexionan más de 10° durante el saque, los grupos musculares del hombro van a tener que realizar alrededor de 25% más de fuerza para lograr la misma eficiencia del gesto realizado.

El movimiento fluido es esencial para realizar un swing potente y disminuir el riesgo de lesión.⁵

El conocimiento de la cadena cinética del gesto es fundamental para entender la fisiopatología de la lesión, diseñar un plan de rehabilitación adecuado y desarrollar planes de prevención eficientes.

ESCÁPULA

Se acepta comúnmente que la escápula juega un papel importante en la función normal del hombro. En los deportes en los que las demandas en el hombro son extremadamente altas, la calidad del movimiento depende de la interacción entre la escápula y cinemática glenohumeral.

Durante el gesto de lanzar y servir en tenis, la escápula funciona como vínculo fundamental entre los segmentos corporales centralizados más grandes, que producen estabilidad y generan fuerza, y los segmentos localizados más pequeñas del brazo que generan movilidad y aplican fuerza a la pelota o raqueta. Es el enlace dentro de la cadena cinética que permite la transferencia de energía de los músculos de la pelvis y el tronco al brazo.¹⁰

La estabilidad funcional de la escápula requiere un posicionamiento óptimo, equilibrio muscular fino de las fuerzas de cupla alrededor de la escápula, y una correcta coordinación de la actividad muscular de los rotadores de la escápula. La secuencia temporal de la contrac-

ción y el nivel al que se activa cada músculo durante el movimiento son factores importantes en la coordinación de movimiento escapular con la elevación humeral.

El saque más efectivo tiene: una flexión adecuada de rodilla, rotación del tronco y la estabilidad core que permite que la escápula se retraiga por completo para un mayor almacenamiento de energía y una posterior transferencia.¹⁰ Es importante identificar las alteraciones de los patrones de movimiento escapular, así como también los desequilibrios posturales y malas posiciones estáticas.

Hay dos factores de retracción que acompañan a la escapula enferma:

- pectoral menor acortado
- retracción de la cápsula postero-inferior¹¹ o falta de flexibilidad de la musculatura posterior.¹⁵

El plan de tratamiento debería considerar estas alteraciones y restablecerlas.

MANGUITO ROTADOR

Varios investigadores han examinado los parámetros de fuerza muscular en el deportista que lanza con resultados variables. *Wilk* et al al realizar las evaluaciones isocinéticas en jugadores profesionales de béisbol, como parte de sus exámenes físicos, demostraron que la rotación externa del hombro hábil es significativamente más débil que el hombro no hábil por 6%. Por el contrario, la fuerza de rotación interna del hombro de lanzar fue mayor en un 3%, en comparación con el hombro no hábil. Además, la fuerza de aducción del hombro de lanzar es mayor que en el hombro no hábil, en aproximadamente un 9% a 10%.

Se cree que debe existir un equi-

librio adecuado entre los grupos musculares agonistas y antagonistas para proporcionar la estabilización dinámica de la articulación del hombro. Los músculos rotadores externos deben tener al menos 65% de la fuerza de los músculos rotadores internos para lograr un equilibrio muscular correcto. De manera óptima, la relación de fuerza agonista/antagonista de los músculos rotadores externo-interno debe ser 66% a 75%.

Es muy importante también conocer el valor de fuerza excéntrica de los rotadores externos.

MOVILIDAD GLENOHUMERAL

La mayoría de los lanzadores muestran una alteración en el rango de movimiento del hombro, habitualmente la rotación externa (ER) es excesiva y la rotación interna (IR) se encuentra disminuida cuando se mide a 90° de abducción.

Esta pérdida de IR del hombro del lanzador se ha denominado *GIRD*, en caso de ser mayor a 20° aumenta el riesgo de lesión.

Wilk et al informó sobre la amplitud del rango de movimiento glenohumeral (TROM) medido en 879 lanzadores de béisbol profesional entre 2003-2008. El promedio de movilidad aproximado de RE fue de 140° y 40° de RI.^{12,13, 14} Si el TROM es mayor a 185° aumenta el riesgo de lesión.¹⁷

PLAN DE REHABILITACIÓN - LESIÓN DEL MANGUITO ROTADOR

FASE 1: FASE AGUDA

Objetivos

- Disminuir el dolor y la inflamación.

- Normalizar movimiento.
- Retrasar la atrofia muscular.
- Restablecer la estabilidad dinámica (equilibrio muscular).

Ejercicios y modalidades

- Crioterapia, ultrasonido, etc.
- Flexibilidad y estiramiento de los músculos posteriores del hombro para mejorar la rotación interna y la aducción horizontal.
- Elongación pectoral menor.
- Fortalecimiento isométrico del manguito rotador (especialmente rotadores externos).
- Fortalecimiento músculos escapulares (trapecio inferior, retractores de la escápula).
- Ejercicios de estabilización dinámica (estabilización rítmica).
- Ejercicios cadena cerrada.
- Trabajos propioceptivos.
- No lanzar.

FASE 2: FASE INTERMEDIA

Objetivos

- Progresar con ejercicios de fortalecimiento.
- Restaurar el equilibrio muscular (RE/RI - 65-75%) (ABD/ADD 75-85%).
- Mejorar la estabilidad dinámica.
- Flexibilidad y elongación.

Ejercicios y Modalidades

- Continuar con flexibilidad y estiramiento de los músculos posteriores del hombro para mejorar la rotación interna y la aducción horizontal (crossbodystretch, crossbodystretchwith IR, sleeperstretch modificada).
- Fortalecimiento isotónico progresivo principalmente de los rotadores externos (CON y EXC).
- Fortalecimiento escapular (RE, protractores y tilt posterior).

- Programa de ejercicios *throwers ten program*.¹⁶
- Ejercicios de estabilización rítmica.
- Inicia programa de fortalecimiento de la musculatura core.
- Inicie el programa de fortalecimiento de las extremidades inferiores.

FASE 3: FASE AVANZADA DE FORTALECIMIENTO

Objetivos

- ROM normalizado.
- Valores de fuerza muscular adecuados (test isocinético) (RE/RI - 65-75%) (ABD/ADD 75-85%).
- Fortalecimiento agresivo.
- Progreso control neuromuscular.
- Mejorar la fuerza, potencia y resistencia.
- Actividades deportivas iniciales (trabajo de lanzamiento dosificado).

Ejercicios y modalidades

- Flexibilidad y estiramiento.
- Ejercicios de estabilización rítmica.
- Continuar fortalecimiento de músculos escapulares.
- Continuar con *throwers ten program*.
- Iniciar plan de ejercicios pliométricos.
- Inicia los ejercicios de resistencia general de tren superior.
- Inicia programa de lanzamientos de corta distancia.

FASE 4: FASE DE RETORNO A LA ACTIVIDAD

Objetivos

- Progresar con el programa de lanzamiento.

- Volver a lanzamientos competitivos progresivo.
- Continuar plan de fortalecimiento y flexibilidad.

Ejercicios

- Continuar con plan de estiramiento y flexibilidad.
- Continuar con plan de fortalecimiento de rotadores externos y músculos escapulares.
- Continuar con ejercicios core y actividades de fortalecimiento de tren inferior.
- Programa de ejercicios pliométricos.
- Plan progresivo de lanzamiento competitivo. ●

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Todd Ellenbecker, Ann Cools. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. Br J Sports Med 2010 44: 319-327.
- 2- Kevin E. Wilk, PT, Keith Meister, MD, and James R. Andrews, MD. Current Concepts in the Rehabilitation of the Overhead Throwing Athlete. THE AMERICAN JOURNAL OF SPORTS MEDICINE, Vol. 30, No. 1.
- 3- KEVIN E. WILK, PT. Shoulder Injuries in the Overhead Athlete. february 2009 volume 39 number 2 journal of orthopaedic & sports physical therapy
- 4- G. Russell Huffman, MD, MPH, James E. Tibone, MD, Michelle H. McGarry MS, Brinceton M. Phipps. Path of Glenohumeral Articulation Throughout the Rotational Range of Motion in a Thrower's Shoulder Model.
- 5- John Mc Mullen, MS,ATC,PT, A Kinetic Chain Approach for Shoulder Rehabilitation. Journal of Athletic Training 2000;35(3):3

