

---

**UTILITAT DE L'ALGOMETRIA DE  
PRESSIÓ EN EL DIAGNÒSTIC I  
SEGUIMENT DEL DOLOR TIBIAL AL  
COMPARTIMENT MEDIAL DEL GENOLL  
VAR I AL DE LA PUNTA DE TIJA  
PROTÈTICA**

---

TESI DOCTORAL

**Xavier Pelfort López**



**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

---

# UTILITAT DE L'ALGOMETRIA DE PRESSIÓ EN EL DIAGNÒSTIC I SEGUIMENT DEL DOLOR TIBIAL AL COMPARTIMENT MEDIAL DEL GENOLL VAR I AL DE LA PUNTA DE TIJA PROTÈTICA

---

**TESI DOCTORAL**

**Xavier Pelfort López**

**DIRECTORS:**

Lluís Puig Verdí

Joan Carles Monllau García

Enric Cáceres Palou



**FACULTAT DE MEDICINA – Departament de Cirurgia**

**Barcelona, 2015**

**A l'Ester  
i als pares...**

## AGRAÏMENTS

- Al Dr. Lluís Puig, cap de Secció del Parc de Salut Mar, per ser un dels primers a ensenyar-me de resident com es resol una fractura, per tenir la idea inicial del projecte, per acceptar-ne la direcció, pel suport constant i, sobretot, per la bona amistat des de fa molts anys. Gràcies, Lluís.
- Al Dr. Joan Carles Monllau, cap de Servei del Parc de Salut Mar, per acceptar la direcció de la tesi i per la seva capacitat de treball, que és font de motivació constant. Li dec tot el que es pot deure al mestre amic que t'ha conduït des dels inicis i t'ha donat sempre suport incondicional i bons consells. Gràcies, Joan Carles.
- Al Prof. Enric Càceres, catedràtic de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, per acceptar la direcció de la tesi i per creure en mi i ajudar-me a créixer professionalment des que em va conèixer de resident a l'Hospital del Mar. Gràcies, Enric.
- Al Dr. Jordi Ballester, el meu primer cap de Servei a l'Hospital del Mar. Gràcies per iniciar-me i orientar-me en el món de la Cirurgia Ortopèdica i la Traumatologia.
- Al Dr. Pedro Hinarejos, bon amic des de fa molts anys. Gràcies per les bones idees i els consells durant el disseny i l'elaboració de la tesi, però sobretot, per tot el que he après al seu costat.

- Als Drs. Joan Leal i Raúl Torres, companys de l'equip de genoll a l'Hospital de l'Esperança. Per tots els bons moments i anècdotes compartides.
- Al Dr. Christian Dürsteler, membre de la Unitat de Dolor del Servei d'Anestesiologia del Parc de Salut Mar, per tot l'ajut en el treball i l'assessorament en la utilització de la tècnica de l'algometria de pressió.
- Al Sergi Mojal, estadístic del Servei d'Assessorament Metodològic en Investigació Biomèdica de l'Institut Mar d'Investigació Mèdica, per dur a terme l'estadística d'aquesta tesi.
- A tots els companys adjunts i residents del Servei de COT del Parc de Salut Mar, amb qui he compartit tants anys de professió i amistat.
- A tot el personal d'infermeria i a les secretàries del Servei: Sandra, Elena i Rosma. Gràcies per les hores, riures i experiències compartides.
- A la Maria Romero, llicenciada en Filologia Catalana i bona amiga, per accedir a corregir aquesta tesi i pels seus consells sobre qüestions lingüístiques.
- A la Societat Catalana de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia (SCCOT), per l'ajut financer obtingut per a les despeses de reprografia i enquadernació.
- A tots ells i als que m'oblido, moltes gràcies.

**«Només té conviccions aquell que  
no ha aprofundit en res.»**

**Emil Cioran (1911-1995)**

## ÍNDIX

<b>1. Introducció.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Origen i justificació del treball.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2. Dolor a metàfisi tibial proximal en el genoll var preartròsic.....</b>	<b>13</b>
1.2.1. Dolor compartimental intern: aspectes biomecànics.....	13
1.2.2. Dolor compartimental intern: L'osteotomia valguitzant tibial.....	19
1.2.3. Osteotomia valguitzant tibial. Avaluació de resultats.....	25
1.2.3.1. Avaluació de resultats globals.....	25
1.2.3.2. Avaluació específica del dolor.....	27
<b>1.3. Dolor a diàfisi tibial en relació a l'ús de tiges tibials en cirurgia protètica.....</b>	<b>33</b>
1.3.1. Utilització de tiges tibials: cimentades i no cimentades.....	33
1.3.2. Dolor a punta de tija tibial protètica: etiologia.....	37
1.3.3. Dolor a punta de tija tibial protètica: avaluació i mètodes de mesura actuals.....	38
1.3.4. Dolor a punta de tija tibial protètica: maneig terapèutic.....	42
<b>1.4. Algometria de pressió.....</b>	<b>44</b>
1.4.1. Definició de llindar d'aparició de dolor.....	44
1.4.2. Resum històric i aparells de mesura actuals.....	45
1.4.3. Aplicació clínica.....	49
<b>2. Hipòtesi de treball. Hipòtesi nul·la.....</b>	<b>53</b>
<b>3. Objectius.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. Objectius sobre el mètode de l'algometria de pressió.....</b>	<b>55</b>

