

Estudio biomecánico de las estructuras anatómicas que restringen la luxación de la segunda articulación metatarsofalángica y su reparación.

Fecha de Recepción: 30/07/07
Fecha de aprobación: 16/12/07

Alcácer Miguel, Gaytán Mariano
Departamento de Cirugía de Tobillo y Pie
Centro Depetris de Ortopedia y Traumatología
Rosario, Santa Fe. Argentina.

Resumen

Introducción: El propósito de éste trabajo es cuantificar y comparar las fuerzas que restringen la luxación metatarsofalángica, y demostrar la importancia en la reparación de la anatomía en estadios incipientes.

Material y Métodos: Se estudiaron 15 piezas cadavéricas frescas de pies de adultos sin patología vascular. Se realizó en todas la desarticulación de la primera y tercera articulación metatarsofalángica, y disección de las estructuras ligamentarias laterales y placa plantar del segundo dedo. Se aplicó tracción vertical desde la falange aplicando una precarga de 2 newton, midiéndolo con una máquina universal para ensayos (Shimadzu, modelo AG 100 kng)

Las piezas fueron divididas en:

Grupo A: grupo control (3 piezas).

Grupo B: sección de ligamentos laterales de articulación metatarsofalángica del segundo dedo (3 piezas).

Grupo C: sección de placa plantar de articulación metatarsofalángica del segundo dedo. (3 piezas).

Grupo D: sección de ambas estructuras (3 piezas).

Grupo E: reparación con transferencia de flexor a extensor (3 piezas).

Resultados: La fuerza requerida para luxar la articulación fue menor en el grupo B comparado con el C, notablemente menor en grupo D, y similar al grupo control en el grupo E.

Conclusiones: El estudio nos permitió cuantificar y comparar la estabilidad intrínseca metatarsofalángica, y constatar los resultados con la reparación, concluyendo que los ligamentos laterales y placa plantar son importantes estabilizadores a la luxación.

Summary

Introduction: the purpose of this studies is to measure and compare the forces that restricted metatarsophalangeal dislocation and to show the important of repairing the anatomy in the preliminary condition.

Material and methods: fifteen frozen cadaveric pieces of adult feet without vascular pathology were studied. Disarticulation of the first third metatarsophalangeal joint and dissection of the lateral ligament structure plate plantar of the second toe.

Vertical traction was applied from the phalange employing a two Newton preloaded and measuring it with the universal experimental machine (Shimadzu model AG 100 Kng).

The pieces were divided into:

Group A: control group (3 pieces)

Group B: lateral ligament section of the M-F joint from the second toe (3 pieces)

Group C: plantar plate section (3 pieces)

Group D: section of both structure (3 pieces)

Group E: restoration with from flexor to extensor transference (3pieces)

Results: the required strange dislocation the joint was less in group B comparated to group C much less in group D and similar to control control group in group E.

Conclusion: The study allowed us measure and compare the intrinsic M-F instability and verify results with the reparation coming to the to the conclusion that the lateral ligament and plantar plate an important to stabilize the dislocation.

PALABRAS CLAVE KEY WORD

Estudio Biomecánico. Anatomía articulación metatarsofalángica. Segundo dedo.
Biomechanics studies. Metatarsophalangeal joint instability. Second toe
Estudo Biomecânico, Anatomia Articulação Metatarsofalângica, Segundo dedo.

Resumo

Introdução: O objetivo deste trabalho é quantificar e comparar as forças que restringem a luxação metatarsofalângica e demonstrar a importância da reparação da anatomia em estágios iniciais.

Material e Métodos: Foram estudadas 15 peças cadavéricas frescas de pés de adultos sem patologia vascular. Em todas as peças se realizou a desarticulação das primeira e terceira articulações metatarsofalângicas e a dissecação das estruturas ligamentares laterais e placa plantar do segundo dedo. Aplicou-se tração vertical à falange com carga de 2N, medida com uma máquina universal para ensaios (Shimadzu, modelo AG 100kng).

As peças foram divididas em:

Grupo A: grupo controle (3 peças).

Grupo B: secção dos ligamentos laterais da articulação metatarsofalângica do segundo dedo (3 peças).

Grupo C: secção da placa plantar da articulação metatarsofalângica do segundo dedo (3 peças).

Grupo D: secção de ambas as estruturas (3 peças).

