



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

TREBALL DE FINAL DE GRAU

Anàlisi comparativa de l'eficiència en el tractament quirúrgic de la placa plantar segons el tipus de sutura aplicada

Comparative analysis of the surgical treatment efficiency in the plantar plate according to the suture applied

Autor: Francesc Gotzens Pruneda

Curs: 4t de Podologia

Tutora: Elena de Planell Mas

RESUM

Resum. La placa plantar és una estructura anatòmica situada sota l'articulació metatarsofalàngica (AMTF) del peu i es considerada la principal estructura estabilitzadora de l'AMTF.

L'objectiu del treball és la realització d'una comparativa de l'eficiència del tractament quirúrgic de la ruptura de la placa plantar, a partir d'un abordatge dorsal o plantar, segons el tipus de sutura aplicada i analitzar les contraindicacions del tractament.

La recerca bibliogràfica dels articles es va realitzar a partir de dues bases de dades, PubMed i Scopus, per valorar l'eficiència del tractament quirúrgic de la placa plantar segons el tipus de sutura, publicats entre el 2010 i l'actualitat.

Sis articles han estat inclosos en l'estudi final, amb un total de 294 plaques plantars estudiades en el treball.

L'anàlisi dels estudis mostra una evolució satisfactòria del tractament en un percentatge elevat dels estudis.

Els tipus de tècniques quirúrgiques són eficaces per la reparació de la placa plantar, tot i que la falta d'evidència científica en l'abordatge plantar i la fixació de l'AMTF amb cargols canulats no permet treure resultats representatius.

Abstract. The plantar plate is an anatomical structure found under the metatarsophalangeal joint (MTPJ) of the foot and it is considered the main stabilizer structure of the MTPJ.

The aim of this study is to compare the surgical treatment efficiency in a plantar plate rupture, from a dorsal or plantar incision, according to the suture applied and analyze the contraindications of the treatment.

Biomedical databases PubMed and Scopus were searched to compare the surgical treatment efficiency according to the suture applied, published between 2010 until nowadays.

Six articles are selected in the study, with 294 plantar plate structures which are studied at the work.

The analysis of the studies show a satisfactory evolution of the treatment.

The different types of surgical techniques are efficiencies in the plantar plate repair, but the lack of scientific evidence in plantar incision and MTPJ attachment with interference screw don't allowed representative results.

PARAULES CLAU

Paraules clau: Placa plantar, Articulació metatarsofalàngica, Osteotomia de Weil

Keywords: Plantar plate, Metatarsophalangeal joint, Weil osteotomy

ABREVIATURES

Abreviatures: Articulació metatarsofalàngica (AMTF), Hallux valgus (HV), Hallux rigidus (HR), cap metatarsal (CMTT), agulla Kirschner (agulla-K)

INTRODUCCIÓ

La placa plantar és reconeguda com la principal estructura estabilitzadora de l'articulació metatarsofalàngica (AMTF) [1, 2]. S'origina en el cap metatarsal, a partir d'una lleugera estructura sinovial, proximal a l'AMTF, i s'insereix a la base de la falange proximal [2]. La seva localització centrada permet aquesta estabilitat a l'articulació. La seva dimensió és d'una longitud de 20 mm, una amplada de 16 mm i una gruixària de 2,5 mm [3]. Està formada per un teixit fibrocartilaginós compost en un 75% per col·lagen tipus I, que fa que la seva capacitat reparativa sigui molt escassa [4].

La funció de la placa plantar és resistir les forces de tensió en el pla sagital (en particular en la dorsal flexió de la articulació) i esmorteir i suportar pes sobre l'AMTF [2]. La seva disfunció ve acompanyada per una sèrie de símptomes, com el dolor i la inflamació de la zona plantar de l'AMTF [2], provocant així també inestabilitat de l'articulació i una possible subluxació [1]. Un mal alineament metatarsal, subluxació o dislocació de l'AMTF [5,6], pot ser indicatiu del que s'anomena una insuficiència de la placa plantar, és a dir, una ruptura de l'estructura.