<b>3.2. Objectius sobre l'algometria aplicada al dolor metafisari</b>	
<b>intern en el genoll var artròsic.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3. Objectius sobre l'algometria aplicada al dolor a punta de</b>	
<b>tija tibial protètica.....</b>	<b>56</b>
<b>4. Material i mètode.....</b>	<b>57</b>
<b>4.1. Validació del mètode. Estudi de correlació intra- i</b>	
<b>interobservador.....</b>	<b>57</b>
4.1.1. Criteris de inclusió i exclusió.....	57
4.1.2. Protocol tècnic.....	59
4.1.2.1. Tipus d'algòmetre de pressió.....	59
4.1.2.2. Determinació del llindar d'aparició de dolor.....	60
4.1.2.3. Determinació dels punts d'estudi.....	61
4.1.2.4. Metodologia.....	66
<b>4.2. Dolor metafisari tibial intern. Estudi prospectiu en pacients</b>	
<b>pendents d'osteotomia valguitzant tibial.....</b>	<b>68</b>
4.2.1. Criteris d'inclusió i exclusió.....	68
4.2.2. Metodologia.....	68
4.2.3. Avaluació específica del dolor.....	71
<b>4.3. Dolor a punta de tija tibial. Estudi prospectiu en pacients</b>	
<b>portadors d'una tija tibial protètica no cimentada.....</b>	<b>72</b>
4.3.1. Criteris d'inclusió i exclusió.....	72
4.3.2. Metodologia.....	73
4.3.3. Avaluació específica del dolor.....	75
4.3.4. Criteris de diagnòstic de dolor a punta de tija protètica.....	77
<b>4.4. Anàlisi estadística.....</b>	<b>78</b>



<b>5. Resultats</b> .....	81
<b>5.1. Validació del mètode</b> .....	81
5.1.1. Correlació intra- i interobservador a nivell metafisari tibial....	82
5.1.1.1. Resultats globals.....	82
5.1.1.2. Resultats en funció del sexe.....	85
5.1.2. Correlació intra- i interobservador a nivell de diàfisi tibial.....	91
5.1.2.1. Resultats globals.....	91
5.1.2.2. Resultats en funció del sexe.....	95
<b>5.2. Dolor metafisari intern en el genoll var preartròsic</b> .....	105
5.2.1. Avaluació de la deformitat.....	106
5.2.2. Tècniques artroscòpiques associades.....	106
5.2.3. Avaluació funcional.....	107
5.2.4. Avaluació específica del dolor.....	107
5.2.5. Complicacions i pèrdues de seguiment.....	109
<b>5.3. Dolor a punta de tija tibial protètica</b> .....	111
5.3.1. Resultats de l'algometria.....	114
5.3.2. Resultats de l'escala àlgica – funcional i de l'escala visual analògica (EVA).....	116
5.3.3. Incidència de dolor a punta de tija tibial.....	119
5.3.4. Complicacions i pèrdues de seguiment.....	121
<b>6. Discussió</b> .....	123
<b>6.1. Dels valors obtinguts a l'estudi de correlació en voluntaris         sans</b> .....	123
6.1.1. De les característiques anatòmiques de la regió.....	124
6.1.2. Del grau de sensibilitat cutània.....	125

6.1.3. Del tipus de capçal utilitzat amb l'algòmetre.....	126
6.1.4. Del mètode de mesura.....	127
6.1.5. De la temporalitat de les mesures.....	128
6.1.6. Del sexe.....	129
6.1.7. De l'edat.....	130
6.1.8. Del nivell d'activitat física.....	131
<b>6.2. De l'estudi prospectiu en pacients pendents d'osteotomia valgutzant tibial.....</b>	<b>132</b>
6.2.1. Del grup d'estudi.....	132
6.2.2. Dels resultats del llinar d'aparició de dolor i escala EVA.....	134
6.2.3. Del grau de correcció angular postquirúrgica.....	137
6.2.4. De la millora de la funció.....	139
6.2.5. De les complicacions i les pèrdues en el seguiment.....	140
<b>6.3. De l'estudi prospectiu en pacients portadors d'una tija tibial protètica no cimentada.....</b>	<b>142</b>
6.3.1. Del grup d'estudi i de les indicacions.....	142
6.3.2. Dels resultats de l'algometria.....	145
6.3.3. Dels resultats de l'escala àlgica – funcional i EVA.....	147
6.3.4. De la incidència de dolor a punta de tija tibial protètica.....	148
6.3.5. De les complicacions i les pèrdues en el seguiment.....	149
<b>7. Conclusions.....</b>	<b>151</b>
<b>8. Bibliografia.....</b>	<b>153</b>
<b>9. Annex.....</b>	<b>181</b>





## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1. Origen i justificació del treball

A les darreres dècades, la cirurgia del genoll ha experimentat una notable evolució, tant pel que fa referència a les tècniques quirúrgiques com pels materials que s'utilitzen en els diversos procediments. Paral·lelament, s'han creat i validat instruments de mesura dels resultats en moltes de les tècniques quirúrgiques que es realitzen. Respecte a l'avaluació dels resultats funcionals, en el moment actual, s'estan utilitzant un gran nombre d'escalaes específiques que permeten mesurar de forma objectiva i reproduïble la funció del genoll (1-5). La utilització generalitzada d'aquestes escalaes ha permès, no només l'avaluació de l'eficàcia de les diferents tècniques quirúrgiques, sinó també la comparació de resultats d'un determinat procediment entre diversos grups de professionals. En aquest context, sabem que existeixen algunes patologies on un dels paràmetres principals a estudiar en el moment de la indicació quirúrgica és el dolor que presenta el pacient. De fet, l'èxit o fracàs dels procediments quirúrgics vindrà donat fonamentalment pel grau de milloria que es produeixi en la intensitat del dolor després de realitzar-los. Tot i que l'avaluació del dolor és complexa i multifactorial, en alguns casos el fet de poder quantificar amb la màxima exactitud possible la intensitat del dolor que el pacient pateix ofereix diversos avantatges que cal tenir en compte:

- En primer lloc, resulta clau en el moment del diagnòstic. Si el mètode és prou precís, ens permet quantificar el dolor i valorar, per exemple, si existeixen diferències respecte el genoll contralateral. Tanmateix, també podrà ser d'utilitat en el moment de compartir la informació amb la

comunitat científica, ja que una millora en la precisió de la mesura fa que si s'estudien diferents grups puguin ser més homogenis i, per tant, més fàcilment comparables. A més, resulta de màxim interès en el moment de l'avaluació dels resultats. El grau de millora que es produeixi en la intensitat del dolor, el podem correlacionar amb el procediment que hem realitzat i valorar-ne el grau d'efectivitat. També podem comparar els nostres resultats amb altres estudis similars o bé analitzar els resultats de diferents tècniques quirúrgiques que persegueixin el mateix objectiu per poder concloure quina resulta més efectiva.