- 6- Deydre S. Teyhen, PhD, PT, OCS; Joseph M. Miller, MPT, PT. Rotator Cuff Fatigue and Glenohumeral Kinematics in Participants Without Shoulder Dysfunction. Journal of Athletic Training 2008;43(4):352-358
- 7- Mithun Joshi, PT, ATC; Charles A. Thigpen, PhD, PT, ATC. Shoulder External Rotation Fatigue and Scapular Muscle Activation and Kinematics in Overhead Athletes. Journal of Athletic Training 2011;46(4):349-357
- 8- David Ebaugh, PT, PhD, OCS, Philip W. McClure, PT, PhD, Andrew R. Karduna, PhD. Fatigue Protocol. J Orthop Sports Phys Ther • Volume 36 • Number 8 • August 2006
- 9- Ann M. Cools, PT, Erik E. Witvrouw, PT, PhD, Geert A. Declercq, MD, Lieven A. Danneels, PT, PhD, and Dirk C. Cambier, PT, PhD. Scapular Muscle Recruitment Patterns: Trapezius Muscle Latency with and without Impingement Symptoms. THE AMERICAN JOURNAL OF SPORTS MEDICINE, Vol. 31, No. 4
- 10- Ben Kibler, Paula M Ludewig, Phil W McClure, Lori A Michener, Klaus Bak, Aaron D Sciascia. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'scapular summit'. bjsm.bmj.com on March 3, 2014
- 11- Stephen S. Burkhart, M.D., Craig D. Morgan, M.D., and W. Ben Kibler, M.D. The Disabled Throwing Shoulder: Spectrum of Pathology Part III: The SICK Scapula, Scapular Dyskinesis, the Kinetic Chain, and Rehabilitation.
- 12- Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, Levine WN, Littlefield MA, Hershon SJ. Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. Am J Sports Med. 1997;25:609-613.
- 13- Brown LP, Niehues SL, Harrah A, Yavorsky P, Hirshman HP. Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and

- external shoulder rotators in major league baseball players. *Am J Sports Med.* 1988;16:577-585.
- 14- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part II: evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. *Arthroscopy.* 2003;19:531- 539. <http://dx.doi.org/10.1053/jars.2003.50139>
- 15-Borsa PA, Wilk KE, Jacobson JA, et al. Correlation of range of motion and glenohumeral translation in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2005;33:1392-1399.
- 16- Wilk KE, Reinold MM, Dugas JR, Andrews JR. Rehabilitation following thermal-assisted capsular shrinkage of the glenohumeral joint: current concepts. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32:268-292.
- 17- Kevin E. Wilk, PT, DPT, FAPTA. Recent Advances in the Rehabilitation of the Overhead Throwing Athlete. APTA Combined Sections Meeting - Sports Physical Therapy Section. 2014

REPARACIÓN ARTROSCÓPICA DE LESIÓN DE BANKART EN DEPORTISTAS

EVALUACIÓN DEL RETORNO AL NIVEL DEPORTIVO PREVIO Y RECURRENCIA.

AUTORES

DR. PABLO ALÍ
DR. LUCIA NO ROSSI
DR. GABRIEL MECOZZI
DR. RUBÉN E. PAOLETTA
DR. JUAN M. LO PEZ OVENZA

DR. SANTIAGO BONGIOVANNI
DR. MAXIMILIANO RANALLETTA
DR. GASTÓN MAIGNON

CONTACTO
gabriel.mecozzi@hospitalitaliano.org.ar

RESUMEN

OBJETIVO

Determinar los resultados a mediano plazo de la reparación artroscópica de Bankart en deportistas, enfocándose principalmente en el rendimiento deportivo y la recurrencia de inestabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo, que evalúa ciento noventa pacientes, operados consecutivamente por inestabilidad anterior del hombro entre 2008 y 2010. Cincuenta y cuatro pacientes con pérdida del stock óseo glenoideo, con cirugía previa o un desgarró del manguito rotador asociados fueron excluidos. Ciento veinticuatro hombres y doce mujeres con una edad media de 25 años (rango: 15-41) fueron evaluados, los cuales 113 eran deportistas amateur, 14 semi profesionales y 9 profesionales. El pro-

medio de seguimiento fue de 36 meses (rango: 24-52). En todos los casos la reparación se realizó con anclajes biodegradables con doble sutura. Se evaluó resultados postoperatorios utilizando el sistema de puntuación Rowe y el desempeño del nivel deportivo tomado por el propio paciente.

RESULTADOS

Inestabilidad anterior recurrente se produjo en diez de los ciento treinta y seis pacientes (7,3%), se asoció recurrencia al bajo rendimiento deportivo ($p < 0,05$). Solo el 74,3% percibió que volvió al nivel deportivo previo a la lesión. El promedio del ROWE fue 35% (rango, 5-75%) y 89% (rango, 15-100%) ($p < 0,05$) pre y postoperatorios respectivamente.

CONCLUSIÓN

La cirugía artroscópica en pacientes jóvenes deportistas muestra

ser una alternativa segura, con tasa de recurrencia comparables a técnicas abiertas. Pero a pesar de los buenos resultados no todos los pacientes logran el retorno deportivo al nivel previo.

ABSTRACT

Hypotlzesis

Determine the mid-term results of artlzoscopic Bankart repair in athletes, focusing primarily on athletic performance and recurrence of instability.

Materials and Metlzods

Retrospective study that evaluates hundred ninety patients consecutively operated anterior shoulder instability between 2008 and 2010. Fifty-four patients with glenoid bone stock loss, previous surgery or an associated rotator cuff tear were excluded. One hundred twenty-four men and twelve wo-

men te Jith a mean age of 25 years (range, 15-41) were evaluated, of which 113 were amateur athletes, 14 semi-professional or professional. Average follow-up was 36 months (range, 24-52). In all cases, the repair was performed with double-biodegradable suture anchors. Postoperative results were evaluated using the scoring system of Rowe and sports performance level taken by the patient.

Results

recurrent anterior instability occurred in ten of the one hundred thirty-six patients (7.3%) was associated with low performance sports recurrence (p < 0.05). Only 74.3 % perceived that level returned to pre-injury sports. ROWE the average was 35% (range 5-75 %) and 89% (range 15-100 %) (p < 0.05) respectively pre and post operative.

Conclusion

Arthroscopic surgery in patients showing young athletes to be a safe alternative, with recurrence rate comparable to open techniques. But despite the good results not all patients are able to return to the previous level sports.

INTRODUCCIÓN

La inestabilidad glenohumeral es una patología frecuente en pacientes deportistas, fundamentalmente en jóvenes. La recurrencia ante un primer episodio de luxación en menores de 25 años es de 90-95%.⁽⁷⁻³⁾

Los sucesivos episodios de luxación o subluxación ocasionan daño del

cartilago articular y comprometen los tejidos blandos estabilizadores de la articulación glenohumeral.⁽²⁻¹⁰⁾ Diferentes artículos analizaron la efectividad de la reparación artroscópica del labrum en pacientes deportistas mostrando buenos resultados⁽⁹⁻⁴⁻⁶⁻¹¹⁻⁵⁾. Sin embargo a pesar de las bajas tasas de recurrencia pocas series evalúan el retorno al deporte y el nivel deportivo obtenido luego de la cirugía. El objetivo de este estudio fue determinar los resultados a mediano plazo de la reparación artroscópica de Bankart con arpones biodegradables con doble sutura de alta resistencia en deportistas, enfocándose principalmente en el retorno al nivel deportivo previo y en la recurrencia de episodios de inestabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio de cohorte retrospectivo se analizaron consecutivamente 190 pacientes, operados de inestabilidad glenohumeral en forma artroscópica entre enero del 2008 y julio del 2010

Se excluyeron del estudio 54 pacientes que presentaban una o más de estas características; inestabilidad multidireccional o posterior, cirugías previas en el hombro, pacientes mayores a 45 años, aquellos que no practicaban previamente en deportes y en todos lo que presentaban un déficit de stock óseo glenoideo mayor del 20%. Se analizaron finalmente un total de ciento treinta y seis pacientes. Todos realizaban actividad deportiva al menos una vez por semana y habían tenido por lo me-

nos un episodio de luxación o subluxación glenohumeral de causa traumática.

EVALUACIÓN PREOPERATORIA

Se realizó una revisión retrospectiva de la historia clínica registrándose: mecanismo de la primera luxación, actividad deportiva, nivel deportivo (amateur, semiprofesional o profesional), N° de luxaciones previas a la cirugía, maniobras semiológicas de inestabilidad, rango de movilidad, escala de Rowe, y RNM.

Para poder establecer el nivel deportivo definimos en tres categorías los pacientes:

Amateur: Práctica de deporte semanalmente.

Semiprofesional: Práctica de deportes semanalmente con entrenamiento deportivo para dicha actividad.

Profesional: Cobro de sueldo por el deporte y/o participar de ligas de máximo nivel.

Se incluyeron 123 hombres y 12 mujeres con una edad media en el momento de la cirugía de 25 años (rango: 15-41). Ciento trece eran deportistas amateur, 14 semiprofesionales y 9 profesionales. El promedio de seguimiento fue de 36 meses (rango: 24-52).