La ruptura de la placa plantar afecta més freqüentment al segon radi, sobretot en presència d'indus minus i associada a *hallux valgus* (HV) o *hallux rigidus* (HR) [5,7], i deformitats com el dit en martell o dit en urpa [1,7]. Els traumatismes, processos inflamatoris artrítics, artritis reumatoide i sinovitis, també desencadenen la inestabilitat de l'AMTF [3,5], que juntament amb alteracions en el pla sagital i transversal [5,8], propicien el desenvolupament de la ruptura.

El diagnòstic de la inestabilitat de l'AMTF es confirma amb el Test de Lachman o "Drawer test" [2-4,6,7], que consisteix en realitzar una pressió dorsal de la falange proximal del dit respecte el cap metatarsal (CMTT), provocant dolor i una subluxació de l'AMTF. A la vegada, la ressonància magnètica permet observar i valorar la lesió de la placa plantar amb molta fiabilitat, per sobre dels ultrasons que confirmen si hi ha lesió però no la posició on es troba, de cara a una intervenció quirúrgica [3,6,7]. Amb les radiografies es valora la longitud del metatarsià i si la lesió està provocada per les forces o és conseqüent d'un HV. Un angle intermetatarsal augmentat, la desviació medial de la segona AMTF i un segon metatarsià llarg, dupliquen la probabilitat d'afectació de la placa plantar [7].

El tractament de la placa plantar varia segons si hi ha ruptura. L'absència d'un protocol de tractament establert i la manca d'eficiència i evidència científica dels diferents tractaments [1,3,10] fa que no hi hagi un tractament d'elecció. Quan no hi ha una ruptura de la placa plantar el tractament inicial és la confecció de suports plantars, descàrregues metatarsals, medicació antiinflamatòria, ortesis de silicona o embenats que provoquin una plantar flexió de la AMTF [3,7,9]. Una infiltració de corticoide ajuda a reduir els símptomes, però administracions repetides estan contraindicades [3]. El tractament conservador permet alleugerir la simptomatologia però no corregeix la patologia [10].

En cas que el tractament conservador no sigui efectiu, la cirurgia seria el tractament d'elecció [1,2]. A nivell quirúrgic hi ha descrites diferents tècniques, avalades per diferents estudis i autors. Les tècniques poden ser diferenciades per la seva zona d'abordatge, que pot ser dorsal, amb una osteotomia de Weil [1-6,9] per descomprimir la zona o mitjançant un cargol canulat al metatarsià i a la falange proximal [8]; o plantar [7,10]. Ambdues busquen la reparació de la placa plantar a partir d'una sutura, que permet la seva regeneració.

OBJECTIUS

L'objectiu principal del treball és comparar, a partir d'una recerca bibliogràfica, l'eficiència del tractament quirúrgic de la ruptura de la placa plantar, a través d'un abordatge dorsal o plantar, segons el tipus de sutura que se li aplica, així com analitzar les contraindicacions d'aquest tractament.

MATERIAL I MÈTODES

Fonts de dades

La identificació d'articles s'ha realitzat a través d'una recerca bibliogràfica a PubMed, com a base de dades principal, i Scopus fins el 28 de Març de 2017. PubMed va ser la base de dades d'elecció, per la quantitat d'articles que podem trobar amb un accés obert

i sobretot pel rang de variabilitat que té. Scopus va servir per complementar la recerca i poder tenir una informació rellevant en l'estudi. Les paraules claus per a la recerca d'articles van ser [plantar plate AND surgery] i [plantar plate AND repair], que es van introduir com a paraules de text per a totes les recerques.

Selecció

La recerca realitzada es va limitar a publicacions en anglès, castellà i català, des de l'any 2010 fins a l'actualitat. Es van identificar un total de 111 articles tots ells en llengua anglesa.

Es van llegir tots els resums i es van escollir els articles relacionats amb la placa plantar, que descrivissin el tractament quirúrgic i el tipus de sutura que es realitza.

En la fase d'elegibilitat, tots els articles que no compleixen els criteris d'inclusió de tècnica quirúrgica i el tipus de sutura aplicada, van ser exclosos.

Finalment, 6 publicacions han estat les seleccionades pel treball, de les que extraiem tota la informació rellevant per l'estudi: informació de la patologia, tractaments aplicats, alternatives terapèutiques i les sutures aplicades.

La Figura 1 mostra tot aquest procés de selecció.