Grupo E: reparação com transferência do flexor para o extensor (3 peças).

Resultados: A força requerida para luxar a articulação foi menor no grupo B comparado ao C, notavelmente menor no grupo D e similar entre o grupo controle e grupo E.

Conclusões: O estudo permitiu quantificar e comparar a estabilidade intrínseca metatarsofalângica e constatar os resultados com a reparação, concluindo que os ligamentos laterais e placa plantar são importantes estabilizadores frente à luxação.

Introducción

La anatomía de la segunda articulación metatarsofalângica está conformada por estructuras estabilizadoras dinámicas y estáticas.

Los ligamentos laterales y la placa plantar junto con los músculos extrínsecos e intrínsecos (interóseos y lumbricales), en conjunto, estabilizan la articulación.

La estabilidad intrínseca y estática la conforman los ligamentos laterales y la placa plantar, estructuras estudiadas en este trabajo.

La anatomía de la placa plantar ha sido descrita por numerosos autores. ^(6,10,14,15)

Es una estructura de fibrocartilago, formada por fibras colágenas tipo 1, similar al menisco de la rodilla, siendo comparada en sus funciones con el mecanismo sesamoideo de la primera articulación metatarsofalângica. ⁽⁶⁾

Presenta una fuerte inserción ósea en la falange proximal inmediatamente distal a la articulación, siendo la zona más frecuente de lesión. ⁽²⁾

Sus dimensiones en la articulación metatarsofalângica del segundo dedo varían entre 16 a 23 mm., con un promedio de 19 mm. ⁽⁹⁾

Los ligamentos laterales se originan en la porción anterosuperior del tubérculo de la cabeza metatarsiana y se dirigen distal y plantarmente, insertándose en la región plantar y lateral de la base de la falange proximal.

Presentan una porción principal o ligamento lateral propiamente dicho y una porción accesoria o ligamento metatarso-glenoideo, que se inserta como expansión a ambos lados de la placa plantar. ^(6,15)

La inestabilidad metatarsofalângica y consiguiente luxación, es una entidad frecuente en mujeres, con segundo metatarsiano largo y uso de calzado de moda. ⁽³⁾

Numerosas técnicas quirúrgicas han sido descritas para tratar esta entidad, a pesar que muy pocas se han descrito en etapas incipientes (preluxación).

Las transferencias tendinosas se usan para inestabilidades leves a moderadas, siendo la más común la transferencia del flexor al extensor. ^(2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 16)

Por tal motivo el propósito de este trabajo ha sido: en primer lugar estudiar las fuerzas que participan en la estabilidad intrínseca metatarsofalângica del segundo dedo, restringiendo la luxación, cuantificando y comparándolas, y demostrar la importancia en la reparación de la anatomía en estadios incipientes, con transferencias tendinosas, para evitar luxaciones futuras.

Materiales y método

Se estudiaron 15 piezas cadavéricas frescas de pies de adultos sin patologia vascular, conservadas a - 20 grados.

Se realizó en todas las piezas la desarticulación de la primera y tercera metatarsofalângica, y mediante disección minuciosa la visualización de las estructuras ligamentarias laterales y la placa plantar de la articulación metatarsofalângica del segundo dedo.

Se seccionaron el extensor largo y corto del segundo dedo, eliminando de esta manera, las estructuras estabilizadoras dinámicas, conservando la musculatura intrínseca (interóseos y lumbricales).

Se realizó tracción vertical desde la falange proximal (simulando el test de Lachman) colocando un alambre de Kirschner de 1,5 mm a 5 mm de la articulación y aplicando una precarga de 2 newton a un desplazamiento constante de 2 mm por minuto, mediante un alambre de 0,8 mm, midiendo el desplazamiento dorsal con una máquina universal de ensayos. (Shimadzu, modelo AG 100 kng).

