

L'atròfia del teixit adipós plantar i valoració dels tractaments ortopodològics indicats.

Treball de Fi de Grau. Grau en Podologia.

Autora: Maria Antònia Tomàs Ferrer.

Tutor: Baldiri Prats Climent.

Barcelona, 12 de juny de 2014.

ÍNDEX.

Resum i paraules clau	pàg.5
1. Introducció	pàg.6
1.1 Motivació	pàg.6
1.2 Antecedents i estat actual del tema	pàg.6
1.2.1 <i>Anatomia del coixinet de teixit adipós plantar</i>	pàg.6
1.2.2 <i>Fisiopatologia de la disminució del gruix del coixinet de teixit adipós plantar metatarsià i malalties causants més freqüents</i>	pàg.7
1.2.3 <i>Conseqüències de la disminució del gruix del coixinet de teixit adipós plantar metatarsià</i>	pàg.13
1.3 Modalitats de tractament	pàg.17
1.4 Avaluació de les pressions	pàg.23
1.4.1 Sistema F-Scan®	pàg.24
2. Objectius i hipòtesi	pàg.28
3. Material i mètodes	pàg.29
4. Resultats	pàg.34
4.1 Estudi estadístic descriptiu de la mostra de pacients	pàg.34
4.2 Estudi descriptiu de les pressions	pàg.35
4.3 Comparació de les pressions mitjanes de l'avantpeu, del 1r CMTT i dels CMTT menors amb l'ús dels tractaments ortopodològics i sense tractament	pàg.36
4.4 Comparació dels pics de pressió de l'avantpeu, del 1r CMTT i dels CMTT menors amb l'ús dels tractaments ortopodològics i sense tractament	pàg.38
5. Discussió	pàg.40
6. Conclusió	pàg.47
7. Bibliografia	pàg.49
8. Agraïments	pàg.53
9. Annexos	pàg. 54
9.1 Annex 1	pàg. 54
9.2 Annex 2	pàg. 55

ÍNDEX DE TAULES.

Taula 4.1 Edat.....	pàg.34
Taula 4.2 Sexe.....	pàg.34
Taula 4.3 Presència o no de malalties sistèmiques.....	pàg.34
Taula 4.4 Tipus de calçat.....	pàg.34
Taula 4.5 Valors estadístics de la pressió mitja	pàg.35
Taula 4.6 Valors estadístics del pic de pressió.....	pàg.36
Taula 4.7 Prova de mostres relacionades pressió mitja avantpeu.....	pàg.37
Taula 4.8 Prova de mostres relacionades pressió mitja 1r CMTT.....	pàg.37
Taula 4.9 Prova de mostres relacionades pressió mitja CMTT menors.....	pàg.38
Taula 4.10 Prova de mostres relacionades pic de pressió avantpeu.....	pàg.38
Taula 4.11 Prova de mostres relacionades pic de pressió 1r CMTT.....	pàg.39
Taula 4.12 Prova de mostres relacionades pic de pressió CMTT menors.....	pàg.39

ÍNDIX DE FIGURES.

Figura 1.1 Configuració de l'articulació i geometria del CTAP en un subjecte neuropàtic amb deformitat del 2n dit (A) i en un subjecte neuropàtic amb una alineació normal del 2n dit (B). Notar la remarcable diferència existent en la geometria del CTAP entre ambdós subjectes. C: Exemple d'un subjecte neuropàtic amb deformitat digital i la gairebé completa absència de CTAP metatarsià. Imatge obtinguda de Bus SA et al., 2004 ⁽²⁾	pàg.10
Figura 3.1 Material utilitzat per l'ortesis de silicona I.....	pàg.30
Figura 3.2 Material utilitzat per l'ortesis de silicona II.....	pàg.30
Figura 3.3 Preparació silicona fluïda + catalitzador.....	pàg.30
Figura 3.4 Mescla mitjançant l'espàtula de la silicona fluïda + catalitzador.....	pàg.30
Figura 3.5 Aplicació de la mescla a la mitja i col·locació d'una bossa de plàstic per allisar la superfície de la silicona.....	pàg.31
Figura 3.6 Sistema de captació de pressions F-Scan®.....	pàg.31
Figura 3.7 Ajustament plantilla – peu – sabata.....	pàg.31
Figura 3.8 Calibratge personalitzat del sistema de pressions.....	pàg.31
Figura 3.9 Captació de les pressions plantars amb les diferents condicions.....	pàg.32
Figura 3.10 Pressió mitja en tots els CMTT (avantpeu).....	pàg.33
Figura 3.11 Pressió mitja 1r CMTT i CMTT menors.....	pàg.33
Figura 3.12 Pic de pressió en tots els CMTT (avantpeu).....	pàg.33
Figura 3.13 Pic de pressió 1r CMTT i CMTT menors.....	pàg.33

RESUM I PARAULES CLAU.

La disminució del gruix del coixinet de teixit adipós plantar metatarsià implica una incapacitat per absorbir les pressions mecàniques que es produeixen durant la marxa. Els objectius d'aquest estudi són conèixer-ne la fisiopatologia i identificar quines malalties cursen amb aquesta condició, descriure la metatarsàlgia que apareix en conseqüència i valorar l'efectivitat de dos tractaments ortopodològics. S'ha realitzat un estudi observacional descriptiu amb una mostra de 8 pacients de l'Hospital Podològic de la Universitat de Barcelona, on s'han valorat la pressió plantar mitja i el pic de pressió plantar sense tractament, amb suports plantars i amb ortesis de silicona protectora dels caps metatarsians. Els resultats d'aquest estudi mostren que l'ús de tractaments ortopodològics substitutius del coixinet de teixit adipós metatarsià és efectiu en la disminució de les pressions plantars rebudes en l'avantpeu, 1r cap metatarsià i caps metatarsians menors.

Paraules clau: coixinet de teixit adipós metatarsià, metatarsàlgia, pressions plantars, suports plantars i ortesis de silicona.

The thickness reduction of the metatarsal fat pad causes an incapacity to absorb the mechanical plantar pressures occurred during the gait. The aim of this study is to identify their physiopathology and their causal pathologies, describe the consequent metatarsalgia and test the effectiveness of two orthotic treatments. A descriptive observational study was performed with a sample of 8 patients of the Hospital Podològic de la Universitat de Barcelona, the mean and the pick of plantar pressure were examined without treatment, with insoles and with protective metatarsal head silicone orthotic. The results of this study show that the use of orthotic treatment replacing metatarsal plantar fat pad is effective in the reduction of the plantar pressures received in the forefoot, 1st and lesser metatarsal heads.

Key words: metatarsal fat pad, metatarsalgia, plantar pressures, insoles and silicone orthotic.

1. INTRODUCCIÓ.

1.1 MOTIVACIÓ.

En el meu transcurs com a estudiant de podologia he pogut observar, en l'Hospital Podològic de la Universitat de Barcelona, la freqüència de consulta dels pacients per metatarsàlgia. L'etiologia de la metatarsàlgia és molt diversa, però em va cridar l'atenció que molts dels pacients que presentaven aquesta simptomatologia tenien una disminució del gruix del coixinet de teixit adipós plantar, fet que causava la prominència dels caps metatarsians i la seva conseqüent desprotecció contra els xocs mecànics produïts durant la marxa.

Degut a la meva ignorància sobre quina era la causa que podia generar aquesta atrofia del coixinet de teixit adipós plantar, em vaig plantejar fer una recerca bibliogràfica exhaustiva de la seva fisiopatologia i de les malalties o estats que poguessin causar-lo o agreujar-lo.

Així mateix, em vaig interessar pel tractament actual de la metatarsàlgia causada per l'atrofia del teixit adipós plantar. A causa de que, en un primer moment, el tractament d'elecció sempre és conservador abans que quirúrgic, vaig decidir fer una recerca dels tractaments que més s'utilitzen per aquest cas en l'actualitat. I, finalment, degut a la meva afinitat pel tractament ortopodològic vaig proposar la comprovació experimental de dos tractaments ortopodològics per demostrar-ne l'eficàcia i, en conseqüència, tenir una evidència científica a l'hora d'elegir un dels dos tractaments proposats.

1.2 ANTECEDENTS I ESTAT ACTUAL DEL TEMA.

1.2.1 Anatomia del coixinet de teixit adipós plantar.

El coixinet de teixit adipós plantar (CTAP) té unes característiques úniques que li permeten actuar principalment absorbint els xocs que es produeixen durant la marxa, a més de proporcionar aïllament i protecció. A diferència de la resta de teixit adipós del cos, el qual té relativament poc teixit fibrós (funció energètica), el CTAP és ric en elastina i les interaccions entre els nervis, els vasos sanguinis i els adipòcits li donen el seu paper de suport de càrrega, essencial per la funció del peu humà¹.

El CTAP està format per una col·lecció d'adipòcits rodejats per una disposició regular de septes de teixit fibrós. Les parets septals estan formades per fibril·les de col·lagen paral·leles. Aquests septes, alhora, acoren els adipòcits en una posició ferma mitjançant adhesions a la pell i als ossos del peu¹. El CTAP que cobreix als caps dels metatarsians (CMTT) s'insereix en els tendons dels músculs flexors dels dits dels peus i s'origina en els lligaments plantars (placa plantar), els quals estan fermament units a les falanges proximals².

La regió de teixit adipós plantar localitzada sota els CMTT està innervada per branques sensibles dels nervis plantars. La densitat d'aquestes branques nervioses en els CMTT és aproximadament dues vegades major que en les regions més proximals dels metatarsians. Els corpuscles de Vater Pacini, baroreceptors mecànics, només es troben dins del teixit adipós i no en la dermis. Les artèries plantars i les ramificacions de l'artèria calcània posterior abasteixen el teixit adipós medial. Igual que els nervis, els vasos sanguinis es distribueixen a través de les parets septals, puntualment arribant a la dermis¹.

1.2.2 Fisiopatologia de la disminució del gruix del coixinet de teixit adipós plantar metatarsià i malalties causants més freqüents.

No existeix en la bibliografia consultada cap definició exacta del concepte d'atròfia del teixit adipós plantar en la zona metatarsiana, per tant, ens referirem a ella com "l'estat en que els CMTT són més prominents i queden exposats i desprotegits de les pressions mecàniques que es produeixen durant la marxa degut a una disminució del gruix del coixinet de teixit adipós plantar que el desproveeix de la seva capacitat per absorbir xocs, ja sigui per una atròfia pròpiament dita o per un desplaçament distal del mateix".

La fisiopatologia de la reducció del gruix del CTAP sota els CMTT es troba actualment en controvèrsia i dues teories s'han plantejat per explicar-ne l'etiologia. La teoria més tradicional, suggereix que la disminució del gruix del CTAP metatarsià és conseqüència de l'atròfia d'aquest teixit. Mentre que la teoria més recent, afirma que més que una atròfia del teixit adipós plantar, el que ocorre és una migració distal dels adipòcits localitzats sota els CMTT¹.

A continuació, s'introdueix la teoria tradicional, la qual fa referència a una atròfia pròpiament dita del CTAP metatarsià¹.

S'ha observat que els adipòcits del coixinet gras decreixen en grandària degut a la baixa irrigació que rep el teixit adipós plantar com a resultat de la microangiopatia associada a l'augment de productes glicògens característics de la Diabetis Mellitus (DM). Aquest procés diluiria el coixinet de teixit adipós per sí mateix¹. També recolza aquesta teoria l'estudi de Hsu et al. (2002), qui va trobar un canvi d'orientació en les fibril·les de col·lagen de les parets septals que engloben els adipòcits del CTAP: els pacients no diabètics presentaven una orientació de les fibril·les de col·lagen paral·lela i regular enfront als pacients diabètics que presentaven una orientació irregular de les mateixes, deformades i fragmentades. Es va suposar que aquesta irregularitat en l'orientació era deguda a que els productes glicògens causaven un entrecreuament anormal entre les molècules de col·lagen adjacents⁴. En la mateixa línia van els resultats de l'estudi de Buschmann et al. (1995), tot i que en aquest cas s'estudia el CTAP del taló: els resultats en la comparació histomorfològica del teixit adipós plantar de càrrega del taló entre peus amputats amb teixit adipós atrofiat i peus cadavèrics sans revelaren que l'àrea de superfície era un 30% menor i el diàmetre dels adipòcits un 16% menor en els peus atròfics. Aquesta disminució total del volum dona com a conseqüència una capa superficial més prima amb menys capacitat d'amortiguació durant la marxa. A més, també va observar que els septes que engloben els adipòcits eren un 10-25% més gruixuts que en els peus normals i contenien un major percentatge de teixit elàstic que en alguns casos donava l'aparença de fragmentació. També es va veure que les cèl·lules de Schwann i el teixit fibrós perineural estaven hipertrofiats en els peus amb coixinet adipós hipertrofiat⁵.

En contraposició, Waldecker et al. (2009) desmenteix aquesta teoria. En el seu estudi compararen el coixinet de teixit adipós metatarsià en pacients diabètics i amb neuropatia perifèrica amb el de pacients sans sense trobar diferències significatives en els resultats entre la mitjana de secció transversal dels adipòcits entre aquests tres subjectes diferents⁶.

Degut a aquestes contradiccions, s'ha proposat una nova teoria per explicar la presència d'una causa subjacent que provoqui la reducció del gruix del CTAP metatarsià a més de l'atròfia pròpiament dita d'aquest teixit. Tot seguit, es presenten els arguments que defensen aquesta teoria més recent, la qual suggereix un desplaçament distal del CTAP metatarsià¹.

Aquesta nova teoria va molt lligada a la presència de deformitats digitals dels dits menors, ja que es creu que en els dits amb deformitats en garra o en martell, el teixit adipós plantar submetatarsià es desplaça distalment com a resultat de la hiperextensió que pateix l'articulació metatarsofalàngica (AMTTF)^{2,7}.

Bus et al. (2004), realitzaren un estudi comparatiu entre el gruix del CTAP metatarsià entre un grup experimental de diabètics amb neuropatia perifèrica amb deformitats digitals dels dits menors, i dos grups control, un de diabètics neuropàtics i un de pacients sans, ambdós sense deformitats digitals dels dits menors. Només es trobaren diferències en el gruix del CTAP dels CMTT en els pacients diabètics amb neuropatia perifèrica amb deformitat digital dels dits menors, observant-se un aprimament del CTAP sota els CMTT i un engruiximent significatiu sota les falange (Figura 1.1)^{2,3}. Bojsen – Moller (1979), també dóna suport a aquesta teoria al·legant que el CTAP dels CMTT està connectat a la falange proximal, i per tant, els dits que es troben en hiperextensió com els dits en martell o en garra, donaran lloc a un desplaçament distal d'aquest coixinet adipós plantar degut a l'anormal configuració de les articulacions⁸.