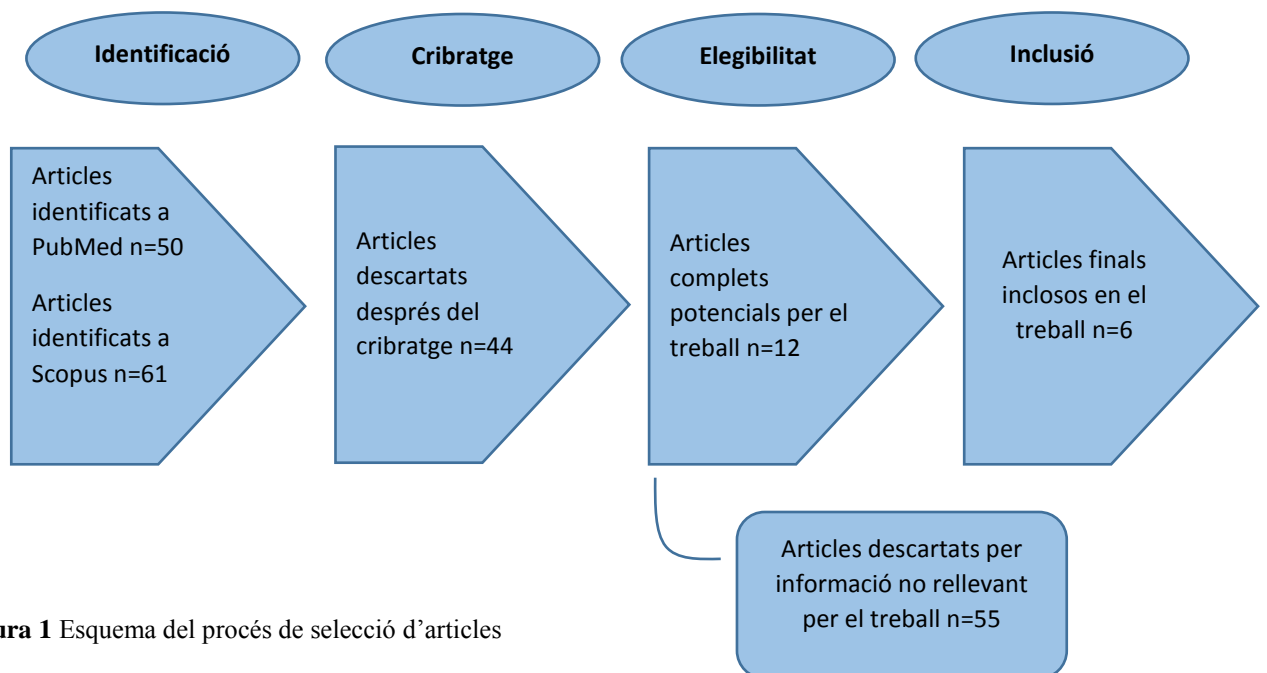


Figura 1 Esquema del procés de selecció d'articles

RESULTATS

En aquesta revisió els pacients inclosos ens els articles analitzats van ser 195, 159 dones (82%) i 36 homes (18%). L'edat mitja de la població analitzada en els estudis és de 58 anys, en un rang entre 32-82 anys. Les AMTF sotmeses al tractament quirúrgic són un total de 294. 221 de la segona AMTF (75%), 63 de la tercera AMTF (21%) i 10 de la quarta AMTF (10%).

El resum dels resultats dels articles seleccionats es troba a la Taula 1.