TÉCNICA QUIRÚRGICA

Todos los pacientes fueron operados por un mismo equipo quirúrgico. El procedimiento se realizó con un bloqueo anestésico regional y general.

Ciento cinco fueron realizados en silla de playa, y treinta y un pacientes en decúbito lateral. En forma artroscópica se constató lesión del labrum anteroinferior reparándose con anclajes biodegradables con



FIGURA 1. Selección de pacientes

doble sutura (lupine®, Johnson 8: Johnson-Depuy) en promedio de tres anclajes (rango: 2-4) asociado aplicatura capsular en mayor o menor medida según el caso; además se repararon en tres casos lesión de SLAP 11 y en tres casos se realizó el cierre de intervalo rotador con una sutura de POS WO por un excesivo signo de Sulcus en rotación externa.

EVALUACIÓN POSTOPERATORIA

Todos los pacientes fueron citados y evaluados, se les realizó una escala de Rowe, se constató recurrencia o no de inestabilidad objetiva, se interrogó acerca de la actividad deportiva y su percepción al nivel deportivo alcanzado con relación a la que realizaba previamente a la cirugía: inferior, igual o superior.

MÉTODO ESTADÍSTICO

Se utilizó el software SPSS versión 15. Para comparar las variables continuas se utilizó el test de Wilcoxon y para las variables nominales independientes se utilizó el test de Fisher. Significancia de $p < 0.05$

RESULTADOS

La inestabilidad anterior recurrente se produjo en diez de los ciento treinta y seis pacientes (7,3%), la recurrencia se asocia al bajo rendimiento deportivo ($p < 0,05$). Ciento un pacientes (74,3%) percibió volver al mismo nivel deportivo previo a la lesión y los restantes (35) no lo hicieron al mismo nivel. La puntuación preoperatoria Rowe fue de una media del 35% (rango: 5-75%) y el puntaje Rowe postoperatorio

mejoró a una media del 89% (rango: 15-100%) ($p < 0,05$). No se encontró relación estadísticamente significativa al relacionar la edad, el seguimiento, el número de anclajes utilizados y los episodios de luxación previos a la cirugía con el retorno deportivo (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Muchos artículos analizan el índice de recurrencia luego de un primer episodio de luxación, éstos son muy variables y dependen de la edad y de la actividad de los pacientes, con tasas que llegan alrededor del 90%, En pacientes jóvenes y deportistas, sobre todos los que practican deportes de alto rendimiento o de contacto, por la presencia de dolor post luxación

TABLA 1. RELACIÓN ENTRE LAS PRINCIPALES VARIABLES ANALIZADAS Y EL RETORNO AL NIVEL DE ACTIVIDAD PRECIO A LA LESIÓN

	RETORNO	N	MEDIA	VALOR P
EDAD	no	35	26,14	P=,14
	si	101	24,38	
SEGUIMIENTO	no	35	35,40	P=,78
	si	101	35,48	
ROWE PRE	no	35	34,71	P=,37
	si	101	35,30	
ROWE POST	no	35	70,57	P<0,05
	si	101	95,79	
EPISODIOS PRE CIRUGÍA	no	35	5,34	P=,68
	si	101	4,46	
Nº ARPONES	no	35	3,0571	P=,46
	si	101	2,9901	

que puede durar entre 1 a 2 años y las lesiones acaecidas en cada episodio, se prefiera la opción quirúrgica para el tratamiento de la inestabilidad glenohumeral ⁽⁵⁻¹⁻²⁻⁸⁻¹²⁾. Castagna y col. ⁽¹⁾ evaluaron científicamente la estabilización artroscópica de inestabilidad de hombro en pacientes adolescentes y su relación con diferentes deportes de contacto, hallando que la recurrencia de inestabilidad es mayor en adolescentes deportista respecto a los adultos y solo encontraron relación estadísticamente significativa con respecto a los deportes de contacto de muy alto impacto (rugby) y en donde el brazo esta expuesta a gran sobrecarga (waterpolo). Ide y col. ⁽⁵⁾ evaluaron la reparación

artroscópica de inestabilidad GH en un grupo seleccionado de pacientes deportistas de alto riesgo, obteniendo una tasa de éxito de 93%, con un retorno al nivel deportivo previo del 80%. En nuestra serie el 74,3% de los deportistas volvieron al mismo nivel, si bien es subjetiva la valoración del nivel deportivo, creemos que al ser valorado por el propio paciente, hace mas critica la valoración. Mazzocca y col ⁽⁹⁾ también evaluaron los resultados de la reparación artroscópica de la lesión de Bankart en atletas de contacto. Luego de la cirugía todos los atletas volvieron al nivel de competición previo, y un 11% recurrieron. Los atletas que no volvieron o los

que percibieron haber vuelto con un nivel deportivo inferior al previo de la lesión, coincidían con un Rowe pop bajo con respecto a los que refirieron volver al mismo nivel deportivo. Nuestra serie tiene como limitación de que es un estudio cohorte retrospectivo y el mínimo de seguimiento pop es de 12 meses, a pesar de ello hay un numero amplio de pacientes, operados consecutivamente todos por un mismo equipo quirúrgico, utilizando para la fijación del labrum siempre los mismos anclajes biodegradables con doble sutura de alta resistencia. Cabe destacar que los pacientes realizaron el mismo protocolo de rehabilitación pos operatorio y que

no se perdieron pacientes en el seguimiento.

CONCLUSIÓN

La cirugía artroscópica en pacientes jóvenes deportistas muestra ser una alternativa segura, con tasa de recurrencia comparables a técnicas abiertas. Pero a pesar de los buenos resultados no todos los pacientes logran el retorno deportivo al nivel previo. ●

BIBLIOGRAFÍA

1. Aiessandro Castagna. M.O.. Giacomo Delle Rose. et al. Arthroscopic Stabilization of the Shoulder in Adolescent Athletes Participating in Overhead or Contact Sports. The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. Vol 28. No 3 (March). 2012: pp 309315.
2. Brophy RH. Marx RG. Osteoarthritis following shoulder instability. Clin Sports Med 2005;24:47 56.
3. Deitch J. Mehlman CT, Foad SL. Obbehat A. Mallorv M. Traumatic anterior shoulder dislocation in adolescents. Am JSports Med 2003;31:758 763.
4. Hobby J, Grrffin O, Dunbar M. Boileau P,. Is arthroscopic surgery for stabilrzation of chronic shoulder instability as effective as open surgery? Asystematic review and meta-analysis of 62 studies including 3044 arthroscopic operations. JBone Joint Surg Br 2007;89:11881196
5. Hovelius L, Augustini BG. Fredrn H. et aL Primary anterior dislocation of the shoulder in young patients: aten year prospective study. J Bone Joint Surg [Aml1996:78A:167J.84.
6. Ide J, Maeda S. Takagi K. Arthroscopic Bankart repair using suture anchors in athletes: Patient selection and postoperative sports activity. Am JSports Med 2004;32:1899-1905.
7. Jones KJ, Wiesel B. Ganley TJ. Wells L. Functional outcomes of early arthroscopic Bankart repair in adolescents aged 11 to 18 years. JPedratr Orthop 2007;27:209 213.
8. Marans HJ. Angel KR. Schemitsch EH. Wedge JH. The late of traumatic anterior dislocatron of the shoulder rn children. JBone Joint Surg Am 1992:74:1242-1244.
9. Mazzocca AD. Br own FM Jr. Carreira OS. Hayden J. Romeo AA. Arthmscpic anterior shoulder stabilization of collisron and contact athletes. Am J Sports Med 20 05;33: 52-60
10. Robinson CM, Dobson RJ. Anterior instablilty of the shoulder alter trauma. JBone Joint Surg Br. 2004;86:469-79.
11. Rowe CR. Prognosis in drslocations of the shoulder. JBone Joint Surg [Aml 1956; 38 A:957-77.
12. Wrlliams GN. Gangel TJ, Arciem RA, Uhorchak JM, Taylor OC. Comparison of the Single Assessment Numen e Evaluatron method and two shoulderrating scales. Outcomes measures alter shoulder surgery. Am JSports Med 1999;27:214 221.

ANÁLISIS DE LA CARRERA ANTES Y DESPUÉS DE LA RUPTURA DEL TENDÓN DE AQUILES, CON MEDICIÓN DE LA FUERZA Y LONGITUD DEL TENDÓN, EN PACIENTES CON CIRUGÍA REPARADORA

AUTORES

KARIN GRÄVARE SILBERNAGEL

PT, PHD, ATC

Profesor Auxiliar de la Universidad de las Ciencias, Philadelphia, PA.