Per tant, seguint la línia d'aquests estudis s'observa que la migració del CTAP metatarsià va en funció del grau de deformitat digital: a major angulació del dit, més aprimament del CTAP dels CMTT, és a dir, amb l'angulació del dit hi ha un augment del gruix del teixit adipós plantar subfalàngic degut a que aquest s'ha desplaçat distalment. De forma que es perd la funció absorbidora d'impacte del teixit adipós plantar donant lloc a un major risc d'ulceració¹.

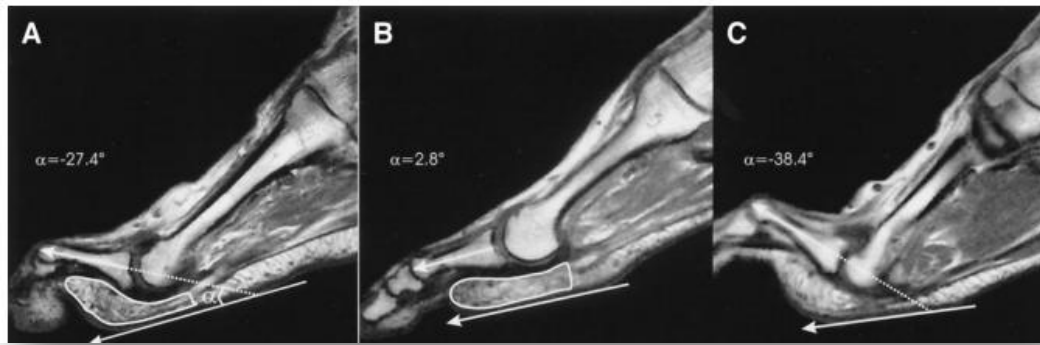


Figura 1.1 – Configuració de l'articulació i geometria del CTAP en un subjecte neuropàtic amb deformitat del 2n dit (A) i en un subjecte neuropàtic amb una alineació normal del 2n dit (B). Notar la remarcable diferència existent en la geometria del CTAP entre ambdós subjectes. C: Exemple d'un subjecte neuropàtic amb deformitat digital i la gairebé completa absència de CTAP metatarsià Imatge obtinguda de Bus SA et al., 2004(2)

Al marge d'aquestes dues teories, s'ha observat una atròfia dels teixits tous plantars en els individus que pateixen una neuropatia perifèrica, deformitats digitals, Diabetis Mellitus, peu avascular, peu buit o Artritis Reumatoide (AR) com a característica comú. Aquesta atròfia també és més prevalent en la gent gran. Encara que, actualment, continua en desconeixença si la degeneració del teixit tou plantar és un procés fisiològic que es dona amb l'augment d'edat o si indica que existeix una patologia³.

- **Relació entre l'edat avançada i la disminució del gruix del CTAP metatarsià:**

S'ha descrit que a partir dels 40 anys, comença a haver-hi una pèrdua de teixit adipós plantar en els talons, en l'arc longitudinal intern (ALI) i en l'avantpeu; mentre que continua el seu aprimament a mesura que avança l'edat, l'ALI tendeix a disminuir i l'epidermis es resseca⁹. Aquest fet queda recolzat per un estudi histològic, on s'observa l'existència d'un aprimament del teixit adipós plantar en peus de gent anciana¹⁰.

- **Relació entre l'Artritis Reumatoide i la disminució del gruix del CTAP metatarsià:**

L'AR és una malaltia crònica, que afecta a les dones tres vegades més que als homes, causada per una inflamació autoimmune que resulta en una vasculitis dels teixits connectius i on la poliartritis és la principal característica. La

prevalença i l'impacte dels problemes en el peu estan fortament relacionats amb la duració de la malaltia i el peu queda afectat en un 90% dels pacients que pateixen aquesta malaltia. Aproximadament en $\frac{3}{4}$ parts de la gent que pateix AR, el peu contribueix a la dificultat per caminar i és la principal o la única causa de discapacitat per caminar en $\frac{1}{4}$ dels pacients^{11, 12}.

Tot i que en l'AR es produeixen canvis en tot el peu i turmell (tenosinovitis, formació de nòduls fibrinoides en les superfícies extensoras de l'extremitat, síndrome del túnel tarsà...) ens centrarem en els que ocorren en l'avantpeu, ja que és el lloc on més prest i més comunament apareixen les deformacions: hallux valgus (HV), subluxació dorsal de les AMTTF dels dits menors amb angulació en var, deformitat en flexió de les articulacions interfalàngiques (AIF), burses plantars suprajacents a l'aspecte plantar de les AMTTF, etc^{11, 12, 13, 14}.

La patomecànica de deformació digital és la següent:

- El mecanisme que permet les deformacions inclou la inflamació de la sinovial de les AMTTF que causaran la distensió de la càpsula, pèrdua dels estabilitzadors passius de l'articulació (lligaments colaterals i placa plantar), i subseqüentment la destrucció del cartílag articular. Característicament, la inflamació periarticular dóna lloc a que els dits divergeixin (*sunray sign*)¹².
- La persistència de la patologia sinovial en les AMTTF provoca la subluxació dorsal o dislocació de la falange proximal sobre el CMTT en els radis menors. L'extensió de l'AMTTF empeny al coixinet de teixit adipós plantar de sota els CMTT cap a una localització més distal^{11,12}, i es formen grans burses plantars doloroses que són propenses al trencament del teixit i a la ulceració.

- **Relació entre la Diabetis Mellitus i la disminució del gruix del CTAP metatarsià:**

La DM és una malaltia multisistèmica que resulta dels defectes en la secreció d'insulina i/o la resistència a l'acció de la insulina, amb hiperglucèmia. Les complicacions del peu diabètic causen un impacte negatiu en la qualitat de vida del pacient, amb risc d'ulceració, infeccions recurrents i amb discapacitats per

tota la vida, essent la causa més freqüent d'amputació en l'extremitat inferior (EEII) per causa no traumàtica^{12,15}.

El peu diabètic respon al complex simptomàtic de les conseqüències que pot produir la DM en el peu. L'excés de glicogen en les artèries que subministren als nervis de l'EEII pot causar-los danys, donant lloc a una neuropatia perifèrica. La neuropatia perifèrica és la causa més comú de complicacions en el peu diabètic, entre d'altres, i afecta a les vies sensorials, motores i autònomes, donant com a conseqüències malposicions i deformitats dels peus, en especial de la zona dels dits^{1,16}. La patomecànica de deformació digital en la DM és la següent:

- La disminució de la irrigació i l'alteració neurògena suposen l'atròfia de les parts toves (pell, músculs, teixit adipós plantar) com a conseqüència de la glicosilació no enzimàtica, perdent la seva viscoelasticitat (propietat que els permet adaptar-se i suportar les càrregues). La pell es torna prima, dura i trencadissa; mentre que la neuropatia motora causa debilitat muscular i atròfia dels músculs intrínsecs del peu, donant com a resultat un desbalanç muscular, ja que sense la força de flexió dels músculs intrínsecs del peu com a antagonistes del múscul extensor llarg dels dits es perd l'estabilitat articular causant deformitats digitals, donant lloc a una hiperextensió de l'AMTTF i al subseqüent desplaçament distal del coixinet de teixit adipós plantar i, per tant, la capa de teixit adipós plantar es reduirà fins a fer-se mínima^{7,12,15,16}.

Bus et al. (2004) observaren que els pacients neuropàtics sense deformitat digital no presentaven canvis significatius en el gruix del teixit adipós plantar, fet que suggereix que la neuropatia diabètica no indueix canvis en la geometria del coixinet plantar per si mateixa².

Altres estudis, s'hi contraposen. Els diabètics amb neuropatia perifèrica tenen menys volum muscular i més teixit adipós en la musculatura intrínseca del peu en comparació amb el grup control, segons el resultat de l'estudi fet per Cheuy et al. (2013) amb radiografia (Rx) i ressonància nuclear magnètica (RNM) de l'AMTTF. A més, el deteriorament de la musculatura intrínseca del peu secundària a la neuropatia perifèrica és severa, amb una proporció de teixit

adipós sota la fàscia muscular que fa que el volum muscular sigui aproximadament cinc vegades major en els subjectes amb neuropatia perifèrica que en el grup control. Aquesta marcada deterioració està caracteritzada per la meitat de teixit muscular i el doble de volum de teixit adipós sota la fàscia muscular en la musculatura intrínseca del peu dels diabètics neuropàtics. Però el volum total del compartiment dels músculs intrínsecs del peu no és significativament diferent entre el grup control i el grup de diabètics neuropàtics. Això suggereix que el volum prèviament ocupat per teixit muscular s'ha substituït per teixit adipós sota la fàscia muscular⁷. Vettor et al. (2009) i Aguiari et al. (2008) trobaren que les cèl·lules musculars satèl·lit posseeixen potencial adipogènic, que pot estar dirigit per anormalitats metabòliques o cardiovasculars; un ambient alt en glucosa resultant en la neuropatia perifèrica de la DM pot no només desencadenar la diferenciació de les cèl·lules mare adiposes, sinó que també pot induir a les cèl·lules musculars satèl·lit a diferenciar-se en cèl·lules adiposes, potser acumulades en el teixit adipós sota la fàscia muscular^{17,18}. Roberson et al. (2002) trobaren una disminució de la densitat de la musculatura intrínseca plantar en pacients diabètics neuropàtics, amb la hipòtesi de que era causat per una infiltració del teixit adipós i correlacionat amb l'angle d'hiperextensió de l'AMTTF¹⁹. Gooding et al (1986), mitjançant ultrasons, demostrà una reducció dels teixits tous plantars en els pacients diabètics (amb o sense úlceres en els peus) en comparació amb subjectes sans²⁰.

Per tant, en l'AR i en la DM les deformitats digitals, provocades pels diferents mecanismes patogènics propis de cada malaltia com s'ha explicat amb anterioritat, juguen un paper important respecte a la disminució del gruix del CTAP metatarsià, bé sigui per un desplaçament distal del mateix^{2,3,7,8,11,12,15,16,19} o per una atròfia pròpiament dita^{1,4,5,9,10}.

1.2.3 Conseqüències de la disminució del gruix del coixinet de teixit adipós plantar metatarsià.

Les pressions plantars elevades poden causar necrosis i atròfia fibròtica, amb possible aprimament del coixinet de teixit adipós plantar dels CMTT, però aquesta no sembla ser la causa de l'aparició de les deformitats digitals. Sinó

que més aviat es creu que la seqüència comença amb la deformitat digital (dit en garra o en martell) que implica una hiperextensió de la AMTTF i una plantarflexió de l'AIF proximal provocant com a conseqüència directa l'exposició dels CMTT a pressions plantars més localitzades i incrementades en la dinàmica degut a la seva major prominència causada pel desplaçament distal del CTAP dels CMTT^{2,7,9,21}, de forma que es perd la funció absorbidora d'impacte del teixit adipós plantar. Per tant, mentre que el teixit adipós plantar es desplaça distalment, la càrrega plantar emigra proximalment en el peu, procés anomenat "principal intercanvi de pressions del teixit adipós plantar".

L'estudi de Basas et al. (2007) sobre la fisiopatologia de les deformitats digitals indica que hi ha una correlació entre les majors pressions metatarsianes amb els dits afectats per garra, i que els metatarsians corresponents als dits en garra són els que majors càrregues reben²².

En les deformitats digitals, l'apex dels dits entra en contacte amb el terra abans que el teixit adipós plantar que protegeix a les falanges distals. Això fa que hi hagi un augment de la pressió plantar i una reducció de l'àrea de contacte del dit²³.

La primera de les conseqüències en aparèixer a causa d'aquesta elevació de les pressions plantars sota els CMTT és la metatarsàlgia. Metatarsàlgia és un terme general utilitzat per denotar dolor dorsal o plantar, profund o superficial en l'àrea metatarsiana, i que es presenta amb canvis patològics en qualsevol dels teixits de l'avantpeu (ossos i articulacions, lligaments, tendons, fàscia, pell i teixits subcutanis, vasos i nervis), tant com un problema local com un dolor referit a nivells més proximals¹¹.

La seva etiologia és diversa, tot i que una de les característiques comuns en el seu desenvolupament és l'augment de pressió sota els CMTT. Constitueix un símptoma que va associat a un gran nombre de patologies d'avantpeu i lligat a l'edat avançada o a les malalties sistèmiques que predisposen a l'atròfia o al desplaçament distal del coixinet adipós plantar^{11,21}. Per tant, la metatarsàlgia causada per la falta o desplaçament del teixit adipós plantar es classifica com a metatarsàlgia no-funcional per estar relacionada amb la presència de malalties

sistèmiques i ser una condició no relacionada en un primer moment amb problemes biomecànics¹¹.

Encara que es tendeix a pensar que hi ha una relació recíproca entre l'atròfia del teixit adipós plantar i l'augment de pressió sota els CMTT en la patogènesis de la metatarsàlgia, segons els resultats de l'estudi de Waldeker (2001) el gruix del teixit adipós plantar no contribueix a la patogènesis de la metatarsàlgia (tot i que, no s'han estudiat les característiques histològiques, només estructurals). Demostraren també que no hi ha correlació entre l'angle intermetatarsià (AIMTT) i el gruix del teixit adipós plantar. També es demostrà que l'atròfia del teixit adipós plantar no està associada al increment de la freqüència de la metatarsàlgia²¹. En un altre estudi, on es mesuraren per separat el teixit tou plantar total i el teixit adipós plantar metatarsià en individus ancians, es va demostrar que hi ha una disminució del gruix dels teixits tous plantars sota el 1r i 5è CMTT en persones que pateixen HV i deformitats digitals, respectivament, respecte als grups control. Però no hi ha diferències significatives entre el gruix del teixit adipós plantar sota el 1r i 5è CMTT entre els individus amb Hallux Valgus i els que pateixen deformitats digitals menors respecte al grup control. Sí que es va veure una correlació entre el dolor en l'avantpeu i la disminució del teixit tou plantar total sota el 1r CMTT. Això, condueix a pensar que l'aprimament del teixit tou plantar és conseqüència de l'atròfia de les estructures musculotendinoses de l'avantpeu, en concret, els músculs intrínsecs flexors dels dits. Aquestes troballes podrien explicar, en part, per què els individus amb HV i deformitats digitals menors tenen una disminució de la força de l'hallux o dels músculs flexors dels dits menors, respectivament³.