Autor	Número de plaques plantars	Tècnica Quirúrgica	Complicacions	Contraindicacions	Temps de seguiment (mesos)
Nery et al, 2012 ^[2]	40	Abordatge dorsal amb osteotomia de Weil	No mencionades	No mencionades	12-23
Watson et al, 2014 ^[3]	90	Abordatge dorsal amb osteotomia de Weil	Infecció, afectació flexors o extensors, no-unió òssia de la osteotomia. Dolor, metatarsàlgia, rigidesa de l'AMTF i dit flotant	Artropaties inflamatòries, alteracions neurològiques, infecció activa local, mala vasculació perifèrica	12-32
Flint et al, 2016 ^[4]	138	Abordatge dorsal amb osteotomia de Weil	No mencionades	Insuficiència vascular (absència del pols de la pèdia), diabetis descontrolada (>170mg/mL), neuropaties perifèriques i artritis reumatoide	12
Sung, 2015 ^[8]	1	Abordatge dorsal: fixació AMTF amb 2 cargols canulats	Metatarsàlgia de transferència, resposta inflamatòria i refús dels cargols canulats	No mencionades	
Weil Jr. et al, 2011 ^[9]	15	Abordatge dorsal amb osteotomia de Weil	Dolor (3 casos) i metatarsàlgia (1 cas)	Artritis reumatoide i alteracions neurològiques	13-32
Donegan et al, 2016 ^[10]	10	Abordatge plantar	Mala cicatrització (2 casos) Trencament agulla Kirschner (1 cas)	No mencionades	2-9

Taula 1. Resum del articles seleccionats per l'estudi.

DISCUSSIÓ

El tractament quirúrgic de la placa plantar és, actualment, el més efectiu per la seva reparació. La revisió es va realitzar per determinar quin tractament quirúrgic i la sutura que s'hi aplica dona millor resultats en la reparació de la placa plantar. La cirurgia permet una bona reparació de la placa plantar i la recuperació de l'estabilitat de l'AMTF amb poques complicacions tal i com es mostra a la Taula 1.

En els estudis analitzats del tractament quirúrgic de la placa plantar, Nery [2], Watson [3], Flint [4], Sung [8] i Weil [9] realitzen una incisió dorsal sobre l'AMTF, mentre que en el de Donegan [10] les incisions són plantars, una en el primer espai intermetatarsal i l'altra transversal en la zona subfalàngica. Dels 5 articles d'abordatge dorsal, Nery [2], Watson [3], Flint [4] i Weil [9] realitzen una osteotomia de Weil del CMTT i Sung [8] no realitza cap tipus de osteotomia. L'estudi que analitza un abordatge plantar, tampoc realitza cap osteotomia [10].

Abordatge dorsal amb Osteotomia de Weil

En els estudis analitzats del tractament quirúrgic a partir d'una incisió dorsal amb osteotomia de Weil, tots segueixen uns passos d'intervenció i utilitzen instrumental quirúrgic molt similars. L'osteotomia permet un desplaçament del fragment inferior en sentit proximal. Nery [2] i Weil [9] desplacen el fragment i el fixen amb una agulla Kirschner (agulla-K), mentre que Flint [4] i Watson [3] utilitzen un separador, fixat amb dues agulles-K, una al CMTT i l'altra al base de la falange proximal, augmentant així el camp de visió de la placa plantar. Watson [3] abans de realitzar l'osteotomia, en el moment que separa la placa plantar del CMTT amb l'elevador de McGlamry, realitza una condilectomia plantar del CMTT (1-2 mm) per permetre una millor fixació i cicatrització de la beina sinovial de la placa plantar amb el teixit ossi.

El material de sutura utilitzat per a la reparació de la placa plantar, és una sutura no-absorbible per tots els casos. Nery, Watson, Flint i Weil [2-4,9] realitzen la tècnica de sutura a través de la placa plantar, proximal a la zona lesionada, que posteriorment, a través de dos canals a la base de la falange proximal s'introdueix per tensar la placa plantar i així aproximar la zona lesionada per afavorir la regeneració. Els canals a la base de la falange proximal es realitzen amb agulles-K. En dos dels estudis, els canals es realitzen paral·lels un a l'altre [2,9], mentre

que els altres dos valoren l'opció de fer el canals paral·lels o creuats [3,4], sempre evitant l'afectació del cartílag articular de la base de la falange en tots els casos. Els canals a la falange proximal, en els estudis de Watson [3], Flint [4] i Weil [9] s'utilitza una agulla-K de 1,6 mm de diàmetre, mentre que Nery [2] fa servir una de 1,5 mm de diàmetre, per on la sutura es passarà de plantar proximal cap a dorsal medial i dorsal lateral. La tensió i fixació de la sutura es realitzarà, en tots els casos [2-4,9], a la zona dorsal de la falange mentre es fa una plantar-flexió d'aquesta.