- En el cas del genoll var simptomàtic, la modificació en la transmissió de les forces de càrrega a través de l'articulació fa que els pacients presentin dolor al compartiment femorotibial intern. A l'estudi d'aquest tipus de pacients, igual que succeeix en la majoria de processos osteoarticulars, cal fer una acurada anamnesi, una exploració física i diverses exploracions complementàries abans de decidir l'opció terapèutica més adequada. Pel que fa a l'anamnesi, el pacient ens haurà de manifestar la localització, característiques, cronologia i intensitat del dolor que pateix. En aquesta part, el component d'ansietat, angouxa o patiment influirà inevitablement en la seva apreciació, i és el metge qui ha d'avaluar de forma totalment subjectiva la intensitat del dolor. Pel que fa referència a l'exploració física, cal valorar globalment el pacient per poder tenir un registre d'alguns aspectes més genèrics com poden ser l'aspecte clínic de les extremitats, la presència de deformitats o el to muscular entre altres. En el moment de la valoració específica del genoll

per part del cirurgià, cal estudiar aspectes més concrets com poden ser la presència o no d'embassament articular, el balanç articular, l'estabilitat lligamentosa o l'exploració meniscal. A efectes de localització del dolor, existeix un cert consens a dividir anatòmicament el genoll en tres compartiments: femorotibial intern, femorotibial extern i femoropatelar (6-14). Habitualment, la tècnica que s'utilitza per localitzar el dolor és la palpació dels relleus ossis per part de l'explorador:

- El còndil femoral intern i metàfisi proximal interna de la tibia per estudiar el dolor del compartiment intern.
- El còndil femoral extern i metàfisi proximal externa de la tibia per estudiar el dolor del compartiment extern.
- La pressió manual sobre la ròtula per avaluar el compartiment femoropatelar.

Aquesta tècnica resulta imprecisa, ja que resulta impossible conèixer quin grau de pressió ha exercit en cada un dels tres compartiments i, per tant, el fet que el pacient manifesti més dolor durant la palpació en un compartiment pot estar directament influït per la intensitat de la pressió que l'explorador ha exercit en aquell moment. Per tant, tot i que serà fàcilment distingible en el moment de l'anamnesi on el pacient pateix més dolor, resulta impossible quantificar-lo de forma objectiva i reproduïble així com estudiar diferències entre els tres compartiments.

En el cas del genoll var preartròsic simptomàtic, una de les tècniques quirúrgiques clàssiques universalment acceptada per al seu tractament és l'osteotomia valguitzant tibial (9, 11). Pel que fa referència a la indicació quirúrgica, deixant de banda el grau de deformitat, la tipologia de pacient o els canvis degeneratius articulars que presenti, un dels requeriments fonamentals per poder assegurar un bon resultat de la tècnica, és que el pacient pateixi dolor de forma selectiva a nivell del compartiment intern. De fet, després de la intervenció quirúrgica, la disminució o desaparició completa del dolor és un dels paràmetres principals que es valoren a l'hora d'avaluar els resultats obtinguts. Tot i que s'han utilitzat fins al moment diferents escales de valoració que més endavant anomenarem, resulta encara molt difícil poder quantificar amb precisió el grau de millora que s'ha obtingut.

- Un altre exemple de dolor tibial de difícil avaluació succeeix en la cirurgia protètica de revisió del genoll. En aquests darrers anys, s'està observant un increment notable del nombre de pròtesis totals de genoll que es col·loquen arreu (15). Aquest increment tan important ha fet ja que també augmentin proporcionalment el nombre de cirurgies de revisió fruit de les complicacions més freqüents pròpies de la cirurgia primària; l'afluixament asèptic o sèptic, la rigidesa postquirúrgica o el dolor crònic persistent de causa desconeguda (16-17). En la tècnica de la cirurgia de revisió de genoll, fa ja diverses dècades que s'utilitzen tiges endomedul·lars, tant a nivell femoral com tibial, per augmentar la solidesa de la fixació dels components protètics, sobretot en casos amb



mala qualitat òssia o bé en presència de defectes ossis importants. Hi ha dos tipus de tiges protètiques: cimentades i no cimentades (18-23). Ambdós tipus tenen els seus avantatges i inconvenients que més endavant analitzarem. No obstant això, una de les complicacions clàssiques descrites en relació amb l'ús de tiges protètiques tibials no cimentades és l'aparició de l'anomenat "dolor a punta de tija" (24-25). Les causes que poden facilitar l'aparició d'aquest dolor localitzat a nivell de la diàfisi tibial són diverses, però el dolor acostuma a ser intens i sovint invalidant (26). L'avaluació clínica d'aquesta complicació per part del cirurgià comparteix pràcticament tots els punts que acabem de comentar en l'estudi del dolor metafisari intern del genoll var simptomàtic. En primer lloc, l'anamnesi durant les visites postoperatòries fa que el cirurgià reconegui la simptomatologia fàcilment, ja que el pacient sol manifestar dolor, no a nivell del genoll, sinó a la diàfisi tibial, just a la zona on es localitza la punta de la tija protètica. Pel que fa a l'avaluació clínica, el mètode d'exploració que s'utilitza per part del cirurgià sol ser exactament el mateix: la palpació local de la tibia intervinguda i de la contralateral per valorar si existeixen diferències en la intensitat del dolor. Ambdues localitzacions són pràcticament subcutànies i, per tant, de fàcil accés per part de l'explorador. No obstant això, una vegada més resulta impossible poder mesurar amb precisió i objectivitat la pressió que el cirurgià exerceix sobre la diàfisi tibial per avaluar la intensitat del dolor. Per altra banda també en aquesta entitat clínica, la intensitat i el grau de invalidació que provoca el dolor és el símptoma fonamental que valora el cirurgià i que determina la necessitat