Així i tot, s'intueix que la disminució del gruix de CTAP metatarsià en pacients amb AR implica que pugui aparèixer una metatarsàlgia causada per una excessiva pressió aplicada als CMTT com a resultat de la deformitat òssia i del desplaçament distal del CTAP metatarsià, el qual altera la distribució normal de la pressió plantar. És comú en l'AR la pèrdua total de càrrega dels dits menors, fet que permet un increment de la pressió sobre les AMTTF, associat, al seu torn, amb una major discapacitat. Les regions que normalment toleren les pressions queden sobrecarregades o anormalment sensibles a la pressió^{14,21,24,25}.

Com a conseqüència més severa d'una pressió plantar elevada mantinguda durant la marxa apareixen les úlceres plantars.

Les úlceres plantars afecten a un 10-13% dels pacients amb AR durant el curs de la malaltia i el 47% d'ells pateixen noves ulceracions en diferents llocs del peu²⁷. La vasculitis de la pell (inflamació aguda dels petits vasos sanguinis provocada per la deposició i acumulació de complexos immunes)¹¹ sumada al tractament oral de l'AR amb corticosteroides poden causar fragilitat tissular i dificultat en la curació de ferides. L'Índex Turmell - Braç (ITB), la deformitat del peu i la pèrdua de sensibilitat prediuen el risc d'ulceració en pacients amb AR. En canvi i, en contrast amb la DM, les pressions plantars no s'ha demostrat que siguin un factor predictiu d'ulceració²⁶. En canvi, en altres estudis el pic de pressió i la carrega total ha demostrat estar en correlació amb la deformitat de l'avantpeu en els pacients amb AR²⁷.

Mentre que la hiperextensió de l'AMTTF i el desplaçament distal del CTAP metatarsià accentuen la pressió a sota els CMTT constituint el principal factor de risc per les úlceres plantars en els peus diabètics neuropàtics^{2,7,12,15,28}. El gruix del teixit plantar exposat té una forta relació inversa amb el pic de pressió: per sobre del pic de pressió de la superfície de la pell, hi ha capes més profundes de teixit tou sotmeses a tensió que poden tenir un paper important en el desenvolupament d'úlceres plantars²⁸.

Robertson et al. (2002), no trobaren en el seu estudi una associació entre el desenvolupament d'ulceracions en el peu i l'atròfia del teixit adipós plantar¹⁹. A diferència, Gooding et al (1986), varen demostrar que l'atròfia del teixit adipós plantar metatarsià i del taló sí que té un paper significatiu en el desenvolupament d'ulceracions en el peu²⁰.

Amb una RNM es pot valorar el desplaçament distal del coixinet de teixit adipós plantar examinant el gruix d'aquest a sota els CMTT i a sota les falanges proximals (proporció de gruix)⁹. Tot i que la ressonància magnètica no és rentable per l'avaluació del risc d'ulceració en els peus diabètics amb deformitats digitals si la combinem amb la palpació dels CMTT pot ser un bon indicador de la reducció del gruix del teixit adipós plantar i el possible risc d'ulceració².

1.3 MODALITATS DE TRACTAMENT.

Com ja s'ha comentat en l'apartat anterior, a més del procés normal d'envelliment, les malalties sistèmiques, com la DM i l'AR, causen alteracions en l'estructura del peu i en la marxa que no poden ser desestimades degut al dolor i a la limitació de les activitats quotidianes²⁹. La metatarsàlgia que apareix característicament en aquestes malalties és deguda a les elevades pressions plantars sota els CMTT, ja sigui per atròfia o per desplaçament distal del CTAP¹¹. Per tant, el tractament anirà dirigit a la reducció d'aquestes pressions plantars i forces de cisallament augmentades, així com al control del moviment del peu patològic en cas de que les articulacions siguin flexibles²⁹.

El tractament conservador amb ortesis és un aspecte important en el maneig de problemes de pressió plantar. La pressió està relacionada tant amb la quantitat de força aplicada a la planta del peu com amb l'àrea sobre la qual s'aplica aquesta força. Per tal de reduir els efectes lesius de la pressió en àrees específiques del peu, l'objectiu biomecànic de les ortesis és reduir qualsevol magnitud o rang d'aplicació de forces, o incrementar l'àrea sota la qual aquesta força està aplicada²⁹.

A continuació es detallaran els tractaments ortopodològics conservadors utilitzats en l'AR i en la DM, però en termes generals podem afirmar que degut a l'associació entre la reducció total del gruix del CTAP sota els CMTT i el dolor localitzat en l'avantpeu, la medicació d'aquest gruix sota els CMTT pot ser útil en el disseny d'ortesis o suports plantars (S.P.) fets a mida per als pacients amb metatarsàlgia o deformitats digitals, destacant les regions que requereixin una amortiment addicional³.

- **Tractament ortopodològic en l'AR:**

La prescripció de S.P. en els pacients amb AR és el tractament conservador d'elecció per tractar els problemes del peu³⁰. L'objectiu del tractament en els peus amb AR és alleugerir la metatarsàlgia a través de la reducció de la pressió sota els CMTT distribuint les forces de forma equitativa sota la superfície plantar^{16,24}. El tractament ortèsic adequat del peu amb AR ha d'actuar sobre tot el peu¹⁶ i ha de ser individualitzat³¹.

L'elecció del S.P. adequat depèn de la quantitat de mobilitat de les articulacions del peu, la qual no depèn del temps d'evolució de la malaltia. A partir d'aquí, es poden fer dos grans grups de pacients amb AR²⁹:

- **Pacients amb AR amb problemes als peus associats a la malaltia inicial.**

Per prevenir els problemes funcionals i estructurals majors del peu es proporciona precoçment un S.P. si la mobilitat articular del peu encara és bona²⁹. Si encara no hi ha molta rigidesa, s'han de restablir els arcs longitudinal i transversal en cas d'existir aplanament. En aquest cas, és imprescindible l'obtenció prèvia d'un motlle de guix del peu restablint els arcs¹⁶, sinó és així és preferible agafar el motlle mitjançant espumes fenòliques³¹.

En aquestes persones que encara posseeixen mobilitat articular, la finalitat no serà només reduir el dolor, sinó que s'intentarà mantenir una bona funcionalitat del peu i l'estructura mentre el peu sigui vulnerable a la deformació a causa del procés inflamatori i la mecànica anormal²⁹. Per regla general, els S.P. són retrocapitals, sobretot quan no hi ha alteracions sinovials i/o bursitis subcutània¹⁶ i la majoria porten una cobertura de material d'amortiment localitzada en l'avantpeu³⁰ i un emplenament de l'ALI, l'objectiu del qual és reduir la càrrega fora de l'avantpeu i així reduir els símptomes. Un principi similar apunta la utilització d'un coixenet plantar metatarsià en l'avantpeu per tal de donar suport a l'arc transvers²⁹.

Un error comú és el de deixar el peu massa lliure amb la intenció d'ocasionar al pacient el menor dany possible. Això és ineficaç i contraproductiu, ja que, amb un S.P. de material tou és impossible contrarestar les forces deformants que solen seguir les lleis de la gravetat. Amb un S.P. de material tou, el pacient notarà millories transitòries, i com a conseqüència, carregarà més. L'evolució de la deformitat no només no es deté, sinó que inclús s'accelera, ja que a curt o a llarg termini, els punts de pressió dolorosos tornen a contactar amb el terra¹⁶.

- **Pacients amb AR amb problemes als peus més establerts i severos.**

Una vegada que els problemes estructurals s'han establert i la mobilitat articular ha disminuït, el tractament consistirà en reduir els símptomes de dolor i els

problemes de mobilitat resultants. A més d'això, la redistribució de les pressions contribuirà a la prevenció del trencament dels teixits tous i la ulceració d'àrees sobrecarregades²⁹.

Els S.P. acomodatius personalitzats (S.P. de contacte total) són molt útils quan la mobilitat articular està limitada o no n'hi ha, com en el cas de la deformitat ja establerta en el peu amb AR i on la viabilitat del teixit és pobre. Aquests S.P. solen estar fets de materials que proporcionen amortiment i confort (EVAs tous) o amb cobertures de foam^{16,29}. En aquests casos és necessari un recolzament retrocapital amb altura suficient i no deformable per descarregar completament les zones sensibles a la pressió. Un altre error freqüent és col·locar un recolzament de l'arc transversal massa pla i tou¹⁶.

A més, la severitat dels canvis que ocorren en l'avantpeu reumàtic poden requerir l'ús de calçat no estandarditzat. Normalment, es prescriu un calçat fet a mida o ortopèdic, amb major profunditat i de material tou en la zona dels dits, tot i que sempre que sigui possible s'ha d'evitar l'ús d'un calçat ortopèdic per motius psicològics. També es poden fer modificacions ortopèdiques del calçat (balancí al 1r dit, balancí metatarsià, balancí total, tacó amb bisell posterior, tacó amb amortiment, ampliació del tacó)^{16,31}.

Molts de casos amb afectació de l'avantpeu requereixen cirurgia¹¹, tot i que la intervenció quirúrgica només ha de ser considerada quan el tractament conservador no és satisfactori en quant a la reducció del dolor i, la discapacitat i la millora del pronòstic³⁰. En quant al tractament ortopodològic, s'ha de considerar si s'aplica a un peu operat o ja sotmès a una o a varies intervencions quirúrgiques¹⁶.

Després de correccions quirúrgiques de l'avantpeu (reseccions o escurçaments dels CMTT), és necessari desplaçar posteriorment el recolzament metatarsià per descarregar els extrems metatarsians, per tant, el S.P. serà més ample i curt. Es poden fer descàrregues puntuals o elevar i reforçar el recolzament del metatarsians. A més, el recolzament de l'ALI actua també per descarregar les AMTTF quirúrgicament desplaçades proximalment¹⁶.

Una altra opció terapèutica són les ortesis digitals per donar recolzament als dits que pateixen deformitats en garra o en martell per tal de disminuir la pressió plantar digital. Johnson et al. (2012) comparà l'efectivitat de les ortesis digitals en pacients amb AR amb deformitats digitals, i demostrà amb els resultats obtinguts que aquestes ortesis digitals tenen la capacitat de disminuir el pic de pressió plantar i el temps integral de pressió plantar digital en l'apex del dit, sobretot si estan fetes de silicona o de gel²³.

Per tant, no hi ha cap guia general respecte al disseny més efectiu del S.P. pel tractament del dolor en el peu amb AR²⁴. En resum, els S.P. rígids, els S.P. funcionals i dissenyats per controlar la mobilitat articular en l'AR en els primers estadis, han demostrat reduir el dolor en el peu, alentir el rang de progressió de la deformitat del taló i del turmell^{24,29}, disminuir la discapacitat³⁰ i reduir el pic de pressió plantar³². Quan la malaltia ja està establerta, s'utilitzen tractaments més passius on els S.P. estan destinats a redistribuir les pressions, donar confort i millorar la funcionalitat²⁹. Finalment, l'ús d'una sabata apropiada més un S.P. minimitzen el dolor i la discapacitat associada a l'AR quan hi ha una deformitat del peu establerta^{16,29}.

- **Tractament ortopodològic en la DM:**

L'objectiu principal de l'ortopodologia en els pacients diabètics és preveure sobrecàrregues que puguin donar lloc a ulceracions per pressió i ferides de curació lenta³¹ modificant els moments produïts per les forces reactivs del terra (FRT) i reduint les pressions plantars que actuen sobre l'articulació subastragalina, mig tarsiana i metatarsofalàngiques durant les activitats de càrrega^{15,29}.

Els dos principals grups de persones diabètiques que es podrien beneficiar dels S.P. són aquelles considerades amb alt risc (neuropatia o polsos absents més deformitat i canvis tissulars previs a la ulceració) i amb risc (neuropatia o polsos absents o altres factors de risc). L'elecció del S.P. tendeix a basar-se en què està considerat apropiat per la deformació del peu i el tipus de calçat²⁹, mentre que és necessari tenir en compte la falta de sensibilitat del pacient respecte a les pressions¹⁶. L'elecció del material del S.P. és important per tal de millorar la disminució de les pressions lesives, i l'ús de la combinació entre el suport o

elevació de l'arc longitudinal intern i de l'arc metatarsià pot crear una reducció de la pressió de fins a un 35% més, ja que incrementa l'àrea de contacte total i redistribueix la força²⁹.

En termes generals i segons el tipus de prevenció que es vulgui aconseguir, hi ha diverses opcions a l'hora de realitzar un S.P. per un peu diabètic:

- Prevenció primària (abans de que tingui lloc la ulceració): S.P. neutres de material tou d'amortiguació de tot el peu o, especialment, en la zona de l'avantpeu incloent els CMTT¹⁵. Per la descàrrega dels CMTT, inicialment, es col·loquen barres metatarsianes de material elastòmer tou que permet que quedin marcats els punts de pressió en el S.P.; al cap d'un temps (aproximadament després de 2 setmanes), s'hi incorpora una barra retrocapital de material més resistent per millorar la descàrrega. Tenint en compte sempre que hi hagi suficient espai dins la sabata^{16,31}.
- Prevenció secundària (una vegada desenvolupada la neuropatia): evitarem que progressi la deformitat estructural aplicant ortesis plantars compensatòries o pal·liatives¹⁵.
- Prevenció terciària (existència de ulceració): s'utilitzen descàrregues provisionals que alliberin de pressió la superfície ulcerada i, en cas de tractar un peu parcial o totalment amputat, s'utilitzen pròtesis substitutives¹⁵.

En el peu diabètic, el S.P., la sabata i el peu, han de formar una unitat homogènia³¹. Per reduir altres forces que actuen sobre el peu la sola de la sabata ha de ser rígida¹⁶. Es pot col·locar en la sola de la sabata un balancí metatarsià amb la corresponent elevació del tacó que permeten una marxa fisiològica i la reducció de les forces. En pacients diabètics greus amb tendència a sofrir úlceres en l'avantpeu, el balancí s'ha de situar una mica més retardat que els CMTT i més proper al tacó. Si el cas és molt greu, està indicat un balancí complet^{16,31}.

Les ortesis de silicona es poden utilitzar com a tractament protector, pal·liatiu o acomodatiu, ja que si existeixen deformitats estructurades o amb poca reductibilitat s'optarà per protegir la zona i evitar o disminuir la simptomatologia

dolorosa. Aquest objectiu s'aconsegueix gràcies a les propietats mecàniques de la silicona, que li permeten augmentar la superfície de contacte i atenuar les forces a través de l'absorció d'energia i amortiment d'impactes³³. Slater et al. (2006) demostren en el seu estudi l'eficàcia de les ortesis digitals de silicona fetes a mida en pacients diabètics amb deformitats digitals, les quals redueixen fins a un 30% aproximadament la pressió plantar digital dels dits menors³⁴.