La fixació del CMTT, als estudis de Nery, Flint i Weil [2,4,9], es torna a la seva posició inicial i són fixats amb cargol de 2,5 mm de diàmetre, mentre que Watson [3] modifica la posició final del CMTT, escorçant-la 2-3 mm i fixa la osteotomia amb un cargol de 2 mm.

La lesió de la placa plantar provoca, en moltes ocasions, luxació, dits en martell o urpa. El tractament quirúrgic a partir d'un abordatge dorsal, Nery [2], Watson [3] i Weil [9] valoren la possibilitat de realitzar una Z-plàstia del múscul extensor del dit, per reduir la tensió i evitar una recidiva de la deformitat digital.

Abordatge plantar

En l'estudi de Donegan [10] s'analitza la intervenció quirúrgica de la placa plantar a partir d'un abordatge plantar, sense realització d'una osteotomia òssia. La incisió plantar es realitza de manera longitudinal en el primer espai intermetatarsal, juntament amb un petita incisió transversal a la zona del solc digital. Es secciona la beina del flexor llarg del dit i s'observa la placa plantar. La porció afectada de la placa plantar és seccionada per alliberar l'AMTF i reduir la subluxació digital.

La sutura de la placa plantar, igual que a la resta d'estudis, s'utilitza una sutura no-absorbible. Donegan [10] realitza una incisió dorsal a la zona interfalàngica proximal, abans de suturar la placa plantar. Es secciona fins l'extensor llarg i es realitza una tenotomia d'aquest, per poder realitzar una artròdesi de l'articulació interfalàngica proximal. Es fixa l'articulació interfalàngica proximal amb una agulla-K de 1,15 mm, i s'introdueix fins a l'AMTF, per estabilitzar el dit.

Es realitza la tècnica de sutura de la placa plantar. A diferència de la resta d'autors, Donegan [10] sutura directament la placa plantar, evitant així el procés de regeneració natural de la placa plantar. La tècnica de sutura es realitza

longitudinalment, de distal a proximal, amb una sutura no-absorbible. Per donar més estabilitat a la placa plantar, Donegan [10] sutura la beina del flexor llarg amb la placa plantar, reforçant-la.

Abordatge dorsal: fixació AMTF amb dos cargols canulats

En l'article de Sung [8] es mostra un cas clínic on es realitza una tècnica quirúrgica a partir d'un abordatge dorsal com Nery [2], Watson [3], Flint [4] i Weil [9]. Però no es realitza un osteotomia òssia, igual que Donegan. I a diferència de la resta dels autors, no realitza una tècnica de sutura sobre la placa plantar. La tècnica quirúrgica aplicada per Sung [8] és una variació que utilitza cargols canulats i FiberTape de 2 mm de diàmetre per recuperar l'estabilitat de l'AMTF.

La incisió inicial és dorsal a l'AMTF, fins a l'extensor llarg del dit, que és desplaçat amb un separador. Igual que Watson [3], en la tècnica quirúrgica s'allibera la placa plantar del CMTT amb un elevador de McGlamry. I per exposar-la, s'utilitza un separador fixat amb dues agulles-K de 1,6 mm, una al CMTT i l'altra a la base de la falange proximal, com Watson [3] i Flint [4].

Seccionada la zona lesionada de la placa plantar, es retira el separador i Sung [8] inicia a tècnica quirúrgica. Es realitza un canal de 3,5 mm de diàmetre i 8 mm de llargada, de dorsal a plantar, perpendicular superfície plantar del peu. Al canal s'hi introdueix un cargol canulat de 2,7 mm de diàmetre. Un cop el canal queda definit, amb un passador de fil de sutura, s'introdueix el FiberTape de 2 mm de diàmetre que és un fil de sutura pla de polièster no-absorbible. La sutura al CMTT es fixa amb un cargol canulat de 3,5 mm.

A la base de la falange proximal els passos a seguir són els mateixos, amb l'única diferència que el canal realitzat té una direcció de dorsal-distal a plantar-proximal amb 5 mm de marge respecte la base de la falange.