Se determinó previamente al ensayo el Momento Dorsiflexor,

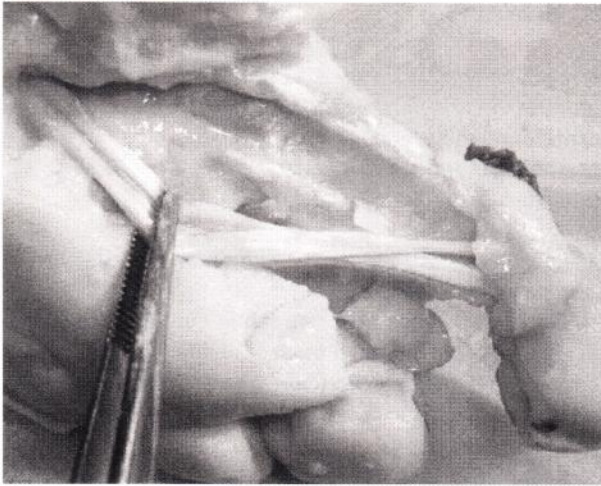


Fig.1 | Anatomía de la placa plantar.

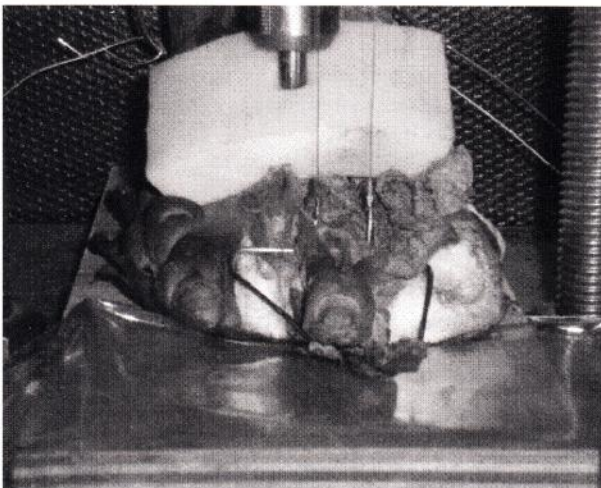


Fig.2 | Tracción vertical de articulación metatarsofalángica.

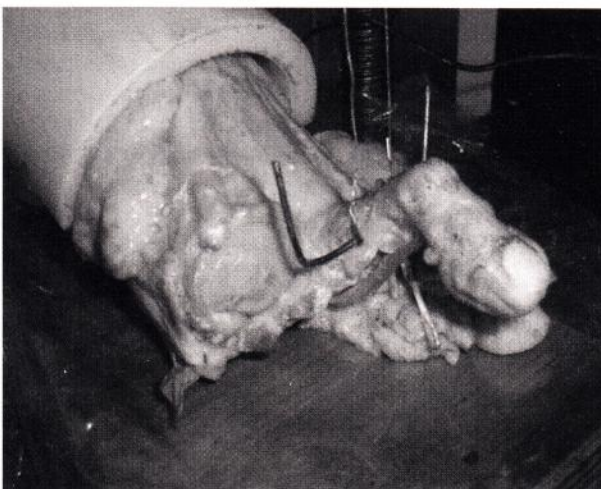
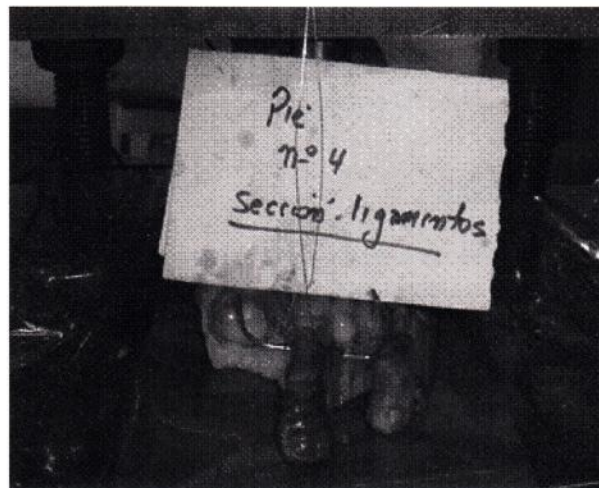


Fig.3 | Luxación metatarsofalángica.



definido por la fuerza por distancia (FxD), haciendo pasar la línea de acción de fuerza vertical lo más cercana posible a la articulación (5mm).

De esta manera, logramos una fuerza vertical larga con una distancia pequeña, minimizando el momento dorsiflexor, hasta obtener la luxación.

Los resultados fueron aplicados a modo de gráficos en una PC. Las piezas fueron divididas en 5 grupos:

A: Grupo Control. (3 piezas).

B: Sección de los ligamentos laterales de la articulación metatarsofalángica del segundo dedo. (3 piezas).