potencial d'una nova intervenció quirúrgica per resoldre el problema. A més, igual que succeeix en el cas de l'osteotomia valguitzant tibial, un dels símptomes fonamentals que s'avaluarà per valorar el resultat de la intervenció és la disminució en la intensitat o bé la desaparició completa del dolor en aquest punt.

Així doncs, les dues entitats clíniques que acabem de comentar comparteixen dues característiques fonamentals. En primer lloc, pel que fa referència a l'avaluació preoperatòria del pacient, en què serà fonamental la mesura de la forma més objectiva possible del dolor que pateix. I en segon lloc, en el moment de valorar el resultat del procediment, on novament serà clau mesurar de forma reproducible el dolor que ens manifesta per poder conèixer com d'útil i efectiu ha estat el tractament que s'ha realitzat.

Els sistemes actuals de mesura més utilitzats per quantificar el dolor en aquests dos quadres clínics són:

- Les escales genèriques de dolor (27).
- Els esquemes anatòmics que permeten localitzar el punt de dolor per part del pacient (25).
- Les escales funcionals específiques que permeten indirectament conèixer la intensitat del dolor en base a la restricció funcional que provoca (1-5).

Malgrat això, la mesura del dolor és un procés molt “pacient dependent” i en ambdós quadres àlgics seria útil una tècnica que permetés mesurar d'una forma més objectiva i reproduïble la intensitat del dolor.

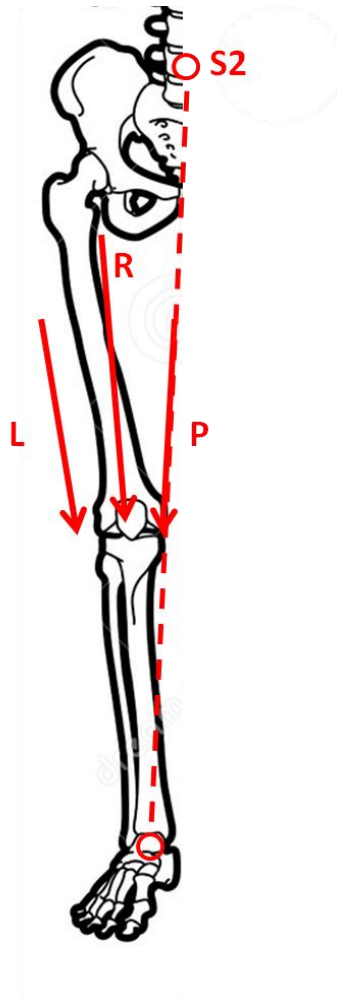
Un dels mètodes que s'ha utilitzat per a la mesura del dolor en el camp de la cirurgia és l'algometria de pressió, que permet determinar de forma incruenta quin és el llindar d'aparició de dolor en un determinat punt del cos humà (28-31). Probablement, els pacients que presenten un genoll var simptomàtic o amb dolor en punta de tija tibial protètica podrien beneficiar-se d'un mètode objectiu de quantificació del dolor, tant en el moment del diagnòstic com en el de l'avaluació de resultats.

## **1.2. Dolor a metàfisi tibial proximal en el genoll var preartròsic**

### **1.2.1. Dolor compartimental intern: aspectes biomecànics**

Des d'un punt de vista de cinètica del genoll i en situació de càrrega bipodal, es considera com a fisiològic un eix mecànic de l'extremitat que discorre des del centre del cap del fèmur, continua pel centre del genoll a nivell de les espines tibials i arriba al centre de l'articulació del turmell (32-34). En aquesta situació, el pes que suporten ambdós genolls és proporcional al segment del cos que es troba per sobre, és a dir, pelvis, tronc, cap i extremitats superiors. No obstant això, durant la deambulació realitzem de forma alternativa una càrrega monopodal. En aquesta fase de la marxa es produeix una modificació del

centre de gravetat i la força es transmet a través del genoll per un vector que discorre medial al centre de l'articulació del genoll. És per això que es crea el que s'anomena "moment varitzant", que tendirà a decoaptar la part externa del genoll. Maquet va proposar una teoria biomecànica argumentant que l'estabilitat articular d'un genoll normal és el resultat d'un equilibri entre dues forces (6-8), (II-Il·lustració 1). Per una banda, la que anomena com a força P, que s'exerceix de forma excèntrica per l'acció del pes del cos sobre el genoll i ha de ser compensada en primer lloc per l'acció muscular anomenada L, provinent sobretot pel tensor de la fàscia lata, el bíceps i el gluti major i que es transmet al genoll a través de la cinteta iliotibial. I en segon lloc, per la força exercida passivament pels lligaments. La suma de vectors que representen totes aquestes forces és la que anomena com a força R que crea una sol·licitació mecànica que ha d'actuar perpendicularment a les superfícies de càrrega a través del seu centre de gravetat.