El FiberTape es introduït a la base de la falange, de plantar-proximal a dorsal-distal, i està fixat al CMTT. Per alinear l'AMTF amb la resta d'articulacions, es col·loca una superfície plana a la zona plantar, per poder observar l'alineació metatarsal. S'aplica una tensió en el FiberTape necessària fins que l'AMTF queda alienada i queda un arc metatarsal ben definit. La tensió ha de permetre que l'AMTF tingui un rang de dorsal-flexió de 10-15°. El canal de la falange proximal

és fixada amb un cargol canulat de 3,5 mm, per mantenir l'alineació de l'arc metatarsal.

Igual que Donegan [10], Sung [8] esmena que la tècnica quirúrgica es pot combinar amb l'artròdesis de l'articulació interfalàngica proximal per corregir l'alteració digital.

La valoració de quina tècnica quirúrgica és més efectiva per la reparació de la placa plantar i el tipus de sutura que es realitza són els principals objectius de l'estudi. De tots els casos analitzats en els articles, es valora l'afectació de la placa plantar de 2n a 5è radi. S'ha observat que en un 75% dels casos l'AMTF més afectada és la 2a AMTF, per la seva relació directe amb el 1r radi. Les alteracions al 1r radi, indux minus, HV, HR, propicien a una afectació directe del 2n radi, causant així dolor, subluxació de l'AMTF i dits en martell o urpa.

En els estudis analitzats de la tècnica quirúrgica amb osteotomia de Weil, Nery [2] demostra que més d'un 77% dels casos tenen una evolució satisfactòria i no esmenen cap tipus de complicació post-quirúrgica. En l'estudi de Flint [4] la recuperació de la lesió de la placa plantar queda demostrat en un 80% dels casos, i igual que Nery [2] tampoc són mencionades cap tipus de complicació post-operatòria. Weil [9] confirma l'efectivitat del tractament en un 77% dels casos. A diferència de Nery [2], en l'estudi de Weil [9] s'observen complicacions post-quirúrgiques en 4 casos. 3 pacients (20%) refereixen dolor i 1 (7%) dels casos presenta una metatarsàlgia. Es descarta en tots els casos una mala cicatrització, la no-unió de la osteotomia o una recidiva de subluxació de l'AMTF. Watson [3] justifica l'efectivitat del tractament en un 76% dels casos i no esmena cap complicació després del tractament. Tot i que no es fa referència a complicacions post-quirúrgiques dels pacients intervinguts en els articles de Nery, Flint i Watson, segons Watson [3] es poden donar diferents casos d'alteracions post-operatòries. Una infecció, afectació de flexors i extensors del dit, la no-unió de la osteotomia, o com en els casos de Weil [9] també pot aparèixer dolor i metatarsàlgies. En la tècnica d'abordatge plantar de Donegan [10] en el 70% dels casos l'evolució de la tècnica quirúrgica és satisfactòria. Es donen 3 casos de complicacions, en 2 intervencions (20%) es dona una mala cicatrització de la incisió plantar i en l'altre cas (10%) hi ha un trencament de l'agulla-K aplicada a la artròdesi de l'articulació interfalàngica proximal. Finalment, en el cas clínic presentat per

Sung [8], l'autor justifica que la tècnica aplicada pot tenir una efectivitat alta, però que la falta d'evidència científica fa que s'hagi de seguir investigant en aquest tipus de tècnica quirúrgica. Sung [8] no esmena cap tipus de complicació en el cas, però argumenta que es poden donar casos de metatarsàlgies de transferència, una resposta inflamatòria i que hi hagi un refús dels cargols canulats.

La tècnica de sutura aplicada és específica segons el tipus d'abordatge que es realitza. S'ha observat que en tots els estudis la tècnica de sutura té un paper rellevant en la regeneració de la placa plantar. Nery [2] i Weil [9] realitzen els canals a la falange proximal paral·lelament, mentre que Watson [3] i Flint [4] valoren la opció de fer-los creuats. Nery, Watson, Flint i Weil no demostren en l'anàlisi dels articles si fer els canals de manera paral·lela o creuada té més efectivitat en el tractament. Si que esmenen que la tècnica de sutura permet un bon procés regeneratiu de la placa plantar, tot i la seva escassa capacitat regenerativa. Donegan [10] justifica que realitzar la tècnica de sutura directament a la placa plantar reforçant-la, juntament amb la sutura a la beina del flexor llarg del dit, permet una forta reparació de la placa plantar a un cost mínim.