En resum, no hi ha un algoritme clar en quant a la construcció òptima ni al disseny dels S.P. en els pacients diabètics²⁹, però sí que s'ha vist que els S.P. fets a mida redueixen el pic de pressió maximitzant l'àrea total de contacte, i en conseqüència, esdevenen un element important en la disminució del risc d'ulceració en el peu diabètic neuropàtic^{15,29,35}.

En cas de que el tractament conservador no aconseguixi resultats positius envers a la reducció del dolor i a la discapacitat produïda per la metatarsàlgia causada per la disminució del gruix del CTAP sota els CMTT, es procedirà al tractament quirúrgic.

S'ha promogut l'ús de la silicona injectable per reduir les pressions plantars i, en conseqüència, el risc d'ulceració plantar en diabètics, afirmant les propietats de la silicona com a absorbidora d'impacte, com a material inert, capaç de ser esterilitzat, sense propietats carcinògenes i sense característiques inflamatòries^{36,37}. Van Schie et al. (2000), en el seu estudi demostraren un augment del gruix del teixit adipós plantar i la disminució del pic de pressió després de seguir durant un any a pacients injectats amb silicona³⁸.

Altres alternatives més innovadores i més fiables per tractar la patologia del teixit adipós plantar, són l'ús de implants de teixit tou (empelts propis o externs)¹. L'implant de matriu dèrmica acel·lular humana dins el teixit plantar per augmentar el gruix en pacients amb degeneració del teixit adipós plantar ha tingut bons resultats³⁹.

S'està estudiant també el transplantament de greix autoempeltat, utilitzant el propi greix del pacient mitjançant una liposucció. La lipotransferència no només serviria per generar greix sinó també perquè les cèl·lules mare trobades dins la

mescla podrien ser avantatjoses per combatre el procés de la malaltia diabètica, especialment per la potència angiogènica d'aquestes cèl·lules¹.

1.4 AVALUACIÓ DE LES PRESSIONS.

La mesura de les pressions plantars és àmpliament utilitzada en la pràctica clínica per estudiar el peu en diferents condicions, com són el tractament amb ortesis i/o calçat^{25,29,40,41,42}. Els resultats de l'estudi de la marxa mitjançant sistemes de mesura pot ajudar al diagnòstic diferencial, a la selecció de les diferents opcions de tractament, a fer un pronòstic sobre el funcionament del tractament i a fer una avaluació seguida en el temps de la patologia⁴². Però, tot i que s'hagin analitzat àmpliament la dinàmica i les pressions de la marxa humana, la col·lecció de dades no sembla estar estandarditzada i pot variar d'una investigació a una altra⁴³.

Actualment, hi ha una gran varietat de sistemes de mesura en el mercat, però els sistemes de mesura de pressió freqüentment es troben en dos formats diferents: un sistema d'avaluació basat dins la sabata i un sistema d'avaluació basat en una plataforma^{42,43,44}. Aquests sistemes són utilitzats indistintament pels professionals per mesurar diferents paràmetres del peu, però hi ha diferències de mesurament entre ells⁴³.

La pressió és la mesura que analitza la distribució de les forces a través d'una àrea de superfície (pressió equival a força dividida entre àrea). La força descriu l'efecte de la càrrega total mentre que la pressió descriu el potencial dels efectes perjudicials sobre el teixit. Els valors de les pressions del peu es donen en kilopascals (KPa) o megapascals (MPa)¹². El pic de pressió plantar (valor més alt de pressió calculat mitjançant la divisió de la força entre l'àrea de contacte total³⁵), la pressió mitja plantar i el temps total de pressió plantar són els paràmetres que més freqüentment s'utilitzen per resumir les imatges dinàmiques de pressió plantar⁴⁰.

S'ha vist que hi ha una correlació entre aquests paràmetres (pressió mitja, pic de pressió i temps total de pressió). La pressió mitja està altament correlacionada amb el pic de pressió i el temps integral de pressió en el migpeu i en l'avantpeu. Per tant, l'alt grau de dependència lineal entre aquestes tres

variables de pressió plantar implica que la presentació de múltiples variables pugui ser redundat i la correlació entre elles indica que es poden fer comparacions raonables entre els diferents estudis⁴⁰. A més, en l'estudi de Margaret et al. (1999) es va veure que hi havia una relació significativa entre el rang de dolor i la pressió mitja sota el segon CMTT²⁴.

En el peu amb AR, el pic de pressió i el temps total de pressió són freqüentment majors que en un avantpeu sà, i estan associats amb el dolor, la inflamació i la deformació^{25,29}. No s'ha trobat cap relació significativa entre el pic de pressió plantar i el dolor en l'avantpeu, però sí entre la pressió mitja plantar i el dolor en l'avantpeu²⁴. Per tant, en la mesura de la pressió amb sistemes informàtics serà més adequat tenir en compte la pressió mitja plantar que el pic de pressió plantar, esdevenint la mesura de la pressió mitja plantar un indicador útil en el tractament de la metatarsàlgia en l'AR²⁴.

En canvi, pels diabètics, els valors del pic de pressió plantar i la seva localització sí que tenen una gran importància, ja que sobrepassar el llindar de pressió pot causar l'oclusió de l'aportament sanguini i la subseqüent ruptura dels teixits i ulceració⁴².

1.4.1 Sistema F-Scan®.

L'F-Scan® és un sistema de mesura de les pressions que va incorporat dins la sabata capaç d'agafar dades fiables i repetibles^{35,41,45,46}, que ha demostrat ser altament fiable i adequat pel mesurament de les pressions plantars en els pacients amb AR en la pràctica clínica²⁵.

Es tracta d'un sistema de matriu que utilitza resistències de detecció de força basades en tinta incorporades dins una fina plantilla (0.15mm) de polímer flexible. El nombre total de sensors per plantilla és de 960 i té una resolució espacial de 4 unitats per cm⁻²^{25,28,42,44}. Aquestes plantilles es poden tallar amb la longitud adequada a la sabata, per això no interfereixen en la marxa, el confort o adequació de la sabata. La plantilla va agregada a una unitat d'emmagatzematge, la qual va lligada a la cama amb una corretja de Velcro®⁴⁶. L'ajustament del software és necessari per aconseguir una relació lineal entre la tensió de sortida i la força aplicada. Les unitats de processament de les

senyals, adjuntades al turmell, els cables d'alimentació i el panel d'examinació interfície adquireixen i transmeten les dades a l'ordinador⁴¹.

Cada sensor de la plantilla actua com un dispositiu de mesura de força⁴¹, i el sistema F-Scan[®] grava automàticament les dades individuals recollides de tots els sensors²⁵, mentre que el sistema software calcula la pressió mitja de cada unitat basant-se en la mesura de la càrrega vertical i l'àrea de la unitat⁴¹ durant cada pas, emmagatzemant les dades pel seu posterior anàlisi. El software F-Scan[®] permet la mesura de les forces de reacció verticals del terra, pressió, pic de pressió, àrea de contacte i temps del cicle de la marxa⁴¹.

Abans de començar el mesurament sempre es calibra el sistema per cada subjecte⁴³, i es fa mitjançant el pes utilitzant una tecnologia de *Force Sensing Resistor* (FSR) per permetre la dinàmica, i per tant, poder dur a terme mesuraments a temps real de la interfície entre el peu i la sabata²⁵.

A continuació, es detallaran els avantatges i les limitacions del sistema F-Scan[®].

Avantatges del sistema:

- El sensor és prim i no obstrueix la sabata⁴¹.
- La resolució espacial (5mm) és suficientment bona com per identificar petites característiques del peu, com els CMTT de forma individual⁴¹.
- La velocitat de mostreig (1-100Hz) és adequada per la majoria d'aplicacions clíniques⁴¹.
- El software és fàcil d'utilitzar⁴¹.
- Es pot utilitzar per estudiar activitats de la vida quotidiana i per avaluar l'efectivitat d'ortesis plantars⁴¹.

Limitacions del sistema:

- Els sensors de l' F-Scan[®] són reutilitzables i solen tenir un cicle de vida de 40 proves de 10 metres²⁵, però el gruix i l'ús de polièster llis en el disseny del sensor no es presta a la seva durabilitat. Si s'utilitza de forma freqüent s'arruga en la regió del taló amb un dany permanent que impedeix retransmetre les dades i finalment falla el sensor. Això posa en

- dubte l'efectivitat – cost del sistema⁴¹. S'ha vist que hi ha una tendència d'aquests sensors a la pèrdua de funcionalitat després de 20 proves²⁵.
- El sensor és flexible en les dues direccions però no inicialment, i per tant, no s'adapta bé a les superfícies corbes i a les prominències dins el calçat ni a les superfícies corbes del SP⁴¹.
 - El rang de compressió més alt del sensor (1250KPa) pot ser inadequat en alguns pacients que presentin pressions plantars molt altes, particularment els pacients diabètics neuropàtics amb úlceres plantars. No obstant, és necessari un estudi de l'atenuació dels efectes de les forces de reacció del terra que fan les diferents soles del calçat⁴¹.
 - Calibratge: la força de calibratge és equivalent a la massa corporal, ja que utilitza la massa corporal total aplicada directament sobre cada sensor de forma estàtica mitjançant la càrrega monopodal. Aquest mètode de calibratge pot ser inadequat en pacients reumatològics o amb dolor al peu⁴¹.
 - Efecte de lliscament: el major efecte de lliscament mesurat és degut a una alteració de les propietats de la tinta o de la deformació plàstica de la base de polietilè, o a una combinació d'aquests dos factors⁴¹.
 - La precisió del sistema es pot veure afectada per l'acumulació de temperatura^{41,46}.
 - L' F-Scan[®] no permet mesuraments repetitius, ja que la sortida de dades es veu afectada quan es talla el sensor. Per tant, pot no ser realista comparar les dades clíniques de les diferents mides dels sensors i períodes d'ús⁴¹.

Respecte als sistemes de mesurament de plataforma, els sistemes de plantilles instrumentalitzades o sistemes que van introduïts dins la sabata, com l'F-Scan[®], presenten algunes avantatges com són la capacitat per avaluar els efectes que tenen els diferents tractaments ortopodològics i la influència del calçat ja que capten les pressions del peu amb la sabata^{42,46}, així com la capacitat de recordar diversos passos en una sola medicació⁴² i la medicació de pressions en àrees específiques del peu i visualitzar-les durant l'acció d'activitats en diferents condicions⁴⁶. Mentre que els sistemes de plataforma

restringeixen el seu ús en laboratoris, limiten el número de passos per prova i s'utilitzen més per mesuraments del peu descalç^{42,44}.

En un estudi comparatiu entre el sistema dins la sabata F-Scan[®] i el sistema de plataforma MatScan[®] amb el peu calçat i descalç, es va observar que el sistema de mesura introduït dins la sabata gravava valors de mitjana del pic de pressió significativament menors en la regió del migpeu comparat amb la condició de calçat mesurat en la plataforma, fet atribuïble a la major àrea de contacte que hi ha dins la sabata, creada pel contorn de la plantilla instrumentalitzada, mentre que l'àrea de contacte disminueix quan el peu va descalç sobre la plataforma. L'alta variabilitat observada entre mesures amb el peu descalç i calçat està relacionada amb les variacions del disseny del calçat, i diferències musculoesquelètiques i estructurals⁴³. Per tant, quan s'utilitzen sistemes de mesura de pressió introduïts dins la sabata, cal tenir en compte les condicions del calçat, ja que poden fer variar els resultats^{25,42,43}. Altres factors poden influir en la recollida de dades d'aquests sistemes: la massa corporal ha demostrat no afectar a les pressions plantars essent un mal predictor per a tal, i la velocitat de marxa afecta a la força total i al pic de pressió⁴².

La variabilitat de les dades recollides pels diferents sistemes de mesura de pressió plantar, plataforma de pressions i sistema de plantilles instrumentalitzades, demostra que els resultats no poden ser extrapolats d'un mètode de recollida a un altre. Per tant, és recomanable que s'utilitzi un mètode estandarditzat de recollida de dades en l'anàlisi de les pressions i no s'utilitzin de forma intercanviable⁴³.

2. OBJECTIUS I HIPÒTESI.

Aquest projecte pretén identificar i descriure aquelles patologies que cursen o provoquen la degeneració o atròfia del teixit adipós plantar sota els caps metatarsians i conèixer-ne la fisiopatologia, així com descriure'n una de les principals conseqüències que és el desencadenament d'una metatarsàlgia. A més, també es revisaran els tipus de tractaments conservadors utilitzats en l'actualitat per tractar l'atròfia del teixit adipós plantar i es valorarà l'efecte de dos tractaments ortopodològics, un suport plantar i una ortesi de silicona protectora dels CMTT, com a substituïts del teixit adipós plantar localitzat sota els caps metatarsians. Els objectius de l'anàlisi d'aquests dos tractaments ortopodològics seran els següents:

- Valorar els canvis de pressió en la zona metatarsiana, 1r CMTT i CMTT menors i la seva modificació amb l'ús de dos tractaments ortopodològics diferents.
- Comprovar els canvis obtinguts amb l'aplicació dels diferents tractaments ortopodològics aplicats: suports plantars i ortesi de silicona.
- Identificar quin tipus de tractament analitzat és més efectiu en quant a la disminució de la pressió plantar en la zona de l'avantpeu, 1r CMTT i CMTT menors.

La hipòtesi plantejada és que l'ús de tractaments ortopodològics que funcionin com a substituïts del teixit adipós plantar atrofiat sota els caps metatarsians modifica les pressions rebudes en l'avantpeu disminuint-les i funcionant com a absorbidor d'impacte i protector dels caps metatarsians.

3. MATERIAL I MÈTODES.

S'ha realitzat un estudi observacional descriptiu amb una selecció de mostra entre pacients de l'Hospital Podològic de la Universitat de Barcelona que acudeixen a la consulta per metatarsàlgia i són diagnosticats d'atròfia o degeneració del teixit adipós plantar localitzat sota els caps metatarsians. Tot i que la intenció inicial era una mostra mínima de 10 pacients, durant el període de funcionament de l'Hospital Podològic entre els mesos de febrer i abril de 2014, només s'ha pogut realitzar l'estudi a una mostra final de 8 pacients que reunien els requisits d'inclusió en l'estudi, i per tant, finalment s'han analitzat 16 peus. L'edat dels pacients participants està compresa entre els 21 i els 81 anys, amb un 75% de dones i un 25% d'homes.

Els criteris d'inclusió en l'estudi dels participants foren els següents:

- Presentar com a primer diagnòstic metatarsàlgia per atròfia del teixit adipós plantar localitzat sota els caps metatarsians.
- Ús previ de tractament amb suports plantars amb cobertura de material d'amortiment.