**II-lustració 1.** Genoll normal. La força R actua perpendicular al pla tangencial als platets tibials

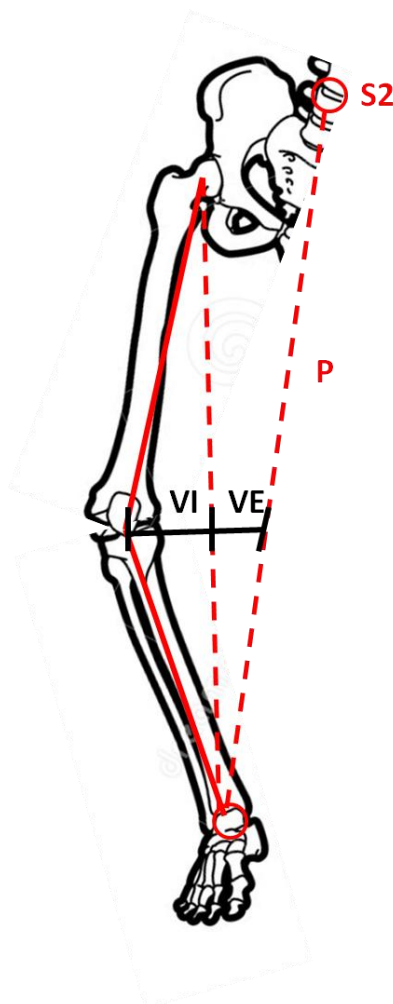
Si tenim present la llei descrita per Pauwels (35), la quantitat i l'estructura del teixit ossi depèn de la magnitud de les forces a què està sotmès. L'os subcondral situat als platets tibials d'un genoll normal amb un gruix uniforme a tota la seva extensió, té una distribució uniforme de les forces compressives que actuen sobre ell. Alguns estudis clínics utilitzant densitometria òssia aplicada a nivell dels còndils femorals i tibia proximal han demostrat nivells superiors de densitat òssia al còndil femoral intern i tibia proximal interna en el genoll var (36-37). A més, aquesta diferència és més evident com més progressa la deformitat i sol corregir-se després d'una osteotomia valguitzant

alta (36). La força R pot desplaçar-se medialment per diversos motius. En primer lloc, per un debilitament de la musculatura L o bé per un augment de la força P. En segon, per una deformitat en var de l'extremitat o per un desplaçament medial del centre de gravetat del cos, que succeeix en el moment de la càrrega monopodal. Sigui com sigui, quan això succeeix es modifica la distribució i magnitud de les sol·licitacions que actuen sobre l'articulació i disminueix la superfície efectiva de càrrega d'aquesta. Des d'un punt de vista biomecànic, l'objectiu principal d'una osteotomia tibial valguitzant és disminuir el braç de palanca de la força de gravetat P perquè d'aquesta manera el treball muscular L hagi de ser menor i es puguin distribuir les forces mecàniques compressives a través dels dos compartiments del genoll.

En aquest context, si no tenim en compte l'efecte de la musculatura lateral i acceptem que el centre de gravetat del cos és a S2 (38), es podria assumir que fins i tot en una extremitat normoaxada, durant la meitat del cicle de marxa el compartiment medial estaria sotmès a càrregues de compressió i el lateral a forces de distracció i, per tant, les superfícies articulars del compartiment extern se separarien a cada pas. L'efecte de la musculatura de la cara lateral pot explicar per què en un genoll amb un eix mecànic normal es pot desenvolupar una artrosi del compartiment intern si aquesta musculatura és dèbil i també per què alguns genolls amb deformitat en var no es deterioren si tenen una correcta musculatura al compartiment extern (32).

Alguns autors han perfeccionat encara més la descripció del moment varitzant del genoll durant la marxa (39). Per això van dividir el braç de palanca de la força de gravetat P en dues parts: una part extrínseca, que és independent dels

eixos de l'extremitat (VE) i una d'intrínseca, que reflecteix l'eix d'alineació del genoll (VI) (Il·lustració 2).



### **Il·lustració 2.** Moment varitzant. Var extrínsec (VE) i intrínsec (VI)

En un genoll neutre amb un eix mecànic a  $180^{\circ}$  la distància entre la línia de força de la gravetat i el centre del genoll és la distància de var extrínsec. En un genoll var, la distància de var intrínsec, que consisteix en la distància entre un teòric eix mecànic neutre i el centre del genoll, s'afegeix a la distància de var extrínsec i d'aquesta manera s'obté la mesura total del var. Tot això permet comprendre l'efecte que té la morfologia del pacient en el "moment varitzant"

independentment de quina sigui l'alineació de l'extremitat. Així doncs, una pelvis ampla, una coxa vara, un fèmur curt i una contractura del maluc en adducció augmentarà la distància del var extrínsec i al contrari, una pelvis estreta, una coxa valga, un fèmur llarg i un maluc en abducció disminuiran aquesta distància (39). La distància del var extrínsec té un paper fonamental en el desenvolupament d'una gonartrosi al compartiment medial del genoll. Això també explica per què un genoll var artròsic amb una debilitat de la musculatura de la cara lateral requerirà una sobrecorrecció de l'eix si es pretén equilibrar les forces de gravetat que tendeixen al var amb les musculars que tendeixen al valg. En aquest cas, l'excés de correcció necessari dependrà del pes corporal, de la distància del var extrínsec i de la força de la musculatura lateral (39).