C: Sección de la placa plantar de la articulación metatarsofalángica del segundo dedo. (3 piezas).

D: Sección de ambas estructuras, ligamentos laterales y placa plantar. (3 piezas).

E: Transferencia de flexor a extensor con técnica de Girdlestone- Taylor. (3 piezas).

Resultados

Se constataron las fuerzas en newton de cada grupo, a un desplazamiento constante de 2 mm por minuto, hasta obtener la luxación. Los resultados fueron comparados. La fuerza promedio requerida para luxar la articulación en el grupo control fue de 34 newton.

La fuerza promedio requerida para luxar la articulación fue de 26 newton en el grupo B (sección ligamentos), de 29 newton en grupo C (sección placa plantar); de 9 newton en el grupo D (sección de ligamentos laterales y placa plantar); y de 32 newton en el grupo E (transferencia tendinosa).

La fuerza promedio requerida para luxar la articulación comparada con el grupo control se redujo un 24 % en el grupo B (sección de ligamentos laterales), un 15% en el grupo C (sección de la placa plantar), un 74 % en el grupo D (sección de ligamentos laterales y placa plantar), obteniendo en el grupo E resultados similares al grupo control (transferencia tendinosa) con un 6%.

Por tal motivo, en el presente estudio, se precisó mayor fuerza en newton (29) para luxar la articulación cuando se evaluó la resistencia de los ligamentos laterales comparado con la restricción ejercida por la placa plantar (26).

De esta manera los ligamentos laterales fueron más resistentes a la luxación que la placa plantar.

Discusión

El estudio biomecánico se realizó con el propósito de constatar las fuerzas intrínsecas que limitan o restringen la luxación, reproduciendo la inestabilidad.

La estabilidad intrínseca y estática articular es provista por los ligamentos laterales y la placa plantar.

Cuando dichas estructuras se deterioran por sinovitis o enfermedades reumáticas, como artritis reumatoidea, se produce inestabilidad articular con la consiguiente subluxación o luxación, por tal motivo es de fundamental importancia diagnosticar precozmente la inestabilidad, con el fin de prevenir luxaciones.

Las inestabilidades se clasifican en sagitales (dorsoplantares) en las que se produce una atenuación o ruptura de la placa plantar y horizontales (mediolaterales) en las que se produce una atenuación o ruptura de los ligamentos laterales.⁽⁹⁾ Es este estudio evaluamos únicamente la inestabilidad sagital.

En 1986, Thompson y Hamilton⁽¹⁷⁾, describieron el signo de Drawer test o Lachman para evaluar clínicamente la inestabilidad dorsoplantar.

Dicho signo es positivo cuando existe un desplazamiento dorsal de más de 2 mm o un 50% de luxación.

Coughlin demostró que el Drawer test + es el primer signo objetivo de inestabilidad.

Constató, además, que el uso crónico de calzado inadecuado produce hiperextensión de la articulación, con la consiguiente elongación o ruptura de la placa plantar.^(3,5)

Yu y Mendicino¹¹, describieron el Síndrome Preluxación, conjunto de signos y síntomas caracterizado por dolor articular y edema, acompañado de signo de Lachman + y signos de inestabilidad radiográfica, a la resonancia magnética y/o artrografía.^(2,13,18)

Bhatia reprodujo la inestabilidad en pies cadavéricos, demostrando el rol fundamental de los ligamentos laterales y la placa plantar en la estabilidad articular, además de constatar mayor resistencia a la luxación de los ligamentos laterales y de lograr la reparación con transferencias tendinosas, con resultados similares a los pies sanos.⁽¹⁾

Hemos realizado la transferencia tendinosa del flexor largo al extensor, técnica descrita por Girdlestone en 1947, analizando su resistencia a la luxación.⁽¹⁶⁾

No está aún claro, si la transferencia tendinosa, en general, actúa a modo de estabilizador dinámico de la articulación o estático por un efecto de tenodesis.

En este estudio, sólo el efecto logrado fue de tenodesis.

Conclusiones

El estudio de las estructuras anatómicas que confieren la estabilidad intrínseca de la articulación metatarsofalángica del segundo dedo, y su biomecánica, nos permiten cuantificar las fuerzas que limitan o restringen la luxación y constatar además, las implicancias terapéuticas en la restauración y refuerzo con transferencias tendinosas, concluyendo que los ligamentos laterales y la placa plantar son importantes estabilizadores intrínsecos a la luxación.