I els criteris d'exclusió en l'estudi foren:

- Història de traumatisme recent.
- Marxa antiàlgica per motius aliens a la metatarsàlgia per falta de teixit adipós plantar localitzat sota els caps metatarsians.
- No portar com a tractament ortopodològic suports plantars amb cobertura de materials d'amortiment.

Tots els participants foren informats del procés de l'estudi i de les condicions del mateix i firmaren un consentiment informat on admetien la participació voluntària en aquest projecte, així com l'acceptació de les condicions i el dret a abandonar el projecte si així ho decidien (Annex 1). Així com també es va comunicar al Comitè Ètic de la Fundació Josep Finestres la realització del present estudi (Annex 2).

El mètode utilitzat per realitzar els estudis consistí en confeccionar un dels dos tractaments ortopodològics individualitzats, l'ortesis de silicona protectora dels

caps metatarsians, ja que l'altre tractament ortopodològic estudiat, els suports plantars amb cobertura de material d'amortiment (EVA 3mm, Poron[®], Espertene[®]...), ja ho portava prèviament el pacient i era motiu d'inclusió en l'estudi. L'ortesis de silicona protectora dels CMTT es va realitzar mitjançant l'aplicació de silicona fluïda unida a un catalitzador localitzada a la zona metatarsiana utilitzant com a suport una mitja que cobria el peu fins als dits (Figures 3.1 i 3.2).



Figura 3.1 – Material utilitzat per l'ortesis de silicona I.



Figura 3.2 – Material utilitzat per l'ortesis de silicona II.

En primer lloc, es va mesclar de forma homogènia una quantitat adequada de silicona fluïda amb la quantitat de catalitzador corresponent (Figura 3.3 i 3.4). Quan aquesta mescla començava a ser consistent es va procedir a aplicar-la sobre la zona metatarsiana amb l'ajuda d'una espàtula (Figura 3.5). Finalment, es va col·locar una bossa de plàstic per ajudar en l'allisat de la silicona i es va deixar reposar durant 10 minuts per tal de que aconseguís la consistència adequada (Figura 3.5).



Figura 3.3 – Preparació silicona fluïda + catalitzador.

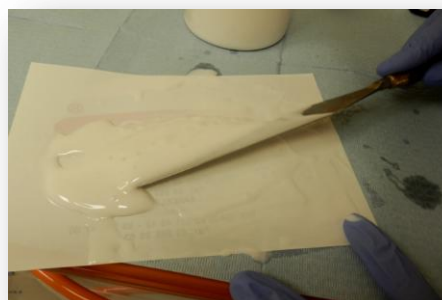


Figura 3.4 – Mescla mitjançant l'espàtula de la silicona fluïda + catalitzador



Figura 3.5 – Aplicació de la mescla a la mitja i col·locació d'una bossa de plàstic per allisar la superfície de la silicona.

El mètode utilitzat per fer l'estudi de les pressions plantars és el sistema de captació de pressions informatitzat F-Scan® (Figura 3.6). En primer lloc es va seleccionar una plantilla simple informatitzada adequada a la longitud del peu i a la sabata del pacient (Figura 3.7). Abans de fer la captació es va calibrar el sistema per cada pacient i una vegada posat en marxa el sistema es va realitzar una gravació d'un minut de duració en el qual el pacient caminava sobre la mateixa superfície (Figures 3.8 i 3.9).

S'adquiriren les dades a analitzar en diferents condicions:

1. Sense cap tractament.
2. Amb el suport plantar amb cobertura de material d'amortiment.
3. Amb l'ortesi de silicona protectora dels caps metatarsians.



Figura 3.6 – Sistema de captació de pressions F-Scan®

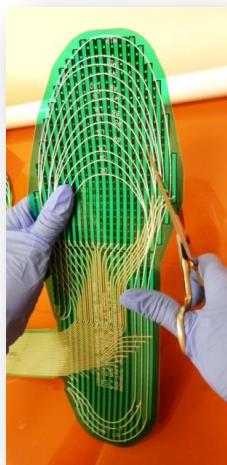


Figura 3.7– Ajustament plantilla – peu – sabata.

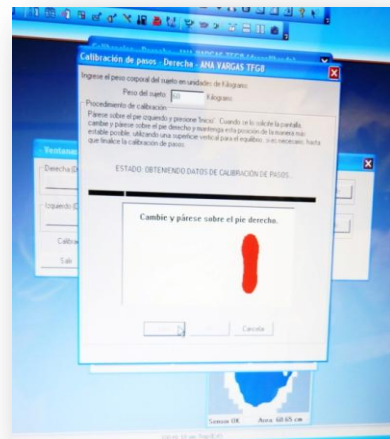


Figura 3.8 – Calibratge personalitzat del sistema de pressions.



Figura 3.9 – Captació de les pressions plantars amb les diferents condicions.

Finalment, es va procedir a examinar les tres adquisicions per establir els canvis presumètrics amb els diferents tractaments ortopodològics agafant com a referència els valors obtinguts en els registres sense ús de cap tractament.

Per portar a terme aquesta tasca d'anàlisi de dades es va utilitzar el software propi del sistema informàtic F-Scan[®], el qual permet efectuar la mesura de les pressions de tots els passos realitzats sobre les diferents condicions de cada peu.

Després d'establir les pressions plantars de les tres adquisicions, es fa l'anàlisi amb els valors en àrees predeterminades que seleccionem pel nostre estudi: tots els caps metatarsians, 1r CMTT i CMTT menors de cada peu. S'activa l'opció que mostra les pressions mitges en les distintes zones del peu seleccionades (Figures 3.10 i 3.11) i l'opció que ens dóna el resultat del valor i la localització del pic de pressió de cada peu (Figures 3.12 i 3.13), traslladant posteriorment les dades obtingudes al paquet estadístic SPSS 2.0 pel seu anàlisi. Per la comparació de les mitjanes s'ha utilitzat la t de student, amb un grau de significació del 95%.

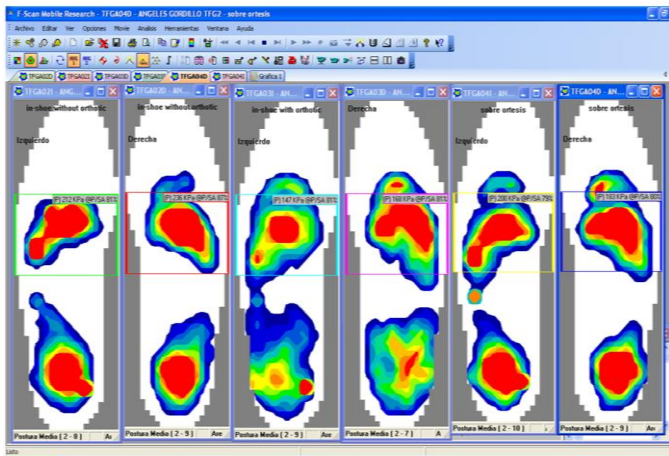


Figura 3.10 – Pressió mitja en tots els CMTT (avantpeu).

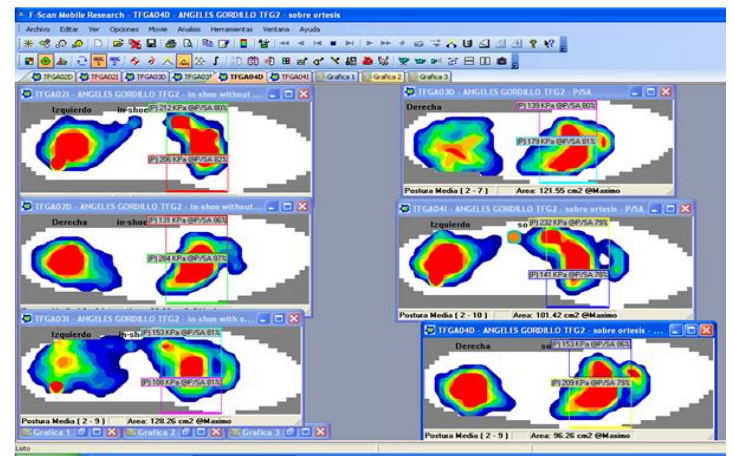


Figura 3.11 – Pressió mitja 1r CMTT i CMTT menors.

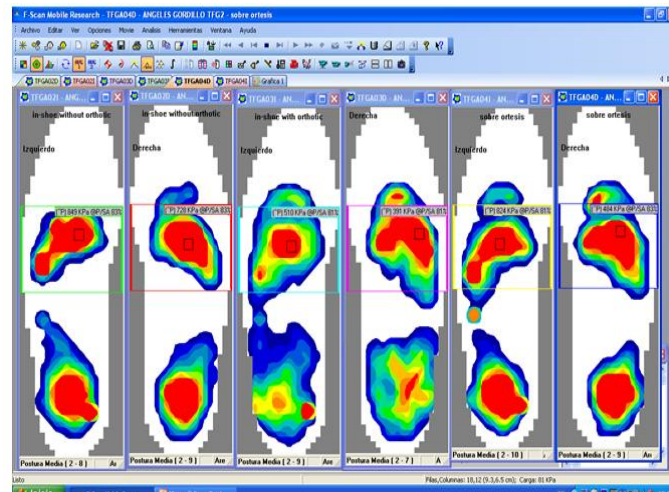


Figura 3.12 – Pic de pressió en tots els CMTT (avantpeu).

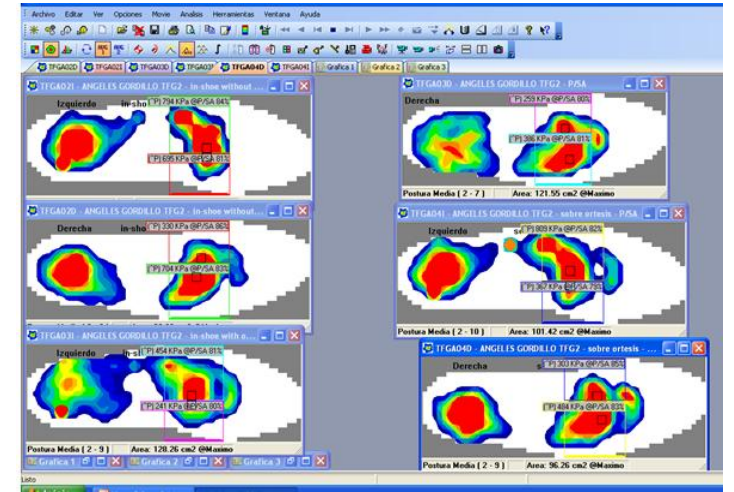


Figura 3.13 – Pic de pressió 1r CMTT i CMTT menors.

4. RESULTATS.

Les dades obtingudes amb el sistema F-Scan[®] foren introduïdes al paquet estadístic SPSS 2.0 pel seu anàlisi. Per la comparació de mitges s'ha utilitzat la t de student, amb un grau de significació del 95%.

4.1 ESTUDI ESTADÍSTIC DESCRIPTIU DE LA MOSTRA DE PACIENTS.

Un total de 8 pacients s'incloueren en el present estudi. Les característiques bàsiques dels pacients en quant a edat, sexe, presència o no de malalties sistèmiques i tipus de calçat utilitzat es mostren a continuació en les taules 4.1, 4.2, 4.3 i 4.4.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Edat	8	21	81	63,38	18,220

Taula 4.1 – Edat

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Home	2	25,0	25,0
Dona	6	75,0	100,0
Total	8	100,0	

Taula 4.2 – Sexe

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
D.M.	3	37,5	37,5
Cap	5	62,5	100,0
A.R.	0	0	
Total	8	100,0	

Taula 4.3 – Presència o no de malalties sistèmiques

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sola Tova	8	100,0	100,0
Sola Dura	0		

Taula 4.4 – Tipus de calçat

En la Taula 4.1, podem observar que la mitja d'edat dels participants en l'estudi és de 63.38 anys, essent el mínim d'edat 21 i el màxim d'edat 81. La Taula 4.2, mostra que el percentatge de dones participants és majors que el d'homes, essent la proporció de 75% a 25%, respectivament. En la Taula 4.3, on es valora la presència o no de malalties sistèmiques podem veure que un 62.5% dels participants no presenta cap patologia sistèmica, un 37.5% pateix Diabetis Mellitus i un cap pateix Artritis Reumatoide. En quant al tipus de calçat, els valors del qual es mostren en la Taula 4.4, observem que un 100% dels pacients porta sabates amb sola tova.

4.2 ESTUDI DESCRIPTIU DE LES PRESSIONS.

En les següents Taules 4.5 i 4.6, podem observar la variació de la pressió plantar mitja i del pic de pressió en la zona de l'avantpeu, en el 1r CMTT i en els CMTT menors sense l'ús de cap tractament i amb l'ús de dos tractaments diferents: un suport plantar de resines termofusionades amb cobertura d'EVA amortidor d'impacte i una ortesis de silicona protectora dels CMTT (ORT.).

Respecte a l'estudi de la pressió mitja representat en la Taula 4.5, podem veure que la mitja dels valors de pressió disminueixen en la zona de l'avantpeu passant de ser de 318.56KPa sense tractament a 289.25KPa amb el suport plantar i, es redueixen encara més, a 213.81KPa amb l'ortesis de silicona. En el 1r CMTT, els valors de pressió mitja també disminueixen amb l'aplicació dels dos tractaments respecte als valors sense tractament (330.25KPa S.T., 269.75KPa S.P., 262.81KPa ORT.). Finalment i seguint en la mateixa línia que els resultats anteriors, els valors en els CMTT menors demostren una reducció de la pressió mitja passant de 317.31KPa sense tractament, a 264.38KPa amb el S.P i a 272.63KPa amb l'ORT. Trobem el mínim valor de pressió mitja localitzat en els CMTT menors amb l'ús de S.P. (41KPa), i el màxim valor de pressió mitja s'obté en el 1r CMTT sense tractament (1037KPa).