RICHARD WILLY

PT, PHD, OCS

Profesor Auxiliar de la Universidad de Ohio, Atenas, OH.

IRENE DAVIS

PT, PHD

Director, Spaulding Nacional Running Center, Harvard Medical School, Cambridge, MA.

CONTACTO

k.silbernagel@uscience.edu

Este caso fue tratado en el Departamento de Terapia Física y el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Delaware, Newark, DE. Cuando se presentó el caso, Karin Grävare Silbernagel estaba realizando su investigación postdoctoral en el Departamento de Ingeniería Mecánica y Richard Willy era candidato al doctorado bajo la tutoría de Irene Davis. Los estudios fueron aprobados por la Human Subjects Review Board de la Universidad de Delaware, y la persona firmó un consentimiento informado. El estudio de este caso fue financiado por el Consejo Sueco de Investigación, el DOD W911NF-05-1-0097, y NIH 1 S10 RR022396. Dirigir la correspondencia a la Dra Karin Grävare Silbernagel, University of the Sciences, Samson College of Health Professions, Department of Physical Therapy, 600 South 43rd Street, Philadelphia, PA 19104.

PALABRAS CLAVES

Puntuación de la ruptura total del Tendón de Aquiles (ATRS)

Biomecánica

Prueba de elevación del talón

El tendón de Aquiles es el tendón que se rompe con mayor frecuencia, y la incidencia de esta lesión se ha incrementado en las últimas décadas ^(9, 12, 13, 32). La ruptura del tendón de Aquiles suele ocurrir durante la práctica deportiva, incluso cuando se corre o salta ^(9, 35). La ruptura generalmente ocurre sin ningún signo de advertencia previa ⁽¹²⁾. Este grupo de pacientes es, a menudo, muy activo físicamente y posee una elevada participación deportiva previa a la lesión ^(21, 24). Con frecuencia, el objetivo de estos pacientes es regresar al nivel anterior de actividad. El tiempo re-

comendado para volver a correr o saltar, en deportes sin contacto, en general va de las 16 a las 24 semanas después de la lesión, según el tratamiento que se haya implementado ⁽³⁴⁾. Se ha informado que entre el 70 y 100% de los pacientes vuelven a la práctica deportiva luego de esta lesión ^(2, 14, 16, 18). Sin embargo, la mayoría de estos pacientes presenta una debilidad residual y disminución de la función un año después de haberse tratado ^(4, 15, 23, 31). Esto se puede deber, en parte, al hecho de que el tendón se cura a menudo en una posición elongada después de la ruptura ^(11, 22).

El alargamiento y la debilidad del tendón dan como resultado las asimetrías de la marcha tales como el aumento de la dorsiflexión del tobillo y la disminución de la flexión plantar de la pierna involucrada ⁽⁴⁾. En estudios modelos, la incapacidad de los flexores plantares para generar energía también ha demostrado que limita la estabilidad en planos secundarios de movimientos del tobillo, principalmente en inversión/eversión ⁽²⁶⁾. La principal referencia para la comparación, cuando se evalúan los efectos de la ruptura del tendón de Aquiles sobre la fuerza y la marcha,

• **DISEÑO DEL ESTUDIO:** Caso clínico.

• **ANTECEDENTES:** El tendón de Aquiles es el tendón que se rompe con mayor frecuencia, y la incidencia de la ruptura del tendón de Aquiles se ha incrementado en la última década. Dicha ruptura se produce generalmente sin señales previas de advertencia, y por lo tanto rara vez se dispone de información anterior a la lesión. Este caso representa una oportunidad única para comparar la mecánica de la carrera previa a la lesión con la evaluación post lesión en un paciente con ruptura del tendón de Aquiles.

• **DESCRIPCIÓN DEL CASO:** Una joven de 23 años sufrió la ruptura completa del tendón de Aquiles derecho mientras jugaba un partido de fútbol. Se contaba con datos de la marcha previos a la lesión, obtenidos en un estudio sobre análisis de la marcha del que la paciente había formado parte en calidad de participante sana. Además se evaluó, un año después de la cirugía reparadora, los síntomas informados por la paciente, el nivel de actividad física, la fuerza, el rango de movimiento del tobillo, la capacidad de elevación del talón, la longitud del tendón de Aquiles y la cinética de la carrera.

• **RESULTADOS:** Durante la carrera, la mayor flexión dorsal y eversión del tobillo y abducción del retropié se observó en el lado afectado luego de la cirugía, cuando se comparó con los datos previos. Además, luego de la cirugía, la magnitud de todos los datos de la cinética fue menor en la extremidad involucrada cuando se comparó con la no afectada. El lado afectado mostró diferencias en fuerza, rango de movimiento del tobillo, elevación del talón y longitud del tendón en comparación con la pierna no afectada, un año después de la lesión.

• **DISCUSIÓN:** A pesar del retorno normal a la rutina de carrera y los informes sobre limitaciones menores durante la misma, se observaron cambios considerables en el funcionamiento de la biomecánica 1 año después de la lesión. También se detectó debilidad en los músculos de la pantorrilla y en la elongación del tendón de Aquiles, al comparar la extremidad afectada con la sana. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012; 42

es principalmente el miembro no afectado. Sin embargo, no es sabido si la mecánica de la extremidad involucrada causó la lesión o estos son los efectos mensurables de la lesión misma. Debido a que los pacientes con ruptura del tendón de Aquiles raramente reportan algún síntoma antes de la lesión, es raro tener datos de la mecánica que precede a la lesión.

Contamos con una oportunidad única de recabar datos biomecánicos en un individuo que había participado en un estudio de análisis de la carrera, no relacionado con nuestro tema, y tiempo después se rompió el tendón de Aquiles jugando un partido de fútbol. Gracias a esto, pudimos comparar la biomecánica de la carrera previa a la lesión con la posterior. Además, se comparó la fuerza y la resistencia de los músculos de la pantorrilla y la longitud del tendón de Aquiles post lesión, entre el miembro involucrado y el no afectado.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Una estudiante de 23 años, deportista amateur (1,62 m de altura y 55,8 kg; con una frecuencia de carrera de 16 km por semana) participó como sujeto sano en un estudio sobre mecánica de la carrera. En el estudio se colocaron 54 marcadores retrorreflectantes en las extremidades inferiores para obtener datos de la cinemática. Ella utilizó zapatillas de laboratorio estándar (Pegasus; Nike, Inc, Beaverton, OR), con recortes en el apoyo de talón que permitieron colocar un marcador directo en el calcáneo. Después de 5 minutos de entrada en calor, se recogió la información a una velocidad de muestreo de 1000 Hz, mientras

ella corría a 3,35 m/s en una cinta equipada (Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA). Los datos cinemáticos fueron recogidos en forma simultánea con una cámara óptica nro. 8 con sistema de captura de movimiento (Vicon MX; Vicon, Centennial, CO) a una velocidad de muestreo de 200 Hz. Para el análisis se utilizaron cinco zancadas no consecutivas.

LESIÓN DEL TENDÓN DE AQUILES

Cuatro semanas más tarde, dicha estudiante sufrió la rotura aguda del tendón de Aquiles derecho mientras jugaba fútbol de salón. Antes de la lesión, no tuvo ninguna lesión ni síntomas en el tendón de Aquiles. Además, no tenía otras lesiones ni antecedentes médicos que pudieran afectar su salud o participación deportiva al momento de la lesión. Tres días después de la lesión le repararon el tendón de Aquiles utilizando una técnica de cirugía abierta con sutura de extremo a extremo. Se le colocó el pie en posición equina durante 2 semanas, usando yeso. Durante las 6 semanas siguientes se utilizó una ortesis funcional con elevación del talón, en la que se redujo la altura de forma gradual. Luego de la ortesis se colocó la talonera directamente en el calzado. La fisioterapia se inició 8 semanas después de la cirugía y consistió en 22 sesiones que abarcaron 16 semanas. Se siguió el protocolo de tratamiento posterior a una reparación del tendón de Aquiles de la Universidad de Delaware (**ANEXO**). Al momento del alta (24 semanas después de la cirugía), el rango de movimiento del tobillo estaba dentro de los parámetros normales y era similar al lado no afectado, con excepción de la flexión dorsal que era 7° ma-

yor en el lado afectado. La paciente era capaz de realizar una elevación de talón de rango medio pero no de rango completo de flexión plantar. Además, alcanzó el 99% en la subescala de actividades diarias del Foot and Ankle Ability Measure⁽¹⁹⁾ y el 91% para la subescala de deportes de la misma tabla, y retornó a la actividad deportiva.