Fent referència a les contraindicacions per a la reparació de la placa plantar, Watson [3] i Flint [4] justifiquen que la mala circulació vascular (absència de pols en l'artèria pèdia) està contraindicada en l'aplicació del tractament. Flint [4] i Weil [9] descarten la intervenció quirúrgica en els casos que presenten artritis reumatoide. Els estudis de Watson [3] i Weil [9] coincideixen que els pacients que pateixin alteracions neurològiques són descartats en l'estudi. Watson [3] defensa que els casos amb artropaties inflamatòries o que tenen una infecció local activa, no es poden sotmetre al tractament de la reparació de la placa plantar. Flint [4] també argumenta que pacients que pateixen diabetis descontrolada (>170 mg/ml) o alguna neuropatia perifèrica són descartats de l'estudi. En l'anàlisi dels articles, Nery [2], Sung [8] i Donegan [10] no esmenen cap contraindicació per el tractament de la placa plantar.

CONCLUSIONS

1. La revisió mostra que el tractament quirúrgic de la placa plantar té una efectivitat elevada en els 3 tipus de tècniques realitzades. La tècnica d'abordatge plantar i la de fixació de l'AMTF amb cargols canulats, a causa de la seva falta d'evidència científica no permet treure conclusions ni resultats representatius en el tractament reparatiu de la placa plantar.
2. Els estudis demostren que la sutura permet una bona evolució de la intervenció i que el tractament és satisfactori, però no justifica que la tècnica de sutura aplicada permeti una regeneració total de la placa plantar.
3. Les contraindicacions analitzades justifiquen en quins casos la intervenció ha de ser descartada. Diferents estudis coincideixen en diferents contraindicacions que permet una valoració rellevant a l'hora de descartar el tractament. Tot i que es mostren algunes contraindicacions de manera puntual, el facultatiu les ha de valorar igual abans de realitzar el tractament.

BIBLIOGRAFIA

1. Clement RC, Eskildsen SM, Tennant JN. Technical Tip and Cost Analysis for Lesser Toe Plantar Plate Repair with a Curved Suture Needle. *Foot ankle Int.* 2014; 36(3):330-4.
2. Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Mann TS. Lesser metatarsophalangeal joint instability: prospective evaluation and repair of plantar plate and capsular insufficiency. *Foot Ankle Int.* 2012; 33(4):301-11.
3. Watson TS, Reid DY, Frerichs TL. Dorsal Approach for Plantar Plate Repair with Weil Osteotomy: Operative Technique. *Foot Ankle Int.* 2014; 35:730-9.
4. Flint WW, Macias DM, Jastifer JR, Doty JF, Hirose CB, Coughlin MJ. Plantar Plate Repair for Lesser Metatarsophalangeal Joint Instability. *Foot Ankle Int.* 2016: 1-9.
5. Sanhudo JA V, Ellera Gomes JL. Pull-out technique for plantar plate repair of the metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle Clin.* 2012; 17(3):417-24.
6. Sullivan M, Panti JP. The Use of McGlamry Elevator to Assist Suture Passing in the Dorsal Technique of Plantar Plate Repair with Weil Osteotomy for Lesser

- Metatarsophalangeal Joint Instability. *Foot & Ankle Specialist*. 2015; 8(3):209-211.
7. McAllister JE, Hyer FH. The Direct Plantar Plate Technique Repair. *Foot & Ankle Specialist*- December 2013. 2016; 6(6):446-51.
 8. Sung W. Technique Using Interference Fixation Repair for Plantar Plate Ligament Disruption of Lesser Metatarsophalangeal Joints. *J Foot Ankle Surg. Elsevier Ltd*; 2015;54(3):508-12.
 9. Weil L, Sung W, Weil LS, Malinoski K. Anatomic Plantar Plate Repair Using the Weil Metatarsal Osteotomy Approach. *Foot Ankle Spec*. 2011; 4(3):145-50.
 10. Donegan RJ, Caminear D. Anatomic Repair of Plantar Plate with Flexor Tendon Sheath Reinforcement. *Foot Ankle Spec*. 2010; 9(5):354-60.