No obstant això, l'avaluació estàtica del "moment varitzant" no té en compte les modificacions que es produeixen durant el cicle de la marxa. Diversos treballs han demostrat que la distribució de càrregues a l'articulació del genoll durant la marxa manté una relació molt estreta amb la deformitat angular estàtica i amb altres factors dinàmics (40-42). També s'ha demostrat que el "moment varitzant" mesurat a través de l'anàlisi de la marxa, té un paper molt important en els resultats de l'osteotomia de tibia proximal (40,42). Els pacients amb un moment varitzant petit tenen una probabilitat major de presentar un resultat durador respecte els que tenen un moment varitzant major. Alguns pacients amb genolls vars tendeixen a desenvolupar mecanismes compensadors que redueixen el moment varitzant com poden ser un escurçament del pas o la marxa en rotació externa de l'extremitat. També s'ha demostrat que si s'aconsegueix un valg correcte de l'extremitat quan es realitza una osteotomia



tibial supratuberositària, el moment varitzant màxim no manté cap relació amb el resultat postoperatori des del punt de vista de la clínica i els controls radiològics (41). Malgrat això, els resultats clínics a llarg termini sí que es relacionen de manera significativa amb l'alineació obtinguda després de la intervenció quirúrgica. Tot això confirma la importància d'una correcta tècnica quirúrgica per millorar el dolor al compartiment intern després del procediment.

Un altre factor molt important a tenir en compte en la patogènia del dolor compartimental intern del genoll és l'estudi de la torsió de les extremitats inferiors. És un fet conegut que les anomalies de torsió de les extremitats inferiors poden modificar significativament la distribució de les càrregues a través d'un genoll que en altres aspectes pot ser del tot normal (33-34, 43). Una variació en l'anteversió femoral o la torsió tibial externa poden ajudar a comprendre alguns mecanismes compensadors que adopten aquests pacients per disminuir el moment varitzant durant la deambulació, com per exemple la marxa en rotació externa de l'extremitat. Així doncs, en el pacient amb un genoll var simptomàtic candidat a una osteotomia tibial valguitzant, l'avaluació clínica acurada i l'estudi radiològic de l'extremitat per quantificar el grau d'anteversió femoral i de torsió tibial ens donarà una informació molt valuosa per decidir el tipus d'osteotomia més adequada.

### **1.2.2. Dolor compartimental intern: l'osteotomia valguitzant tibial**

Els resultats actuals de les pròtesis totals i unicompartmentals de genoll han millorat significativament en els últims anys i han anat implementant les seves indicacions (15-17). Una de les opcions terapèutiques vigents per al tractament

del genoll var preartròsic simptomàtic és l'osteotomia valguitzant tibial. Diversos treballs suecs amb un temps de seguiment entre 10 i 17 anys (44-45) van demostrar com la deformitat en var de l'extremitat en els pacients joves incrementa el risc de patir una artrosi simptomàtica del compartiment medial del genoll. En aquests casos, el mal pronòstic de la gonartrosi i els bons resultats de l'osteotomia quan es complien els criteris de selecció i la tècnica quirúrgica era precisa fan que encara es consideri plenament vigent en el tractament del genoll preartròsic secundari a una anomalia d'alineació de les extremitats inferiors. De fet, de forma genèrica, es considera que la indicació ideal per a l'osteotomia valguitzant tibial es dóna en els casos següents (46):

- Pacient actiu amb un genoll var superior als **5°**
- Edat entre **40 i 60** anys
- Índex de massa corporal que no superi els **30 kg/m<sup>2</sup>**
- Que presenti dolor selectiu al compartiment medial del genoll

Des d'un punt de vista biomecànic podríem considerar l'artrosi del compartiment medial del genoll com la conseqüència del desequilibri entre la resistència biològica de l'articulació i la seva sobrecàrrega mecànica. L'efecte nociu de la pressió excessiva exercida sobre el cartílag s'ha demostrat en nombrosos estudis en models animals (37, 47-49). Alguns autors com Mckellop i cols. van confirmar també utilitzant extremitats inferiors de cadàvers com el nivell i grau de deformitat influeix significativament sobre les pressions de contacte al genoll (50-51). Per tant, el tractament adequat ha de reduir les càrregues sobre el compartiment femorotibial intern fins a fer-les tolerables. Pel que fa al grau de correcció necessària per redistribuir les pressions als

compartiments femorotibial intern i extern, existeix encara certa controvèrsia a la literatura (13). Alguns autors consideren que en el moment de la planificació preoperatòria, l'eix de càrrega de l'extremitat cal desplaçar-lo lateralment i d'aquesta forma creua la superfície tibial externa a l'anomenat punt de Fugisawa, que es localitza aproximadament a una distància que equival al 62% del total de l'amplada del platet tibial mesurada des del compartiment intern (52). Basant-se en aquest fet, alguns estudis clínics aconsellen corregir en excés l'eix mecànic de l'extremitat per millorar l'efecte de descàrrega mecànica sobre el compartiment intern (53). Altres treballs realitzats en cadàver han presentat una distribució de les pressions entre els compartiments femorotibial intern i extern del 30% i 70% respectivament quan l'eix mecànic discorre pel centre del platet tibial (12) i altres han alertat sobre els riscos de provocar una hipercorrecció que pot portar en ocasions a sobrecarregar de forma simptomàtica el compartiment femorotibial extern fins a causar canvis degeneratius femorotibials externs (54).

Com ja hem comentat prèviament, es considera que el pacient ideal per a realitzar una osteotomia valguitzant presenta una deformitat moderada i una artrosi incipient. El principal objectiu que persegueix aquesta tècnica quirúrgica és disminuir la intensitat del dolor a través de la modificació de l'eix mecànic de l'extremitat i evitar la progressió de la malaltia.