EVALUACIÓN LUEGO DE LA LESIÓN

Un año después de su lesión, la paciente fue reclutada para un estudio sobre ruptura del tendón de Aquiles, donde se evaluaban los síntomas, el nivel de actividad física, la función, la resistencia muscular, la fuerza, la cicatrización del tendón y la capacidad para caminar y correr. En ese momento, se evaluó nuevamente su mecánica de la carrera de manera idéntica a la realizada antes de la lesión. Ambos estudios fueron aprobados por el Human Subjects Review Board de la Universidad de Delaware, y la persona dio su consentimiento informado.

CUESTIONARIOS

Para evaluar los síntomas informados por la paciente y su capacidad funcional se utilizó la "Puntuación de la ruptura total del Tendón de Aquiles" (Achilles Tendon Total Rupture Score)⁽²⁵⁾ y la "Escala de resultados de pie y tobillo" (Foot and Ankle Outcome Score)⁽³⁰⁾. La "Escala de resultados de pie y tobillo" consta de 5 subescalas: dolor, otros síntomas, funcionalidad en la vida diaria, funcionalidad en el deporte y la recreación y calidad de vida relacionada con el pie y tobillo. La Escala de Actividad Física (Physical Activity Scale)⁽⁷⁾ se utilizó

para evaluar el nivel de actividad física actual y previo a la lesión.

RANGO DE MOVIMIENTO DEL TOBILLO

Para medir la flexión dorsal activa del tobillo y la flexión plantar, con la rodilla extendida y el paciente en posición supina se utilizó un goniómetro de mano. Luego se colocó a la paciente en posición prona y se midió la flexión dorsal del tobillo en reposo con la rodilla extendida y luego flexionada a 90°.

MEDICIÓN DE LA LONGITUD DEL TENDÓN DE AQUILES

Para medir la longitud del tendón de Aquiles, la cual se definió como la distancia entre la unión osteotendinosa calcánea y la unión musculotendinosa del gemelo⁽²⁸⁾ se utilizó un método no invasivo que combina captura de movimiento en video e imágenes de ecógrafo. Se colocaron dos marcadores retrorreflectantes en la parte posterior del transductor del ecógrafo, directamente a lo largo de los bordes derecho e izquierdo del área de escaneado con el ecógrafo. Los marcadores fueron utilizados para rastrear la posición del transductor en un marco de referencia de laboratorio fijo. Los marcadores de datos fueron muestreados a 50 Hz, usando una cámara nro. 8 Qualisys con sistema de captura de movimiento (Qualisys AB, Gothenburg, Suecia). Las imágenes del ecógrafo fueron obtenidas utilizando el sistema Aloka SSD-5000 (Hitachi Aloka Medical, Ltd., Wallingford, CT) en el modo B, 10 MHz, con un transductor lineal de 60 mm. Se identificaron las uniones osteotendinosas y musculotendinosas en imágenes separadas, porque

la longitud del tendón de Aquiles era mayor que el campo visual del transductor. La posición de la unión osteotendinosa con respecto al borde superior izquierdo de la imagen del ecógrafo fue medido utilizando herramientas de la consola Aloka. Debido a que la ubicación del transductor se conocía en el laboratorio fijo de referencia, la ubicación de la unión osteotendinosa fue conocida en relación al laboratorio de referencia. Se obtuvieron mediciones similares y correspondencia espacial para la unión musculotendinosa. De la unión osteotendinosa y la unión musculotendinosa se obtuvieron dos mediciones. La longitud del tendón de Aquiles se calculó desde la ubicación de la unión osteotendinosa y la unión musculotendinosa en el laboratorio de referencia. Sobre la base de 4 imágenes, se obtuvieron 4 mediciones de longitud del tendón de Aquiles y se utilizó el promedio para el análisis. Se midieron ambos lados. La paciente se acostó en posición prona, con los pies relajados fuera del borde de la camilla.

PRUEBA DE ELEVACIÓN DEL TALÓN

Se utilizó el sistema de medición Muscledab (Ergotest Innovation as, Porsgrunn, Noruega) para la prueba de elevación del talón, como se describió previamente en la literatura⁽³¹⁾. La paciente permaneció en posición monopodal sobre una tabla inclinada a 10° y se le indicó que se pusiera en punta de pie tantas veces como pudiera. Se le permitió apoyar dos dedos de cada mano en la pared para mantener el equilibrio y realizar esta actividad a un promedio de 30 elevaciones

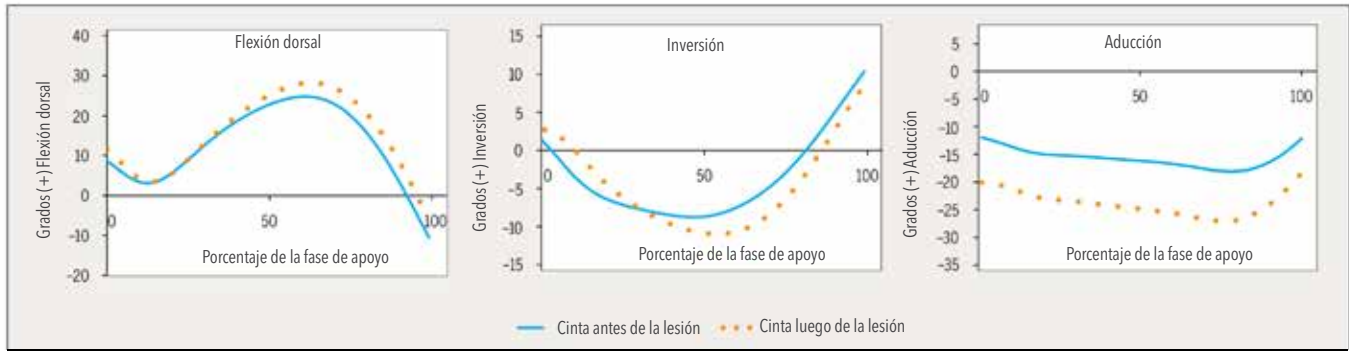


FIGURA 1. Comparación de la cinemática de la carrera luego de la lesión durante la prueba en superficie. Tenga en cuenta el aumento en la flexión dorsal máxima, en la eversión pico y en la abducción pico para la extremidad afectada.

por minuto, como guiada por un metrónomo. Se le indicó que fuera lo más alto posible en cada elevación del talón y que luego bajara a la posición inicial. Para el análisis de la información se utilizó el número de elevaciones del talón, así como la altura de cada elevación.

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE MOVIMIENTO POST LESIÓN

Doce meses después de la cirugía, se realizó un seguimiento de recopilación de datos de la carrera sobre cinta utilizando idéntica metodología a la de la sesión previa a la lesión. Sin embargo, también estábamos interesados específicamente en que la cinética de las articulaciones proporcionara un sustituto para la carga articular. Nuestra cinta equipada tiene un error de centro de presión que no es propicio para el cálculo de la cinética de las articulaciones utilizando la dinámica inversa. Por lo tanto, teníamos más confianza en el cálculo de la cinética de articulaciones proveniente de los datos de superficie. Como resultado, se recogieron los datos de la carrera de superficie para derivar cinéticas de las articulaciones además de la cinemática de la carrera en

cinta en un momento determinado después de la lesión. Durante la recopilación de datos cinéticos y cinemáticos en pruebas de carrera en superficie, la paciente recorrió 25 m de la pista en 3.35 m/s. Se recogieron los resultados de cinco pruebas en superficie. La cinemática (Vicon MX) y la cinética (Bertec Corporation, Columbus, OH) en superficie fueron muestreadas a 200 y 1000 Hz, respectivamente.

CINEMÁTICA Y CINÉTICA DE LA CARRERA

Estudios anteriores han demostrado que la cinética y cinemática de la carrera en cinta no difieren de las que se dan en carreras de superficie^(5, 29). Para este análisis, la cinemática provino de la información de la cinta y se comparó la extremidad afectada antes y después de la lesión en un momento determinado. En contraste, la cinética de las articulaciones provino sólo de datos de superficie. Por lo tanto, la comparación de la cinética de las articulaciones se realizó entre los miembros luego de la lesión sólo durante la carrera en superficie. Procesamiento de datos de la cinemática y la cinética de la carrera. La cinemática y la cinética tridimen-

sional de las articulaciones se calcularon con el software Visual3D (C-Motion, Inc, Germantown, MD), utilizando una secuencia de rotación de ángulo x-y-z Euler. Todos los datos de la cinemática fueron filtrados con filtros Butterworth de 8-Hz, pasabajos, bipolo. Los datos cinéticos de superficie se filtraron con un filtro Butterworth de 50 Hz, pasabajos, bipolo. Las propiedades inerciales segmentarias, como las de Dempster et al⁽³⁾, se utilizaron para calcular momentos y potencias de las articulaciones internas. Los momentos y fuerzas de las articulaciones se ordenaron por altura y masa corporal. Los momentos de la articulación fueron expresados como "momentos internos". Se utilizó un software costumbre (National Instruments Corporation, Austin, TX) para calcular las características espacio-temporales y la media de los valores máximos para las variables de interés. Las características espacio-temporales se calcularon a partir de la información proveniente sólo de la cinta. Las variables de interés fueron la longitud de zancada, tiempo de postura, flexión dorsal máxima del retropié, eversión máxima del retropié, abducción máxima del

retropié, momento máximo de flexión plantar, momento máximo de inversión, fuerza de la articulación sagital del retropié y fuerza de la articulación sagital de rodilla. Por último, las pruebas individuales se normalizaron a la fase de apoyo y se crearon curvas del conjunto promediado.