	Pressió mitja mtt sense tractament	Pressió mitja 1r sense tractament	Pressió mitja menors sense tractament	Pressió mitja mtt amb S.P.	Pressió mitja 1r amb S.P	Pressió mitja menors amb S.P	Pressió mitja mtt amb ortesis	Pressió mitja 1r amb ortesis	Pressió mitja menors amb ortesis
N	Válidos 16	16	16	16	16	16	16	16	16
	Perdidos 0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Media 318,56	330,25	317,31	289,25	269,75	264,38	213,81	262,81	272,63
	Mediana 227,00	207,50	229,00	196,50	240,50	187,50	187,50	179,00	204,50
	Desv. típ. 232,039	276,023	230,644	228,878	180,485	210,470	138,524	216,443	218,914
	Mínimo 105	79	93	61	76	41	80	51	70
	Máximo 879	1037	822	879	695	823	658	859	872

Taula 4.5 – Valors estadístics de la pressió mitja

En la taula 4.6, podem valorar que la mitja del pic de pressió en la zona de l'avantpeu disminueix amb l'aplicació dels tractaments, de 423.94KPa sense

tractament a 375.06KPa amb el suport plantar i a 385.00KPa amb l'ortesis de silicona. En la zona del 1r CMTT, observem que la mitja del pic de pressió augmenta amb l'ús de l'ORT. (390.06KPa) respecte als valors obtinguts sense tractament (355.19KPa), mentre que augmenten també discretament amb la presència del S.P (arriba a uns valors 357.25KPa). I, respecte als CMTT menors la mitja del pic de pressió sense tractament és de 403.44KPa, disminuint a uns 385.44KPa amb el S.P. i augmentant a uns 492.47KPa amb l'ORT. Trobem el mínim valor del pic de pressió (88KPa) en el 1r CMTT amb l'ús de la ortesis de silicona i el màxim valor del pic de pressió (1498KPa) es localitza als CMTT menors utilitzant l'ortesis de silicona.

	Pic pressió mtt sense tractament	Pic pressió 1r sense tractament	Pic pressió menors sense tractament	Pic pressió mtt amb S.P.	Pic pressió 1r amb S.P.	Pic pressió menors amb S.P.	Pic pressió mtt amb ortesis	Pic pressió 1r amb ortesis	Pic pressió menors amb ortesis
N	Vàlidos 16	16	16	16	16	16	16	16	15
	Perdidos 0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Media 423,94	355,19	403,44	375,06	357,25	385,44	385,00	390,06	492,47
	Mediana 387,50	327,50	292,00	335,00	280,50	408,00	266,50	262,00	421,00
	Desv. típ. 208,988	199,801	258,192	204,142	248,225	241,878	243,242	296,637	378,678
	Mínimo 121	108	113	122	110	110	107	88	105
	Máximo 809	794	892	824	1056	892	811	872	1498

Taula 4.6 – Valors estadístics del pic de pressió

4.3 COMPARACIÓ DE LES PRESSIONS MITJANES DE L'AVANTPEU, DEL 1R CMTT I DELS CMTT MENORS AMB L'ÚS DELS TRACTAMENTS ORTOPODOLÒGICS I SENSE TRACTAMENT.

En les següents taules es compara les pressions mitges mitjançant la prova de t-student per mostres relacionades amb una significació del 95%. En les Taules 4.7, 4.8 i 4.9, s'analitza la pressió mitja sense tractament respecte a la pressió mitja amb l'ús del suport plantar i amb l'ús de l'ortesis de silicona.

Podem observar que en la zona de l'avantpeu (Taula 4.7) no existeixen diferències estadísticament significatives entre la pressió mitja sense tractament i la pressió mitja amb S.P. i amb ORT., essent 0.268 i 0.067, respectivament. La mitja entre la pressió mitja amb S.P. i sense tractament és

de 29.313KPa, mentre que la mitja entre la pressió mitja amb ORT. i sense tractament és de 104.750KPa.

Respecte a la zona del 1r CMTT (Taula 4.8), valorem que els resultats entre la pressió mitja sense tractament respecte a la pressió mitja amb tractament tampoc són estadísticament significatius, essent 0.155 amb S.P. i 0.262 amb ORT. Mentre que la mitja entre les diferents condicions és positiva (60.500KPa sense tractament – S.P.; 67.438KPa sense tractament – ORT.).

Finalment, en la Taula 4.9 on s'analitza la relació entre la pressió mitja sense tractament i la pressió mitja amb S.P i amb ORT. de silicona en els CMTT menors, podem veure que tampoc existeixen diferències significativament estadístiques entre les diferents condicions, essent de 0.275 entre la pressió mitja sense tractament i amb S.P. i de 0.048 entre la pressió mitja sense tractament i amb ORT. de silicona. La mitja de la pressió mitja continua sent positiva per ambdós casos, essent de 52.938KPa quan es valora sense tractament i amb S.P. i de 103.500KPa sense tractament i amb ORT. de silicona.

		Diferencias relacionadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pressió mitja mtt sense tractament - amb S.P.	29,313	101,895	25,474	-24,984	83,609	1,151	15	,268
Par 2	Pressió mitja mtt sense tractament - amb ortesis	104,750	212,537	53,134	-8,503	218,003	1,971	15	,067

Taula 4.7 – Prova de mostres relacionades pressió mitja avantpeu

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pressió mitja 1r sense tractament - amb S.P	60,500	161,494	40,374	- 25,554	146,554	1,499	15	,155
Par 2	Pressió mitja 1r sense tractament - amb ortesis	67,438	231,457	57,864	- 55,897	190,772	1,165	15	,262

Taula 4.8 – Prova de mostres relacionades pressió mitja 1r CMTT

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pressió mitja menors sense tractament - amb S.P	52,938	187,037	46,759	-46,728	152,603	1,132	15	,275
Par 2	Pressió mitja menors sense tractament - amb ortesis	103,500	192,191	48,048	1,089	205,911	2,154	15	,048

Taula 4.9 – Prova de mostres relacionades pressió mitja CMTT menors

4.4 COMPARACIÓ DELS PICS DE PRESSIÓ DE L'AVANTPEU, DEL 1R CMTT I DELS CMTT MENORS AMB L'ÚS DELS TRACTAMENTS ORTOPODOLÒGICS I SENSE TRACTAMENT.

A continuació, en les Taules 4.10, 4.11 i 4.12, s'analitza el pic de pressió plantar sense tractament respecte al pic de pressió plantar amb l'ús del suport plantar i amb l'ús de l'ortesis de silicona.

En la Taula 4.10 s'observa la relació entre el pic de pressió plantar utilitzat els suports plantars i l'ortesis de silicona respecte al pic de pressió que s'obté sense tractament. En quant al pic de pressió en la zona de l'avantpeu, podem veure que no existeixen diferències estadísticament significatives pel pic de pressió plantar entre els resultats obtinguts sense l'ús de cap tractament i amb la utilització dels S.P. i l'ORT. de silicona, essent 0.456 i 0.556, respectivament. Mentre que la mitja obtinguda del pic de pressió amb les diferents condicions és de 48.875KPa en la relació sense tractament – S.P. i de 38.938KPa en la relació sense tractament – ORT.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pic pressió mtt sense tractament - amb S.P.	48,875	255,394	63,849	-87,215	184,965	,765	15	,456
Par 2	Pic pressió mtt sense tractament - amb ortesis	38,938	258,354	64,589	-98,730	176,605	,603	15	,556

Taula 4.10 – Prova de mostres relacionades pic de pressió avantpeu.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pic pressió 1r sense tractament - Pic pressió 1r amb S.P.	-2,063	255,718	63,930	-138,325	134,200	,032	15	,975
Par 2	Pic pressió 1r sense tractament - Pic pressió 1r amb ortesis	-34,875	294,585	73,646	-191,848	122,098	,474	15	,643

Taula 4.11 – Prova de mostres relacionades pic de pressió 1r CMTT.

Respecte a la zona del 1r CMTT, reflectit en la Taula 4.11, valorem que no existeixen resultats estadísticament significatius per la reducció del pic de pressió plantar en la relació sense tractament i amb S.P i ORT. de silicona, essent els valors de 0.975 pels S.P. i de 0.643 per l'ORT. de silicona. En aquest cas, la mitja del pic de pressió resultant de la relació entre l'ús del S.P i sense cap tractament és negativa (- 2.063KPa) i igualment passa amb la resultant de la relació entre l'ús de l'ORT. de silicona (- 34.875KPa).

I finalment, en la Taula 4.12 observem els resultats del pic de pressió en la zona dels CMTT menors, on els resultats no difereixen dels comentats anteriorment en quant a que no s'aconsegueix que siguin estadísticament significatius (0.850 amb S.P. i 0.421 amb ORT.). La mitja del pic de pressió resulta ser de 18.000KPa en la relació sense tractament i amb S.P, i contràriament s'obté un valor de - 100.067KPa. en la zona dels CMTT menors.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pic pressió menors sense tractament - amb S.P.	18,000	375,282	93,821	-181,974	217,974	,192	15	,850
Par 2	Pic pressió menors sense tractament - amb ortesis	-100,067	467,309	120,659	-358,854	158,720	,829	14	,421

Taula 4.12 – Prova de mostres relacionades pic de pressió CMTT menors

5. DISCUSSIÓ.

En el present estudi s'ha comprovat que existeix poca d'informació concernent al coixinet de teixit adipós plantar en la zona metatarsiana, especialment en referència a la definició exacta del concepte d'atròfia d'aquest teixit i a les causes que la desencadenen, així com tampoc estan del tot clares les seves conseqüències. A més, de tota la bibliografia consultada molts d'articles es fan referència entre ells, per tant, no existeix la inclusió de nova informació sobre el tema. A part d'aquest fet, altres estudis s'han desestimat perquè estudiaven el coixinet de teixit adipós plantar del taló i no el metatarsià. Per tant, es considera que les hores dedicades a la recerca bibliogràfica no han pogut quedar plasmades en la informació introduïda en aquest treball, a més de la dificultat que ha suposat correlacionar els estudis entre ells degut a la diversitat de teories suggerides.

S'ha valorat l'existència de dues teories presentades per explicar la fisiopatologia de la disminució del gruix del teixit adipós plantar¹, tot i que, existeix una falta de consens sobre quina és la més correcta i definitiva. Hem observat, tant en la bibliografia consultada com en la realització del present estudi que, tant l'edat avançada com la presència de malalties sistèmiques (AR i DM), tenen com a característica en comú la disminució de la proporció de gruix del CTAP metatarsià. Encara que, a banda de les dues teories proposades, actualment, continua en desconeixença si la degeneració del teixit adipós plantar és un procés fisiològic que es dona amb l'augment de l'edat o si indica que existeix una patologia³.

En els resultats d'aquests estudi, s'observa que la majoria dels pacients participants, els quals presenten una disminució del gruix del CTAP sota els CMTT, són en la seva majoria d'edat avançada (mitja d'edat de 63.83 anys), de sexe femení (75%) i, de forma predominant no presenten cap malaltia sistèmica (62.5%). A més, la totalitat dels participants utilitzen calçat de sola tova.

El fet de que la majoria dels pacients participants en l'estudi presentin una edat avançada suggereix que l'edat sí que juga un paper important en la disminució del gruix del CTAP metatarsià, a banda de la presència o absència de malaltia sistèmica. Els estudis de Mickle et al. (2011), Bennett et al. (2006) i Jahss et al.

(1992) també mostren l'existència d'una correlació entre aquestes dues condicions^{3,9,10}. Tot i que, no s'han trobat evidències en la bibliografia consultada de que la falta de teixit adipós plantar metatarsià també es doni en pacients joves i sans.

També s'observa, que en la majoria dels casos, els pacients participants no pateixen cap malaltia sistèmica, i un 37.5% presenta DM i cap AR. Tot i que, com ja s'ha comentat amb anterioritat, el procés de disminució del teixit adipós sí que sembla estar relacionat amb la presència de malalties sistèmiques (AR i DM)^{1,2,3,4,5,7,11,12,15,16,19}. Els resultats d'aquest estudi suggereixen que sí que existeix una relació entre la disminució del gruix del CTAP metatarsià i la presència d'edat avançada amb o sense malalties sistèmiques, fet que va en consonància amb els articles consultats citats abans, tot i que s'ha de tenir en compte que la mostra estudiada és molt reduïda.

Respecte al paper del sexe en la disminució del CTAP metatarsià, s'ha observat en l'actual estudi una major incidència per part del sexe femení. No s'ha trobat en la bibliografia consultada cap estudi que correlacioni el sexe amb l'aparició d'aquesta patologia, per tant, no podem corroborar els resultats del present estudi amb altres investigacions sobre aquest aspecte. Altres estudis, no enfocats directament a la disminució del CTAP metatarsià, han relacionat la utilització de calçat femení no adequat (tacons alts) amb l'aparició de patologies articulars i deformitats, encara que no s'ha observat una relació directe entre aquestes condicions⁴⁷. Sí que s'ha vist que un reduït volum de la sabata en la zona dels dits està relacionat amb les deformitats digitals i pot alterar la pressió que rep l'avantpeu⁴⁷.

Així mateix, s'ha percebut que tots els pacients participants utilitzen sabates de sola tova. L'estudi de Lane et al. (2014) demostra que la duresa de la sola de la sabata pot influir en la magnitud de la càrrega que rep el peu, afirmant que les sabates de sola dura són que les registren majors pics de pressió plantar, mentre que les de sola tova registren els pics de pressió plantar més baixos. Per tant, demostren que a mesura que s'incrementa la duresa de la sola de la sabata, augmenta la pressió plantar, fet relacionat amb l'aparició de dolor en l'avantpeu en la gent d'edat avançada⁴⁸. Mentre que altres estudis mostren que

la sabates amb sola dura tendeixen a ser beneficioses en quant a proporcionar una major estabilitat durant la marxa en gent major⁴⁹. A causa de que en el present estudi no es va presentar cap cas de sola dura, no es poden corroborar els resultats dels estudis comentats anteriorment, ja que no es pot comparar amb quina de les dues soles disminueix més la pressió mitja i el pic de pressió plantar, per tal d'observar aquesta condició seria necessària una mostra de pacients major.

En quant als resultats obtinguts de la valoració dels dos tractaments ortopodològics, (S.P. i ORT. de silicona) no s'han obtingut diferències estadísticament significatives respecte a la disminució de la pressió mitja i el pic de pressió en les zones de l'avantpeu, 1r CMTT i CMTT menors. Tot i així, respecte a la pressió mitja es mostra una disminució en la mitja de les pressions plantars en totes les localitzacions estudiades (avantpeu, 1r CMTT, CMTT menors). S'observa que l'ORT. de silicona és més eficient en aquesta tasca en l'avantpeu i en els CMTT menors, mentre que els S.P. resulten més eficaços per complir aquesta funció en la zona del 1r CMTT.

Mentre que pel pic de pressió plantar es mostren efectius en la seva disminució ambdós tractaments (S.P. i ORT. de silicona) en la zona de l'avantpeu, essent l'ORT. de silicona una mica efectiva en aquesta tasca que els S.P., i en la zona dels CMTT menors només es mostra efectivitat en quant a la reducció del pic de pressió plantar en cas d'utilització dels S.P., ja que utilitzant l'ORT. de silicona en aquest cas el pic de pressió augmenta. En el 1r CMTT, cap d'ambdós tractaments és efectiu en la disminució del pic de pressió plantar.