Existeixen diverses tècniques que pretenen aconseguir l'efecte de valguització tibial. Una de les més utilitzades és l'osteotomia de sostracció externa. Aquesta osteotomia es realitza a nivell supratuberositari (entre la superfície articular i la tuberositat tibial anterior) i aconsegueix l'efecte de valguització amb l'extracció d'una falca òssia externa. Això permet el tancament posterior del defecte ossi

creat, produint l'efecte de valguització de la tibia. Hoffman i cols. van dissenyar un instrumental específic per a realitzar aquesta osteotomia amb el màxim grau de precisió i reproductibilitat que encara continua vigent en el moment actual (55). Aquest tipus d'osteotomia ha estat utilitzada per molts cirurgians les últimes dècades (32, 55-57). Pel que fa referència al tipus de fixació, la tècnica clàssica es va descriure utilitzant una làmina placa (58-60). Actualment la fixació amb placa és un dels mètodes més utilitzats (II-lustració 3).



**II-lustració 3.** Osteotomia de valguització tibial de tancament

Un altre tipus d'osteotomia tibial valguitzant és la d'adició interna. Alguns autors com Debeyre i cols. l'han utilitzada des de l'any 1951 (61-62). En aquest cas, l'efecte de valguització s'obté gràcies a l'adició d'empelt autogen o al·logen a la metàfisi tibial interna que permet farcir el defecte creat amb l'osteotomia d'obertura. El sistema de fixació més habitual que s'utilitza en aquests casos

també és la placa. Entre altres, unes de les més utilitzades per a aquesta osteotomia són la placa Puddu (II-lustració 4) o la Tomofix<sup>R</sup> (63).



**II-lustració 4.** Osteotomia de valguització tibial d'obertura fixada amb una placa de Puddu.

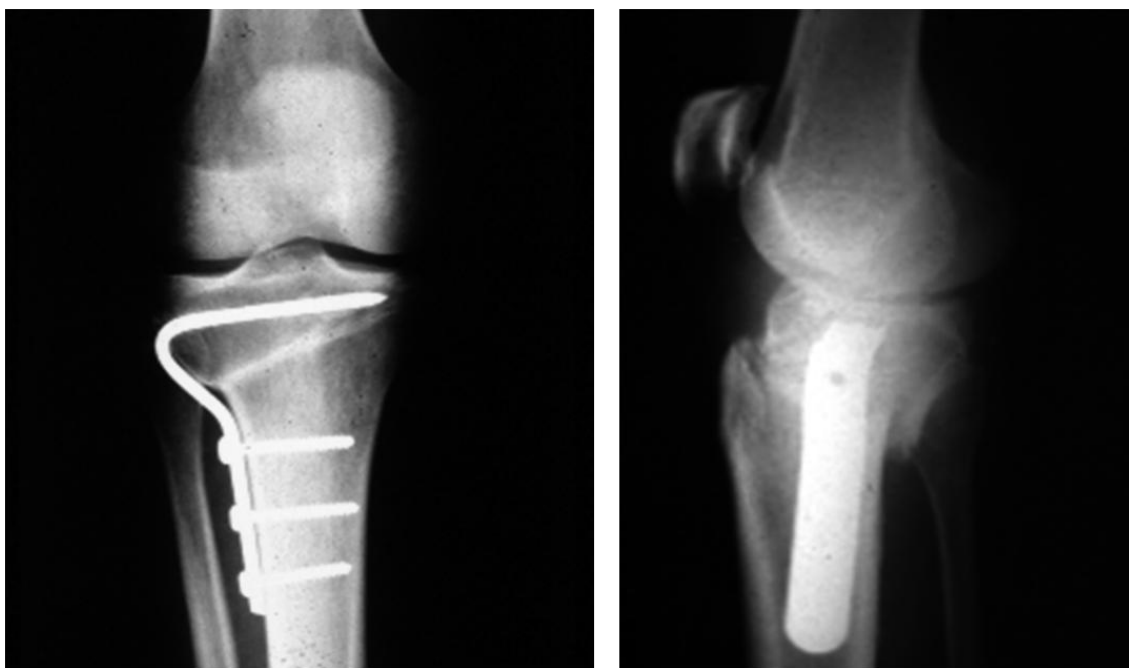
Un altre tipus d'osteotomia correctora que es pot realitzar en casos més infreqüents on la deformitat supera els 20° de var és l'osteotomia valguitzant en cúpula (II-lustració 5), que permet un major grau de correcció sense sacrificar estoc ossi (9, 64-65). Per aquest tipus d'osteotomia existeix també un instrumental específic per poder corregir la deformitat de forma precisa (66).



**II·lustració 5.** Osteotomia tibial en cúpula associada a osteotomia femoral

Finalment, també cal tenir present les osteotomies tibials que s'indiquen no només per a tractar una deformitat en var sinó que pretenen corregir també una torsió tibial excessiva de l'extremitat. És la denominada osteotomia tridimensional de tibia (33-67), fonamentada conceptualment en l'osteotomia triplanar de Judet (68). Aquesta osteotomia supratuberositària tibial permet a través d'un tall oblic ascendent, de fora a dintre i de posterior a anterior deixant un pont ossi a la cortical interna com a punt de fulcre, realitzar una rotació

interna del segment distal, aconseguint la correcció del var i la torsió tibial externa excessiva que presenten aquests pacients (Il·lustració 6).



**Il·lustració 6.** Osteotomia tridimensional de tibia

### **1.2.3. Osteotomia valguitzant tibial. Avaluació de resultats.**

#### **1.2.3.1. Avaluació de resultats globals**

L'avaluació de resultats després d'una osteotomia valguitzant tibial s'ha presentat a la literatura en diferents vessants ben diferenciades:

- **Anàlisi de supervivència:** Els treballs basats en l'anàlisi de supervivència de l'osteotomia tibial presenten un índex que sol estar entre el 51% i el 97% als 10 anys a les diferents sèries (69-74). En la majoria de les ocasions es considera com a fracàs de l'osteotomia els

casos que han requerit una pròtesi unicompartmental (75) o total de genoll (76-80).