RESULTADOS

COMPARACIÓN PROSPECTIVA DERECHA-IZQUIERDA

ntes de la lesión sólo se detectaron pequeñas diferencias en la flexión dorsal y eversión del retropié entre ambos miembros, con excepción de la extremidad derecha (involucrada), que presentó aproximadamente 8° de abducción mayor en el retropié que la pierna izquierda.

COMPARACIÓN ENTRE ANTES Y DESPUÉS DE LA LESIÓN

La persona fue puesta a prueba al mismo ritmo de carrera (3,35 m/s) en ambos momentos de recolección de datos. No hubo diferencias en las medidas espacio-temporales durante la carrera en la cinta, antes y después de la lesión. La longitud de zancada previa a la lesión fue de 1,94 m en comparación con los 1,91 m después de la lesión. El tiempo de fase de apoyo de la extremidad afectada se mantuvo en gran parte sin cambios en 230,5 milisegundos y 225,9 milisegundos antes de la lesión y después de la lesión, respectivamente. Del mismo modo, el tiempo de fase de apoyo para la extremidad no afectada se mantuvo sin cambios (previo a la lesión, 224,1 milisegundos; después de la lesión, 219,9 milisegundos).

El pico de flexión dorsal y eversión del tobillo, de la extremidad no afectada, durante la carrera mostró sólo cambios mínimos luego de la lesión. Sin embargo, hubo 2,5° (-24,5%) de reducción del pico de abducción del retropié de la extremidad no afectada, entre antes y después de la lesión. En contraste, la extremidad afectada demostró grandes cambios en la cinemática de la carrera previa y post lesión. Las curvas de flexión y eversión plantar del tobillo y abducción del retropié post lesión durante la carrera en la cinta se desplazan a la derecha (**FIGURA 1**), lo que da como resultado un retraso en los valores máximos. Además, se observaron mayores valores pico de eversión del tobillo y abducción del retropié (**TABLA 1**). El pico de flexión dorsal aumentó 3,6°

(+15%), la eversión 2,2° (+ 25%) y la abducción del retropié 9° (+ 49,7%). Sin embargo, el incremento en el pico de la flexión dorsal es probable que no sea clínicamente relevante, ya que la extremidad no afectada también demostró un aumento de aproximadamente 3°.

CINÉTICA POST LESIÓN

Hubo sólo un déficit de 6,0% en el momento máximo de flexión plantar en la extremidad involucrada (**TABLA 2, FIGURA 2**). Sin embargo, la fuerza de la articulación sagital del tobillo en la extremidad afectada fue 21% menor que en la otra pierna, lo que indica una capacidad limitada para generar potencia durante la fase de propulsión de la marcha. La potencia sagital de la articulación en la rodilla fue mayor en la extremidad afectada

TABLA 1

COMPARACIÓN DE LA CINEMÁTICA DE LA CARRERA

	Previo a la lesión	Después de la lesión
Lado afectado (derecho)		
Flexión dorsal máxima	24,8°	28,4°
Eversión máxima	8,8°	11,0°
Abducción máxima	18,1°	27,1°
Lado sano (izquierdo)		
Flexión dorsal máxima	28,0°	31,1°
Eversión máxima	9,9°	8,7°
Abducción máxima	10,2°	7,7°

TABLA 2

CINÉTICA DE LAS ARTICULACIONES DURANTE LA CARRERA

Mediciones post lesión	Lado afectado (derecho)	Lado no afectado (izquierdo)
Momento máximo de flexión plantar, N • m / m • kg	-1,34	-1,42
Pico de generación de fuerza sagital del tobillo, W / m • kg	6,72	8,51
Momento máximo de inversión, N • m / m • kg	0,005	0,045
Pico de absorción de potencia sagital de rodilla, W / m • kg	-8,1	-6,1
Pico de generación de potencia sagital de rodilla, W / m • kg	5,0	4,5

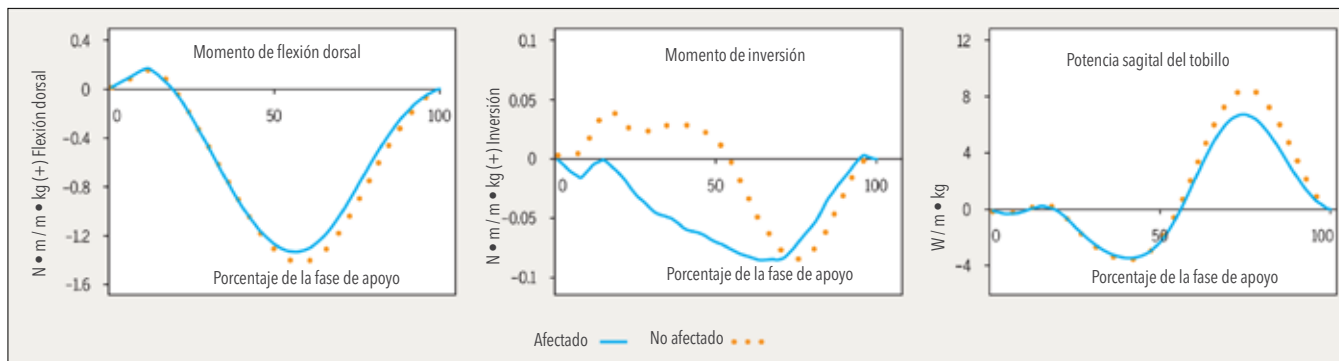


FIGURA 2. Comparación de la cinética de las articulaciones entre las extremidades durante la carrera en superficie luego de la lesión. Tenga en cuenta la disminución del momento pico de flexión plantar. También observe la casi ausencia del momento de inversión en la extremidad afectada. Por último, tenga en cuenta la reducción en el pico positivo de fuerza en la articulación del retropié.

en comparación con la extremidad no afectada tanto durante la absorción de energía (+ 24,7%) como en la generación de potencia (+ 10%). En el plano frontal, la extremidad afectada demostró un déficit de 88,9% en el momento de inversión (TABLA 2, FIGURA 2). Curiosamente, el patrón de este momento en la extremidad afectada fue atípico. En lugar de un momento de inversión interna, como era frecuente en la extremidad no afectada, la pierna afectada demostró un momento de eversión interna a lo largo de la postura.

COMPARACIÓN DE MEDIDAS ESTRUCTURALES ENTRE EL LADO INVOLUCRADO Y EL NO INVOLUCRADO

El lado afectado mostró déficits en todas las mediciones en comparación con el sano (TABLA 3). En la pierna afectada, el tendón de Aquiles fue 4 cm más largo y la altura máxima de elevación del talón fue 5 cm más baja que en el lado sano. El rango de movimiento activo en flexión dorsal fue mayor, mientras que la flexión plantar fue menor, en el lado involucrado en comparación con el otro. La fuerza y re-

TABLA 3		RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN 1 AÑO DESPUÉS DE LA LESIÓN	
Medición	Lado involucrado (derecho)	Lado no involucrado (izquierdo)	
Rango de movimiento del tobillo		2	
Flexión dorsal (activa)	25°	0°	
Flexión plantar (activa)	78°	84°	
Posición del tobillo en decúbito prono			
Rodilla recta	11° de flexión plantar	21° de flexión plantar	
Rodilla flexionada a 90°	4° flexión plantar	21° de flexión plantar	
Perímetro de la pantorrilla (máximo), cm	33	35	
Longitud del tendón de Aquiles, cm	206	16,5	
Prueba de elevación del talón			
Altura (máxima), cm	7,5	12,5	
Repeticiones, n	30	42	
Trabajo, J	1115	2519	
Fuerza (isométrica), Nm			
10° de flexión dorsal	92	132	
0° de flexión dorsal	72	96,5	
10° de flexión plantar	55	79	
20° de flexión plantar	41	92	
Fuerza (isocinética), Nm			
Concéntrica	42	71	

sistencia de la flexión plantar fue menor en todas las pruebas en el lado afectado en comparación con el contralateral (TABLA 3).