En este estudio, hemos constatado una mayor resistencia a la luxación por parte de los ligamentos laterales comparados con la placa plantar.

Se logró mayor estabilidad y resistencia, en el grupo en que se realizaron las reparaciones con transferencias tendinosas, con resultados similares al grupo control, concluyendo que dicha técnica es óptima para inestabilidades leves a moderadas.

Estamos convencidos que el diagnóstico precoz (preluxación) es de fundamental importancia para evitar deformidades estructurales fijas.

Es útil, además, de acuerdo al grado de compromiso articular (inestabilidad) determinar la técnica quirúrgica oportuna, así poder protocolizar el tratamiento.

Referencias Bibliográficas

- Bhatia D, Myerson MS.** Anatomical Restraint to dislocation of the second Metatarsophalangeal joint and assesment of a repair technique. *J Bone Surg.* 1994; 76A: 1371-1375.
- Blitz, N. M.** Plantar Plate Repair of the Second Metatarsophalangeal Joint Technique and Tips. *Foot Ankle Surg.* Vol. 43 No 4, July/August 2004.
- Coughlin, M. J.** Subluxation and Dislocation of the Second Metatarsophalangeal Joint. *Clinic Orthop;* Vol. 20, No. 4, October 1989.
- Coughlin, M. J.** Lesser toes deformities. *Orthopedics* 10 (1) 63-65, 1987.
- Coughlin, M. J.** Second Metatarsophalangeal Joint Instability in the Athlete. *Foot Ankle* Vol. 14, No 16, July/ August 1993.
- Deland, J. T:** Anatomy of the Plantar Plate and its Attachments in the lesser Metatarsophalangeal Joint. *Foot Ankle Int:* Vol. 16, No 8, pp. 480-486 August 1995.
- Ford, L. A:** Stabilization of the Subluxed Second Metatarsophalangeal Joint: Flexor Tendon Transfer Versus Primary Repair of the Plantar Plate. *Foot Ankle Surg.* 7 (3) 217-221, 1998
- Gazdag, A. Cracchiolo III A:** Surgical Treatment of Patients with Painful Instability of the Second Metatarsophalangeal Joint. *Foot Ankle Int.* Vol.19, No3 March 1998.
- Haddad, S.L:** Results of Flexor to Extensor and Extensor Brevis Tendon Transfer for Correction of the Crossover Second Toe Deformity. *Foot Ankle Int.* Vol. 20 (12) December 1999.
- Johnston, R. B:** The Plantar Plate of the Lesser Toes: An Anatomical Study in Human Cadavers. *Foot Ankle Int:* Vol. 15, No 5. Pp.276-278, May 1994.
- Mendicino, R:** Predilocation Síndrome: A Review and Restrospective Análisis of Eight Patients. *Foot and Ankle Surg.* 40 (4): 214-224, 2001.
- Myerson, M.D,** The Pathological Anatomy of Claw and Hammer Toes. *JBJS,* Vol. 71-A No 1 January 1989.
- Powless, S.H:** Metatarsophalangeal Joint Capsule Tears: An Análisis by Arthrography, a New Classification System and Surgical Management. *Foot Ankle Surg.* Vol.40 ,No 6, pp 374-89. November/ December 2001.
- Sarrafian, S.K:** Anatomy and physiology of the extensor apparatus of the toes. *J.B.J.S* ,51-A: 669-679, June 1969.
- Sarrafian, S.K:** Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Funcional. Philadelphia, J. B. Lipincott, 1983.
- Taylor, R.G:** The treatment of the claw toes by multiple transfers of flexor into extensor tendons. *J. B. J. S;* 33-B(4): 539-542, 1951.
- Thompson, F.M,** and Hamilton, W.G: Problems of the second metatarsophalangeal joint *Orthopedics,* 10:83-89, 1987.
- Yu, G; Judge,M;** Predislocation síndrome of the lesser metatarsophalangeal joint; a distinct clinical entity: ch 20. In *Reconstructive Surgery of the Foot and Leg,* Update 1995,pp.109-113, edited by C.Camasta,N.The Podiatry Institute, Inc. Tucker, GA. 1995.