Per tant, en general, observem que ambdós tractaments són efectius per reduir la pressió mitja plantar, mentre que esdevenen menys efectius en quant a la disminució del pic de pressió plantar, tot i no trobar diferències estadísticament significatives en cap dels casos. Aquest fet és atribuïble al reduït volum de la mostra estudiada, ja que els resultats obtinguts van en sintonia amb altres estudis que mostren que els S.P. són efectius en la disminució de la pressió plantar^{13,24,30,32,35}. No es pot comparar amb altres estudis l'efectivitat de l'ORT. de silicona, ja que no s'ha trobat en la literatura consultada cap investigació on es valorés una ortesis de silicona protectora dels CMTT amb un disseny igual o

semblant al utilitzat en el present estudi. Sí que s'ha observat que les ortesis de silicona, fetes amb silicona densa i a mida per tractar les deformitats digitals, són efectives en quant a la disminució de les pressions plantars^{23,34}.

En referència a l'efectivitat dels S.P. fets a mida, diversos estudis han demostrat que són els més efectius²⁴ en el tractament del peu amb AR, amb una reducció significativa del dolor, la discapacitat i la limitació de l'activitat^{13,30,32}. També han demostrat reduir el pic de pressió maximitzant l'àrea total de contacte en pacients diabètics amb neuropatia perifèrica³⁵. El S.P. fet a mida és lleugerament més efectiu que el prefabricat en la disminució del temps de pressió total en l'AP (27% vs. 22%), romanent més efectiu després de 6 mesos de seguiment (30% vs. 24%), però és més car³⁵. Contràriament, altres estudis corroboren que els S.P. fets a mida tenen una evidència baixa per reduir el dolor i les pressions plantars en l'avantpeu i hi ha una falta de conclusions en quant a la seva evidència per millorar la funcionalitat del peu, la velocitat i els paràmetres de la marxa en pacients amb AR⁵⁰. I si comparem els S.P. fets a mida amb els prefabricats, Cameron-Fiddes et al (2013) confirmaren una evidència positiva en quant a l'efectivitat de plantilles simples estàndard personalitzades amb cunyes funcionals addicionals i coixinets metatarsians amortidors (Poron[®])¹⁴, mentre que altres estudis, han confirmat que els S.P. prefabricats són iguals d'efectius que els fets a mida²⁴ i que no hi ha diferències entre els dos tipus de S.P. en quant a la reducció del pic de pressió³⁵. També s'ha observat en un estudi compartiu en peus amb AR entre S.P. prefabricats, S.P. fet a mida estàndard, S.P. fet a mida amb barra metatarsiana, S.P. fet a mida amb volta metatarsiana amb un grup control (només ús de sabates), que totes aquestes ortesis redueixen significativament la pressió sota el 1r i 2n CMTT en comparació amb el grup control que només portava les sabates²⁴. Els S.P. que s'han utilitzat per la realització d'aquest estudi són S.P. fets a mida, i per tant, tot i que segueixen el mateix disseny (base de resines termofusionades + cobertura de material d'amortiguació) al estar individualitzades per la patologia de cada pacient presenten diferències entre elles, fet que dificulta la realització d'un estudi comparatiu degut a que s'està realitzant una mateixa prova partint de diferents condicions. En aquest

estudi, no es pot comprovar sí un S.P. fet a mida és més eficaç que un prefabricat, ja que només s'ha utilitzat el tipus de S.P. fet a mida.

En el present estudi, tampoc s'ha tingut en compte el tipus de material utilitzat en el disseny del S.P. per tant no és possible corroborar els estudis següents sobre les característiques dels materials que s'utilitzen en la fabricació dels S.P. destinats a atenuar les pressions plantars excessives. S'ha observat que els materials termoplàstics o laminats de resina garanteixen una forma invariable del suport plantar¹⁵. Els materials com l'EVA i els foams de polietilè són materials tous que tenen com a funció l'acomodació del peu i la reducció de les pressions plantars²⁹, mentre que el Poron[®] també posseeix una gran capacitat d'absorció d'impactes i resistència²⁸.

Cal tenir en compte que les capes primes de material d'amortiguació poden ser inefectives si les forces que s'apliquen són altes, ja que es comprimiran completament precoçment convertint-se en rígides. En contrast, una única capa gruixuda de material, o múltiples capes primes, es deformaran sota la càrrega però retindran les seves característiques sense arribar a ser rígids ni comprimir-se per complet. Per exemple, quan els CMTT comprimeixen el S.P., el material es deforma i s'adapta a la forma del CMTT. Així com es va adaptant, incrementarà l'àrea de contacte, i com a resultat es reduirà el pic de pressió en aquest lloc. A més, s'ha vist que un S.P. rígid amb només 1.8mm de material rígid sota el taló pot reduir les pressions del taló fins a un 50% en zones específiques d'aquest, simplement amb la redistribució de la càrrega i no amb l'absorció de l'impacte²⁹.

És a dir, no s'ha d'assumir que per disminuir les pressions siguin necessaris materials tous i acomodatius, mentre que un S.P. amb la forma del peu (fabricat amb la utilització d'un motlle del peu) que doni recolzament a ALI incrementarà el contacte sobre l'àrea del peu tan aviat com l'aspecte de la superfície plantar anterior del turmell carregui, reduint les pressions aplicades a l'avantpeu. Una dificultat per aconseguir això és el fet de que quan les pressions aplicades sobre l'avantpeu són majors és quan el retropeu i el migpeu no estan recolzant en el terra, i per tant, cap suport de l'arc longitudinal intern serà efectiu per incrementar l'àrea de contacte en aquest moment de la marxa. Actualment,

s'està realitzant en els S.P. la vora anterior de l'arc i l'àrea dels CMTT d'acord amb el patró de marxa i no amb la forma del peu, i s'ha vist que això redueix molt les pressions aplicades al peu. Per tant, possiblement la forma més efectiva dels S.P. per reduir les pressions és la combinació d'aquestes propietats: un suport rígid per l'ALI que redistribueixi les càrregues tant com pugui i l'ús de material d'amortiguació en l'avantpeu per incrementar l'àrea local de contacte dels CMTT i reduir els rangs de càrrega²⁹.

Tot i així, avui en dia, encara no existeix un algoritme definitiu en quant al disseny i als materials utilitzats en els S.P. per tractar la metatarsàlgia que apareix en pacients amb AR i amb DM^{24,29}, però sí que sembla existir acord en que l'objectiu del tractament ortopodològic és disminuir les pressions plantars elevades que actuen com a mecanismes lesius i dolorosos en l'avantpeu^{15,16,24,29,31}.

Un altre aspecte a discutir fa referència a la presència de deformitats digitals. La bibliografia consultada mostra una relació entre l'existència de deformitats digitals i el subseqüent desplaçament distal del CTAP metatarsià^{1,2,3,7,8}, i en conseqüència l'augment de pressions plantars sota els CMTT a causa de la seva desprotecció per la incapacitat de CTAP per absorbir els xocs durant la marxa, donant lloc a l'aparició d'una metatarsàlgia^{11,12,14,21,24,25}. En el present estudi no s'han tingut en compte la presència o absència de deformitats digitals degut a que les característiques biomecàniques de cada pacient no s'han valorat a causa de que el nombre de la mostra és reduït, fet que dispersaria els resultats esdevenint aquests no avaluables. Tot i que, es proposa que en futurs estudis amb mostres majors, on es pugui incloure un grup control, es tingui en compte aquest aspecte per tal de corroborar el paper que juga en la disminució del gruix del CTAP metatarsià.

A l'hora de portar a terme aquest estudi han sorgit diverses limitacions, són les exposades a continuació:

- S'ha utilitzat un sistema de plantilles instrumentalitzades introduït dins el calçat com a sistema de mesura de les pressions plantars, ja que el nostre objectiu és analitzar el comportament del peu sense cap tractament i amb diferents tractaments ortopodològics^{42,46} i un sistema

de plataforma no permet aquesta darrera opció^{42,44}. Però, durant la realització d'aquest estudi, s'han tingut algunes incidències amb el sistema F-Scan[®], especialment amb el calibratge per cada individu i amb l'adquisició de les pressions, ja fos perquè els sensors de la plantilla estaven danyats o perquè el software del sistema no gravava adequadament les pressions adquirides durant la marxa. S'ha de tenir en compte que, alguns autors, mantenen que aquest sistema no és del tot adequat^{41,51} i que només es pot utilitzar en mostres suficientment àmplies que permetin la detecció real del tractament⁵².

- En aquesta investigació s'ha hagut d'excloure a una pacient amb AR per no poder realitzar l'estudi de pressions amb l'F-Scan[®], degut a que li era totalment impossible caminar amb les sabates sense tractament i l'ortesi de silicona li era insuficient, referint que només podia caminar quan anava calçada i amb els seus S.P. fets a mida. Molts estudis assenyalen la importància del calçat, el qual sempre ha d'anar en consonància amb el tractament ortopedològic utilitzat^{16,31}.
- El nombre de pacients participants en l'estudi és molt reduït, degut a que el període d'investigació fou breu (de febrer a abril del 2014) i a la complicació de trobar un pacient que reunís els criteris d'inclusió.
- No s'ha comprovat l'eficàcia d'ambdós tractaments conjuntament, S.P. més ORT. de silicona, ja que es considera que el volum que ocuparien en conjunt dins la sabata seria excessiu i no permetria una bona funcionalitat i confortabilitat del peu dins la sabata.
- És complex comprovar científicament tractaments ortopedològics exactament iguals, sobretot quan es tracta de S.P. fets a mida, ja que cada pacient és únic i presenta unes característiques biomecàniques individuals, i tot i que el S.P. estigui fet pel mateix professional tindrà petites variacions. També dificulta l'estudi la gran variabilitat de materials i mètodes de disseny utilitzats en els S.P.⁴², així com el mètode de comprovació de la seva efectivitat utilitzat.

6. CONCLUSIONS.

Existeix una atrofia del coixinet de teixit adipós plantar metatarsià quan queda disminuïda la proporció de gruix d'aquest teixit donant lloc a una incapacitat per absorbir els xocs que es produeixen durant la marxa, i en conseqüència, els CMTT queden exposats i desprotegits de les pressions plantars mecàniques.

Hi ha dues causes que provoquen la disminució del gruix del CTAP metatarsià: l'atrofia pròpiament dita d'aquest teixit, o bé, el desplaçament distal de dit teixit en relació a la presència d'una deformitat digital.

Les persones ancianes i les persones que pateixen una malaltia sistèmica (AR i DM) són més propenses a presentar una disminució del gruix del CTAP metatarsià.

Tot i no existir un algoritme clar en quant al disseny dels tractaments ortopodològics utilitzats en el tractament de la metatarsàlgia causada per un augment de les pressions plantars sota els CMTT degut a la disminució del gruix del CTAP metatarsià, l'objectiu d'aquests tractaments anirà encaminat a la reducció d'aquestes pressions plantars elevades que actuen com a mecanismes lesius.

Els tractaments ortopodològics produeixen una disminució de la mitja de les pressions plantars tant en l'avantpeu, com en el 1r CMTT i els CMTT menors, essent més efectiva en aquesta tasca l'ORT. de silicona en la zona de l'avantpeu i en els CMTT menors, mentre que el S.P. mostra major capacitat en la reducció de la pressió mitja que l'ORT. de silicona en la zona del 1r CMTT.

Respecte al pic de pressió plantar, ambdós tractaments ortopodològics estudiats (S.P. i ORT. de silicona) resulten efectius en la reducció de la mitja del pic de pressió en la zona de l'avantpeu, estant més capacitada per la realització d'aquesta tasca l'ORT. de silicona que els S.P. en aquesta localització, mentre que en la zona dels CMTT menors només mostra ser eficaç en la disminució de la mitja del pic de pressió el S.P., i finalment, cap dels dos tractaments ortopodològics valorats resulta efectiu en la disminució de la mitja del pic de pressió plantar en la zona del 1r CMTT.

Es conclou que ambdós tractaments són efectius per reduir la pressió mitja plantar, mentre que esdevenen menys efectius en quant a la disminució del pic de pressió plantar. En la zona de l'avantpeu mostra una major eficàcia l'ORT. de silicona que els S.P. tant en la disminució de la mitja de la pressió plantar i del pic de pressió. Mentre que en la zona del 1r CMTT només mostren efectivitat els S.P. en quant a la disminució de la pressió mitja plantar, sense efecte en la reducció del pic de pressió plantar. Finalment, en la zona dels CMTT menors, l'ORT. de silicona mostra ser més efectiva en la reducció de la pressió mitja plantar i els S.P. mostren major efectivitat en la reducció del pic de pressió plantar en aquest cas.

Per tant, aquests tractaments ortopodològics poden ser utilitzats en la pràctica clínica en els casos de metatarsàlgia provocada per la disminució del gruix del CTAP metatarsià, ja que aconsegueixen modificar les pressions plantars rebudes en l'avantpeu, disminuint-les i funcionant com a absorbidors d'impactes i protectors dels CMTT.

7. BIBLIOGRAFIA.

1. Dalal S, Widgerow AD, Evans GRD. The plantar fat pad and the diabetic foot – a review. *Int Wound J*. 2013; doi: 10.1111/iwj.12173
2. Bus SA, Maas M, Cavanagh PR, Michels RPJ, Levi M. Plantar Fat – Pad Displacement in Neuropathic Diabetic Patients With Toe Deformity. *Diabetes Care*. 2004; 2: 2376-2380.
3. Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR. Soft Tissue Thickness under the Metatarsal Heads is Reduced in Older People with Toe Deformities. *Journal of Orthopaedic Research*. 2011; 1042 – 1046.
4. Hsu TC, Lee YS, Shau YW. Biomechanics of the heel fat pad for type 2 diabetic patients. *Clin Biomech*. 2002; 17: 291-6.
5. Buschmann WR, Jahss MH, Kummer F, Desai P, Gee RO, Ricci JL. Histology and histomorphometric analysis of the normal and atrophic heel fat pad. *Foot Ankle Int*. 1995; 16: 254-8.
6. Waldecker U, Lehr HA. Is there histomorphological evidence of plantar metatarsal fat pad atrophy in patients with diabetes? *J Foot and Ankle Surg*. 2009; 48: 648-52.
7. Cheuy VA, Hastings MK, Commean PK, Ward SR, Mueller MJ. Intrinsic foot muscle deterioration is associated with metatarsophalangeal joint angle in people with diabetes and neuropathy. *Clinical Biomechanics* 2013; 28: 1055 – 1060.
8. Bojsen – Moller F. Anatomy of the forefoot, normal and pathologic. *Clint Orthop Relat res*. 1979; 142: 10-8.
9. Bennett PC. Foot Care: Prevention of Problems for Optimal Health. *Home Healthcare Nurse*. 2006; 24 (5): 325-329.
10. Jahss MH, Michelson JD, Desai P et al. Investigations into the fat pads of the sole of the foot: Anatomy and histology. *Foot and Ankle*. 1992; 13: 233-242.
11. Frowen P, O'Donnell M, Lorimer D, Burrow G. Neale's Disorders of the foot. Eight Edition. Churchill Livingstone Elsevier; 2010.
12. Di Giovanni C, Greisberg J. Foot & Ankle. Core Knowledge in orthopaedics. 1st edition. Mosby Elsevier. 2007.
13. Magalhães EP, Davitt M, Filho DJ, Battistella LR, Bértolo MB. The effect of orthoses in rheumatoid arthritis. *Rheumatology*. 2006; 45: 449-453.
14. Cameron – Fiddes V, Santos D. The use of “off-the-shelf” foot orthoses in the reduction of foot symptoms in patients with early rheumatoid arthritis. *The Foot*. 2013; 23: 123-129.