RESULTADOS INFORMADOS POR LA PACIENTE Y ACTIVIDAD FÍSICA

La paciente obtuvo 83/100 en el test de ruptura total de tendón de

Aquiles (Achilles Tendon Total Rupture Score). La puntuación más baja fue 3/10 en actividades que incluían saltos. Sin embargo, la puntuación en actividades relacionadas a la carrera fue 8/10. Los valores para el test de pie y tobillo (Foot and Ankle Outcome Score) fueron 97/100 para el dolor, 100/100 para otros

síntomas, 100/100 para desempeño en la vida diaria, 85/100 para deporte y recreación y 69/100 para calidad de vida relacionada con pie y tobillo. La paciente informó que su nivel de actividad física (según la Escala de Actividad Física) era de 5 (ejercicio moderado al menos 3 horas por semana [por ejemplo, tenis, natación y trote]), tanto antes de la lesión como cuando se la evaluó un año después de la misma.

DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue comparar la biomecánica de la carrera antes y después de la ruptura del tendón de Aquiles y relacionar esto con los resultados informados por la paciente y las medidas estructurales. A pesar del regreso a una rutina normal de carrera y los informes sobre escasas limitaciones en la marcha, se detectaron grandes diferencias en los patrones cinemáticos del miembro afectado, antes y después de la lesión. Además, se observaron grandes diferencias cinéticas entre ambas extremidades después de la lesión. Estos cambios pueden estar relacionados tanto con el alargamiento del tendón como con la debilidad muscular de la pantorrilla que se observó después de la lesión. Los datos previos a la lesión mostraban una simetría bilateral en la mecánica de la carrera. Sin embargo, la abducción del retropié de la pierna afectada se consideró excesiva en comparación con la de la extremidad contralateral (+7,9°). Otra evidencia de la excesiva abducción del retropié antes de la lesión se encontró cuando se comparó este valor con nuestra base de datos normativa de laboratorio

de 20 mujeres corredoras (pico normativo de abducción media, 9,1°; 95% intervalo de confianza: 6,4°, 11,8°). Si bien el movimiento del retropié fue anormal sólo en este plano, no se puede descartar como una posible fuente de excesiva tensión en el tendón de Aquiles previo a la lesión. Anteriormente, se había especulado que la ruptura del tendón de Aquiles era el resultado de una sobrecarga repetitiva, lo que causaba la degeneración y debilidad del tendón y, finalmente, derivaba en una ruptura^(10, 17). Además de la abducción excesiva del retropié, en base a la información limitada con que se contaba, no se pudo identificar ningún factor de riesgo biomecánico pre-existente relacionado con la carrera en esta deportista.

Después de la lesión, las magnitudes tanto de la eversión como de la abducción del retropié eran excesivas, en comparación con la base de datos normativos de nuestro laboratorio (eversión pico media normativa, 7,5°; 95% intervalo de confianza: 5,8°, 9,1°). Los incrementos en la flexión dorsal, eversión y abducción del retropié durante la carrera pueden haber estado relacionados con el incremento de la longitud del tendón de Aquiles. Estudios de modelización previos sugieren que la limitación en la generación de fuerza en la musculatura flexora plantar puede dar como resultado un incremento en el movimiento de plano secundario del retropié⁽²⁶⁾. El lado sano no se vio afectado por la lesión más allá de una reducción en la abducción del retropié. Por lo tanto, consideramos que la exploración de las biomecánicas entre las extremidades luego de la lesión fue una comparación vá-

lida. Las diferencias en la extremidad afectada están probablemente asociadas con una capacidad limitada para generar fuerza con el flexor plantar. Curiosamente, la paciente informó una mínima limitación para correr. Luego de un año de seguimiento, había vuelto a correr 16 kilómetros por semana y regresado a su nivel de actividad previo a la lesión.

La reducción del momento pico y de generación de potencia en el tobillo parece coherente con el déficit de fuerza medido y el alargamiento del tendón. La alteración en la relación longitud-tensión debido a la mayor longitud del tendón también puede afectar la capacidad de utilizar el ciclo estiramiento-acortamiento. Esto puede explicar por qué la paciente presentó la mayor limitación en el salto, lo que requiere una significativa generación de energía.

Esta paciente parece ser un buen ejemplo de quienes han experimentado una ruptura del tendón de Aquiles. Los déficits relacionados con la fuerza, la elevación del talón, el rango de movimiento y el aumento de longitud del tendón son comparables con los que presentaron otros pacientes con ruptura del tendón de Aquiles^(15, 23, 31). Estos déficits se ven tanto en pacientes tratados quirúrgicamente como en los no quirúrgicos^(20, 24, 35). Los resultados del reporte propio de la paciente (Puntuación de ruptura total del tendón de Aquiles, 83/100) indican una cierta limitación / dificultad en diversas actividades, lo que se asemeja a lo informado por otros pacientes en estudios realizados un año después de la lesión⁽²⁴⁾. El aumento en el pico del rango de movimiento de la flexión dorsal y la disminu-

ción del momento de flexión plantar que se encuentra en el lado afectado también son similares a los resultados informados por Don et al ⁽⁴⁾. El alargamiento del tendón cicatrizado podría ser una explicación para el aumento del rango de movimiento de la flexión dorsal y la flexión dorsal máxima observada durante la carrera luego de la lesión. La debilidad de la flexión plantar también explica el aumento de la flexión dorsal, mientras el músculo de la pantorrilla trabaja de manera excéntrica durante la fase de apoyo para limitar el aumento de flexión dorsal ⁽⁸⁾.

Los mecanismos anormales que se presentan luego de la lesión pueden dar como resultado un incremento en el riesgo de lesiones. Por ejemplo, las alteraciones en la biomecánica de la extremidad involucrada pueden causar un incremento de la carga sobre la no afectada. Un estudio anterior determinó que los pacientes con ruptura del tendón de Aquiles tenían casi 200 veces más posibilidades de romperse el tendón contralateral ⁽¹⁾. Esto, sin embargo, no ocurrió en el caso analizado, donde no hubo cambios en la mecánica del miembro no afectado luego de la lesión. No obstante, las alteraciones en la mecánica del miembro afectado luego de la lesión probablemente generan una mayor demanda en otras estructuras de ese miembro. Por ejemplo, la capacidad limitada de la flexores plantares para estabilizar el retropié en el plano frontal probablemente dé como resultado una mayor demanda en el músculo tibial posterior ⁽⁶⁾, colocando potencialmente al individuo en mayor riesgo de lesiones, incluyendo tendinopatías ⁽³³⁾. De ser así, se podrían implementar estra-

tegias de intervención para hacer frente al tibial posterior. Estudios de seguimiento a largo plazo, en el futuro, podrían evaluar la aparición de otras lesiones, tales como las tendinopatías o disfunciones del tibial posterior. Adicionalmente, se observó una mayor absorción de energía y generación de fuerza en la rodilla de la extremidad afectada en comparación con la no afectada. El incremento de la demanda en el mecanismo extensor de la rodilla de la pierna involucrada puede colocar a esta persona en mayor riesgo de lesiones por sobreesfuerzo, como el síndrome de dolor patelofemoral o la tendinopatía rotuliana. Parecen justificarse otros estudios prospectivos que examinen la biomecánica de la carrera en este grupo de pacientes. Como reflejo de la alteración de patrones de movimientos observados en este caso, los estudios futuros deben incluir la evaluación de la biomecánica de la rodilla, además de la del tobillo.

Luego de la ruptura del tendón de Aquiles, se sabe que los pacientes tienen un déficit a largo plazo en la fuerza, la elevación del talón y la longitud del tendón ⁽¹⁵⁾. Sin embargo, la mayoría de ellos retoman la actividad física y el deporte recreativo ^(2, 14, 16, 18). Gran cantidad de dichos pacientes son de mediana edad, cuando la actividad física es importante para la salud. Por esa razón queremos alentarlos a regresar a la actividad. Sin embargo, las actividades alternativas, como andar en bicicleta, pueden ser recomendables si ocurren alteraciones biomecánicas de la carrera, como se vieron en este caso. Adicionalmente, el regreso a la participación deportiva de alto nivel puede ser limitado. En un estudio realizado

con jugadores profesionales de fútbol, el 32% nunca regresó al fútbol luego de la ruptura del tendón de Aquiles ⁽²⁷⁾. Entre los que regresaron, se observó una reducción promedio de 50% en el nivel de rendimiento. El tendón alargado y la debilidad muscular, tal como se observó en nuestra paciente, podría explicar la dificultad para el retorno al nivel previo de desempeño.

Los resultados de este análisis sobre un sólo caso aportan una visión única sobre las adaptaciones que se producen debido a la ruptura del tendón de Aquiles que ha cicatrizado en posición extendida (equino). Aunque los síntomas de esta paciente y las limitaciones funcionales reportadas fueron mínimos, se desconoce el riesgo de correr con estas alteraciones en los mecanismos. Parece claro que la medición de la fuerza, la longitud del tendón y la biomecánica de la carrera deben ser incluidas como variables de resultados luego de una ruptura del tendón de Aquiles. Se necesitan estudios a largo plazo para determinar cuáles son los factores que puedan predecir resultados escasos. Las intervenciones pueden entonces ser el objetivo para mitigar los factores de riesgo en estos pacientes con el fin de reducir futuras lesiones en el tobillo o en áreas adyacentes.

CONCLUSIÓN

Este caso demuestra que, luego de la reparación quirúrgica de una ruptura del tendón de Aquiles, el pico de eversión y abducción del retropié durante la carrera se incrementa en la extremidad afectada y aumentan por sobre

las de la extremidad contralateral. La flexión plantar del retropié, el momento de eversión y la generación de fuerza se reducen cuando se compara la pierna involucrada con el lado contralateral. Por el contrario, la absorción y generación de fuerza se incrementan en la rodilla de la extremidad afectada. Además se incrementa la longitud del tendón, mientras que se reducen la elevación del talón y la fuerza de la pantorrilla cuando se compara la pierna afectada con la sana. Por último, la auto evaluación resultó una indicación deficiente de las alteraciones de la marcha luego de la ruptura del tendón de Aquiles. ●

BIBLIOGRAFÍA

1. Aroen A, Helgo D, Granlund OG, Bahr R. Contralateral tendon rupture risk is increased in individuals with a previous Achilles tendon rupture. *Scand J Med Sci Sports*. 2004; 14: 30-33.
2. Costa ML, Kay D, Donell ST. Gait abnormalities following rupture of the tendón Achillis: a pedobarographic assessment. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:1085-1088. <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.87B8.16540>
3. Dempster WT, Gabel WC, Felts WJ. The anthropometry of the manual work space for the seated subject. *Am J Phys Anthropol*. 1959;17:289-317.
4. Don R, Ranavolo A, Cacchio A, et al. Relationship between recovery of calf-muscle biomechanical properties and gait pattern following surgery for Achilles tendon rupture. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2007;22:211-220. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.10.001>
5. Fellin RE, Manal K, Davis IS. Comparison of lower extremity kinematic curves during overground and treadmill running. *J Appl Biomech*. 2010;26:407-414.
6. Flemister AS, Neville CG, Houck J. The relationship between ankle, hindfoot, and forefoot position and posterior tibial muscle excursion. *Foot Ankle Int*. 2007;28:448-455. <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2007.0448>
7. Grimby G. Physical activity and muscle training in the elderly. *Acta Med Scand Suppl*. 1986;711:233-237.
8. Hof AL, Van Zandwijk JP, Bobbert MF. Mechanics of human triceps surae muscle in walking, running and jumping. *Acta Physiol Scand*. 2002;174:17-30.
9. Houshian S, Tscherning T, Riegele-Nielsen P. The epidemiology of Achilles tendon rupture in a Danish county. *Injury*. 1998;29:651-654.
10. Jozsa L, Kannus P. Histopathological findings in spontaneous tendon ruptures. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7:113-118.
11. Kangas J, Pajala A, Ohtonen P, Leppilahti J. Achilles tendon elongation after rupture repair: a randomized comparison of 2 postoperative regimens. *Am J Sports Med*. 2007;35:59-64. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546506293255>
12. Kannus P, Jozsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1991;73:1507-1525.
13. Kannus P, Natri A. Etiology and pathophysiology of tendon ruptures in sports. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7:107-112.
14. Kellam JF, Hunter GA, McElwain JP. Review of the operative treatment of Achilles tendon rupture. *Clin Orthop Relat Res*. 1985:80-83.
15. Khan RJ, Fick D, Brammar TJ, Crawford J, Parker MJ. Interventions for treating acute Achilles tendon ruptures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004:CD003674. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003674.pub2>
16. Lo IK, Kirkley A, Nonweiler B, Kumbhare DA. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a quantitative review. *Clin J Sport Med*. 1997;7:207-211.
17. Maffulli N, Ewen SW, Waterston SW, Reaper J, Barrass V. Tenocytes from ruptured and tendinopathic Achilles tendons produce greater quantities of type III collagen than tenocytes from normal Achilles tendons. An in vitro model of human tendon healing. *Am J Sports Med*. 2000;28:499-505.
18. Mandelbaum BR, Myerson MS, Forster R. Achilles tendon ruptures. A new method of repair, early range of motion, and functional rehabilitation. *Am J Sports Med*. 1995;23:392-395.
19. Martin RL, Irrgang JJ, Burdett RG, Conti SF, Van Swearingen JM. Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). *Foot Ankle Int*. 2005;26:968-983.
20. McComis GP, Nawoczenski DA, DeHaven KE. Functional bracing for rupture of the Achilles tendon. Clinical results and analysis of groundreaction forces and temporal data. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:1799-1808.
21. Moller A, Astron M, Westlin N. Increasing incidence of Achilles tendon rupture. *Acta Orthop Scand*. 1996;67:479-481.
22. Mortensen NH, Saether J, Steinke

- MS, Staehr H, Mikkelsen SS. Separation of tendon ends after Achilles tendon repair: a prospective, randomized, multicenter study. *Orthopedics*. 1992;15:899-903.
23. Mullaney MJ, McHugh MP, Tyler TF, Nicholas SJ, Lee SJ. Weakness in end-range plantar flexion after Achilles tendon repair. *Am J Sports Med*. 2006;34:1120-1125. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546505284186>
24. Nilsson-Helander K, Silbernagel KG, Thomeé R, et al. Acute Achilles tendon rupture: a randomized, controlled study comparing surgical and nonsurgical treatments using validated outcome measures. *Am J Sports Med*. 2010;38:2186-2193. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546510376052>
25. Nilsson-Helander K, Thomeé R, Silbernagel KG, et al. The Achilles tendon Total Rupture Score (ATRS): development and validation. *Am J Sports Med*. 2007;35:421-426. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546506294856>
26. Pandy MG, Lin YC, Kim HJ. Muscle coordination of mediolateral balance in normal walking. *J Biomech*. 2010;43:2055-2064. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.04.010>
27. Parekh SG, Wray WH, 3rd, Brimmo O, Sennett BJ, Wapner KL. Epidemiology and outcomes of Achilles tendon ruptures in the National Football League. *Foot Ankle Spec*. 2009;2:283-286. <http://dx.doi.org/10.1177/1938640009351138>
28. Rees JD, Lichtwark GA, Wolman RL, Wilson AM. The mechanism for efficacy of eccentric loading in Achilles tendon injury; an in vivo study in humans. *Rheumatology (Oxford)*. 2008;47:1493-1497. <http://dx.doi.org/10.1093/rheumatology/ken262>
29. Riley PO, Dicharry J, Franz J, Della Croce U, Wilder RP, Kerrigan DC. A kinematics and kinetic comparison of overground and treadmill running. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:1093-1100. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181677530>
30. Roos EM, Brandsson S, Karlsson J. Validation of the foot and ankle outcome score for ankle ligament reconstruction. *Foot Ankle Int*. 2001;22:788-794.
31. Silbernagel KG, Nilsson-Helander K, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. A new measurement of heel-rise endurance with the ability to detect functional deficits in patients with Achilles tendon rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010;18:258-264. <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-009-0889-7>
32. Suchak AA, Bostick G, Reid D, Blitz S, Jomha N. The incidence of Achilles tendon ruptures in Edmonton, Canada. *Foot Ankle Int*. 2005;26:932-936.
33. Tome J, Nawoczenski DA, Flemister A, Houck J. Comparison of foot kinematics between subjects with posterior tibialis tendon dysfunction and healthy controls. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36:635-644. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2006.2293>
34. van Sterkenburg MN, van Dijk CN. Overview of reviews. In: van Dijk CN, Karlsson J, Maffulli N, Thermann H, eds. *Achilles Tendon Rupture: Current Concepts*. Guildford, UK: DJO Publications; 2008:34-48.
35. Willits K, Amendola A, Bryant D, et al. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a multicenter randomized trial using accelerated functional rehabilitation. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:2767-2775. <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.I.01401>