15. Vázquez B, Editor. Manual de Ortopodología. 1ª edición. Barcelona: Ediciones Especializadas Europeas; 2009.
16. Baumgautner R, Stinus H. Tratamiento ortésico – protésico del pie. 2ª edición. Masson; 1997.
17. Vettor R, Milan G, Franzin C, Sanna M, De Coppi P, Rizzuto R et al. The origin of intermuscular adipose tissue and its pathophysiological implications. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2009; 297: 987-998.
18. Aguiari P, Leo S, Zavan B, Vindigni V, Rimessi A, Bianchi K et al. High glucose induces adipogenic differentiation of muscle – derived stem cells. *PNAS.* 2008; 105: 1226-1231.
19. Robertson DD, Mueller MJ, Smith KE, Commean PK, Pilgram T, Johnson JE. Structural changes in the forefoot of individuals with diabetes and prior plantar ulcer. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84-A: 1395 – 404.
20. Gooding GA, Stess RM, Graf PM, Moss KM, Louis KS, Grunfeld C. Sonography of the sole of the foot: evidence for loss of fat pad thickness in diabetes and its relationship to ulceration of the foot. *Invest Radiol.* 1986; 21: 45-8.
21. Waldecker U. Plantar Fat Pad Atrophy: A Cause of Metatarsalgia?. *The Journal of Foot & Ankle Surgery.* 2001; 40 (1): 21 – 27.
22. Basas F, Sánchez E, Basas S, Basas A. Relación entre las deformidades digitales y la fisiopatología de la deformidad digital. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas* 2008; 2(2):7-11.
23. Johnson S, Branthwaite H, Chockalingam N. The effect of three different toe props on plantar pressure and patient comfort. *Journal of Foot and Ankle Research* 2012; 5:22.
24. Hodge MC, Bach TM, Carter GM. Orthotic management of plantar pressure and pain in rheumatoid arthritis. *Clinical Biomechanics.* 1999; 14: 567-575.
25. Bowen CJ, Culliford D, Allen R, Beacroft J, Gay A, Hooper L et al. Forefoot pathology in rheumatoid arthritis identified with ultrasound may not localize to areas of highest pressure: cohort observations at baseline and twelve months. *Journal of Foot and Ankle Research.* 2011; 4: 25.
26. Firth J, Waxman R, Law G, Nelson EA, Hellinwell P, Siddle H et al. The predictors of foot ulceration in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol* 2014; 33:615-621.
27. Van der Leeden M, Steultjens M, Dekker JHM, Prins APA, Dekker J. Forefoot joint damage, pain and disability in rheumatoid arthritis patients with foot complaints: the role of plantar pressure and gait characteristics. *Rheumatology* 2006; 45(4):465-469.

28. Jasper W.K. Tong, Eddie Y.K. Ng. Preliminary investigation on the reduction of plantar loading pressure with different insole materials (SRP – Slow Recovering Poron[®], P – Poron[®], PPF – Poron[®] + Plastazote, firm and PPF – Poron[®] + Plastazote, soft). *The Foot* 2010; 10: 1-6.
29. Williams A, Nester C. *The Pocket Podiatry Guide: Footwear and Foot Orthosis*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier; 2010.
30. Van der Leeden M, Fiedler K, Jonkman A, Dahmwn R, Roorda LD, Van Schaardenburg D, Dekker J. Factors predicting the outcome of customised foot orthoses in patients with rheumatoid arthritis: a prospective cohort study. *Journal of Foot and Ankle Research* 2011; 4:8.
31. Baehler AR. *Técnica ortopédica: Indicaciones. Tomo I. Biomecánica y extremidad inferior*. Barcelona: Masson; 1999.
32. Gibson KS, Woodburn J, Porter D, Telfer S. Functionally Optimised Orthoses for Early Rheumatoid Arthritis Foot Disease: a Study of Mechanisms and Patient Experience. *Arthritis Care & Research* 2013. DOI 10.1002/acr.22060.
33. Levy Benasuly AE, Cortés Barragán JM. *Ortopodología y Aparato Locomotor. Ortopedia de pie y tobillo. 1a edición*. Barcelona: Masson; 2003.
34. Slater RA, Hershkowitz I, Ramot Y, Buchs A, Rapoport MJ. Reduction of digital plantar pressure by debridement and silicone orthoses. *Diabetes Research and Clinical Practice* 2006; 74:263-266.
35. Paton JS, Stenhouse EA, Bruce G, Zahra D, Jones RB. A comparison of customized and prefabricated insoles to reduce risk factors for neuropathic diabetic foot ulceration: a participant-blinded randomized controlled trial. *Journal of Foot and Ankle Research* 2012; 5: 31
36. Narins RS, Beer K. Liquid injectable silicone: a review of its history, immunology, technical considerations, complications, and potential. *Plast Reconstr Surg* 2006; 118 (3Suppl): 77S-84S.
37. Zappi E, Barnett JG, Zappi M, Barnett CR. The long-term host response to liquid silicone injected during soft tissue augmentation procedures a microscopic appraisal. *Dermatol Surg* 2007; 33(2Suppl):S186-92 discussion S192.
38. Van Schie CH, Whalley A, Vileikyte L, Wignall T, Hollis S, Boulton AJ. Efficacy of injected liquid silicone in the diabetic foot to reduce risk factors for ulceration a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Diabetes Care*. 2000; 23:634-8.
39. Rocchio TM. Augmentation of atrophic plantar soft tissue with an acellular dermal allograft: a series review. *Clin Podiatr Med Surg* 2009; 26:545-57.
40. Keijsers NLW, Stolwijk NM, Pataky TC. Linear dependence of peak, mean, and pressure-time integral values in plantar pressure images. *Gait & Posture* 2010; 31: 140-142.

41. Woodburn J, Helliwell PS. Observations on the F-Scan in-shoe pressure measuring system. *Clinical Biomechanics* 1996; 5 (11): 301 – 304.
42. Rosenbaum D, Becker HP. Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. *Foot and Ankle Surgery* 1997; 3: 1 -14.
43. Chevalier TL, Hodgins H, Chockalingam N. Plantar pressure measurements using an in-shoe system and a pressure platform: A comparison. *Gait & Posture* 2010; 31: 397-399.
44. Catalfamo P, Moser D, Choussayni S, Ewins D. Detection of gait events an F-Scan in-shoe pressure measurement system. *Gait & Posture* 2008; 28: 420-426.
45. Ahroni JH, Boyko EJ, Forsberg R. Reliability of F-Scan in-shoe measurements of plantar pressure. *Foot and Ankle International* 1998; 19(10):668-73.
46. Mueller MJ, Strube MJ. Generalizability of in-shoe peak pressure measures using the F-Scan system. *Clinical Biomechanics* 1996; 3(11):159-164.
47. Branthwaite H, Chockalingam N, Greenhalgh A. The effect of shoe toe box shape and volume on forefoot interdigital and plantar pressures in healthy females. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:28.
48. Lanea JT, Landfort BK, Bonanno RD, Raspovic A, Menz BH. Effects of shoe sole hardness on plantar pressure and comfort in older people with forefoot pain. *Gait & Posture* 2014; 39: 247-25.
49. Menant CJ, Steele RJ, Menz BH, Munro JB, Lord RS. Effects of Footwear Features on Balance and Stepping in Older People. *Gerontology* 2008; 54:18-23.
50. Hennessy K, Woodburn J, Steultjens MPM. Custom Foot Orthoses for Rheumatoid Arthritis: A systematic Review. *Arthritis Care & Research* 2012; 3(64):31-320.
51. Nicolopoulos CS, Anderson EG, Salomonidis SE, Giannoudis PV. Evaluation of gait analysis FSCAN pressure system: clinical tool or toy? *The Foot* 2000; 10:124-30.
52. Brown M, Rudicel S, Esquenazi A. Measurement of dynamic pressures at the shoe – foot interface during normal walking with various foot orthoses using F-Scan system. *Foot and Ankle* 1996; 17: 152-6.

8. AGRAÏMENTS.

En primer lloc, vull agrair-li al meu tutor, Baldiri Prats Climent, l'ajuda aportada per la realització d'aquest treball i per la seva atenció i predisposició, així com als pacients participants en l'estudi per dedicar-me el seu temps i la seva paciència i amabilitat. I també, a l'Hospital Podològic de la Universitat Barcelona per prestar-me les instal·lacions per portar a terme el present estudi.

També vull agrair-los als meus companys de carrera la seva participació i col·laboració ajudant-me a trobar pacients adients per la realització d'aquest estudi, especialment a Ana Vargas Ortiz i a Nerea Franco Martínez per fer-me costat en tot moment.

Finalment, i no sense menor importància, agrair a la meva família i a les meves amigues i amics per donar-me suport i animar-me sempre a seguir endavant.

9. ANNEXOS.

9.1 Annex 1. Fulla de consentiment informat per la participació en l'estudi.

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted ha sido invitado/a a participar en una investigación sobre los cambios de presión que suceden en el antepié mediante la aplicación de tratamientos ortopodológicos (soportes plantares y ortesis de silicona). Esta investigación es realizada por Maria Antònia Tomàs Ferrer, estudiante de 4º curso de Grado en Podología en la Universitat de Barcelona, bajo la tutela de Baldiri Prats Climent, profesor del departamento de Podología de la Universitat de Barcelona.

En caso de que acepte participar en dicho estudio se le colocará un cinturón con un pequeño receptor conectado mediante un cable a unas plantillas que serán colocadas dentro de sus zapatos. A continuación, deberá andar por los pasillos del Hospital Podológico Universitat de Barcelona en una tanda de 10 segundos, con el objetivo de que un sistema informático grabe las presiones que se generan en la planta de sus pies con el uso de dos tipos diferentes de tratamiento. El sistema que será utilizado no emite ningún tipo de irradiación ni supone ningún riesgo para su salud. La participación en el estudio implicará aproximadamente unos 60 minutos.

Usted recibirá dos ortesis de silicona confeccionada a medida para sus pies que serán utilizados en la investigación, sin ningún coste, como incentivo a su participación.

La inclusión en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Usted podrá retirarse del estudio cuando así lo decida, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en los cuidados podológicos recibidos.

En caso de tener dudas o desear recibir más información sobre este proyecto puede contactar con la responsable del estudio al teléfono 683565817 ó al correo electrónico mtomasfe7@alumnes.ub.edu.

Su firma en este documento significa que ha decidido participar en la investigación después de haber leído y discutido la información presentada en esta hoja de consentimiento.

.....
Nombre del participante

.....
Firma del participante

.....
Fecha

9.2 Annex 2. Comunicació de la realització de l'estudi al Comitè Ètic de la Fundació Josep Finestres.

A l'atenció del Comitè Ètic de la Fundació Josep Finestres,

1. Títol de l'estudi.

L'atròfia del teixit adipós plantar i valoració dels tractaments ortopodològics indicats.

2. Objectius.

- Identificar i descriure aquelles patologies que cursen o provoquen la degeneració o atròfia del teixit adipós plantar i conèixer-ne la fisiopatologia.
- Descriure les conseqüències de la disminució del teixit adipós plantar: introducció de la metatarsàlgia.
- Revisar el tipus de tractaments ortopodològics aplicats en l'actualitat com a tractament conservador per l'atròfia del teixit adipós plantar.
- Valorar l'efecte de dos tractaments ortopodològics (suport plantar i ortesi de siliciana) substitutius del teixit adipós plantar.

3. Metodologia.

Es comprovarà l'efecte de dos tractaments ortopodològics diferents mitjançant la captació de les pressions plantars. El primer tractament és un suport plantar amb material d'amortiguació que el pacient ja portava com a tractament prèviament a l'estudi. El segon tractament és una ortesi de silicona que es confeccionarà a l'Hospital Podològic de la Universitat de Barcelona mitjançant l'aplicació de silicona 11504 localitzada a la zona dels caps metatarsians i que funcionarà com a protecció d'aquests.

Per fer l'anàlisi de les pressions es farà servir el sistema informàtic "F-Scan Mobile Research Foot 6.51" que permet l'anàlisi presurimètric tant en estàtica com en dinàmica. Permet també, l'anàlisi de pressions puntuals, la localització exacta d'anomalies en el recolzament i dels caps metatarsians, calculant la seva posició i càrrega exactes.

La recollida de les dades es realitzarà mitjançant una fitxa creada per a tal efecte i la captura de les dades a través del sistema informàtic. S'analitzarà el comportament del peu en dinàmica en tres situacions:

- Sense cap tractament.
- Amb un suport plantar.
- Amb una ortesi metatarsiana de silicona.

Finalment, s'analitzaran les dades obtingudes en les adquisicions de les diferents situacions per comprovar els canvis que s'hi produeixen.

Els resultats esperats són la disminució de la pressió a l'avantpeu amb l'ús dels tractaments ortopodològics.

4. Tractament de les dades d'afiliació dels participants a l'estudi, amb el compromís de respectar la confidencialitat de les mateixes.

Adquireixo el compromís d'observar escrupolosament les dades obtingudes en aquest projecte i que les dades personals dels participants no seran utilitzades en l'estudi.

L'única compensació d'aquest estudi que es preveu és que els pacients obtinguin el tractament ortopodològic de les ortesis de silicona sense cap càrrec.

5. Nom del tutor i de l'alumne.

Tutor: Baldiri Prats Climent.

Alumna: Maria Antònia Tomàs Ferrer.