- **Treballs biomecànics:** Existeixen treballs biomecànics l'objectiu dels quals ha estat fonamentalment l'estudi de les càrregues mecàniques a què estan sotmesos els compartiments femorotibial intern i extern (12-13) i també a nivell femoropatelar (81) tant en el genoll var com després de realitzar l'osteotomia tibial.
- **Avaluació de les modificacions en el pla coronal:**
  - En aquest cas, la majoria de les sèries publicades consideren que la correcció obtinguda en el pla coronal és reproduïble (82) i equiparable tant a les osteotomies valguitzants de sostracció externa com a les d'adició interna (83).
- **Avaluació de les modificacions en el pla sagital:** Els paràmetres estudiats amb més freqüència han estat l'alçada rotuliana i la pendent tibial posterior:
  - **Alçada rotuliana:** Diferents sèries han estudiat les modificacions que pateix l'alçada rotuliana després del procediment. Els resultats a la majoria dels treballs publicats conclouen que l'alçada de la ròtula pateix un descens després d'una osteotomia d'adició interna i un ascens després d'una de sostracció externa (84-86).



- **Pendent tibial posterior:** En aquest cas, la majoria de treballs presenten augments significatius de la pendent a les osteotomies d'adició interna i una disminució a les de sostracció externa. Tot i que és un fet conegut, fins al moment modificacions mínimes de la pendent no sembla que repercuteixin significativament sobre els resultats funcionals del procediment (83, 87-88).
  
- **Avaluació de les modificacions en el pla axial:** Pel que fa al pla axial, no sembla que la bàscula ni la translació rotuliana pateixin modificacions significatives a cap de les dues osteotomies. Tot i que això no sembla tenir cap repercussió significativa sobre els resultats funcionals (89), en alguns treballs s'ha proposat una modificació en el traç de l'osteotomia excloent la tuberositat tibial anterior per evitar modificacions de l'alçada rotuliana després de la intervenció i sobretot per disminuir el risc de patir una patel·la baixa (90).

### **1.2.3.2. Avaluació específica del dolor**

- La majoria de sèries clíniques publicades on s'avaluen els resultats d'una osteotomia valguitzant tibial mesuren els resultats clínics i funcionals mitjançant tests d'avaluació específics i alguns també amb els d'estudi de qualitat de vida percebuda. Pel que fa als tests clínics i d'avaluació de funció, la majoria inclouen en algun paràmetre la mesura del dolor que pateix el pacient. En aquests casos, el resultat del

procediment a efectes de dolor queda inclòs, doncs, en el resultat global del test funcional. Els tests clínics i funcionals més utilitzats són l'escala de Lysholm (82, 91-93), la de Tegner (91,92), el Knee Society Score (KSS), (14, 94-96), el Western Ontàrio i McMaster Universities index score (WOMAC) (14), el International Knee Documentation Committee (IKDC) (91, 93, 229) i l'Òxford Knee Score (97,98). Finalment, en algunes ocasions s'ha utilitzat l'escala visual analògica (EVA) per avaluar la millora àlgica dels pacients intervinguts (92, 96, 99-100). De tots els sistemes de mesura mencionats, cal analitzar de quina forma s'avalua i es registra el dolor al genoll que pateix el pacient;

- **Escala de Lysholm i Tegner:** Avalua la funció del genoll basant-se en vuit paràmetres: la presència de coixesa, la necessitat d'algun suport per a la deambulació, la clínica de bloquejos al genoll, la inestabilitat, la inflamació, la dificultat per pujar o baixar escales, per posar-se a la gatzoneta i també el dolor que es pateix al genoll (2). En aquest últim, el pacient ha de discriminar si el dolor que pateix és constant, si apareix després de deambular menys o bé més de 2 km, després d'una activitat física exigent, si només apareix de forma ocasional o bé si no es pateix cap mena de dolor. D'aquesta manera es puntua el grau de dolor entre un mínim de 0 punts en un pacient amb molt dolor i de 25 punts en un pacient sense cap molèstia. La resta de paràmetres en conjunt permeten obtenir entre 0 punts en un pacient totalment invalidat a 75 si no hi ha cap molèstia. Per tant, l'avaluació del dolor contribueix tan sols un 25%

al valor total del test i no permet especificar ni la localització precisa ni quantificar-ne la intensitat.

- **Knee Society Score:** El KSS utilitza dues línies d'avaluació: una d'específica del genoll i una altra per la funció. Cada una d'elles té un rang establert entre 0 i 100 punts de forma que com més elevada és la puntuació que s'obté, en millor estat es troba el genoll i la seva funció (1). Pel que fa referència a l'avaluació clínica, es divideix en dues parts: en primer lloc, en una escala específica que avalua dolor, mobilitat i estabilitat; i en segon, una escala funcional que avalua la funció del genoll intervingut en termes de les distàncies que el pacient pot recórrer o bé la necessitat d'utilitzar bastó durant la deambulació i les dificultats en pujar o baixar escales. En aquest sistema de mesura, la valoració específica de dolor es fa amb una escala definida entre 0 i 50 punts, on el pacient refereix si presenta un dolor intens i invalidant (0 punts), moderat continu (10 punts), moderat ocasional (20 punts), ocasional en caminar i amb les escales (30 punts), només amb les escales (40 punts), lleu ocasional (45 punts) o no pateix cap dolor (50 punts). Així doncs, la mesura del dolor és qualitativa, no permet localitzar el punt exacte de dolor que el pacient pateix i la mesura contribueix tan sols en un 50% del total de l'avaluació del genoll.
- **Escala de WOMAC:** Es fonamenta en l'avaluació de tres apartats principals: dolor, rigidesa i capacitat funcional, sempre referits als dos dies previs a la realització del qüestionari (3, 4, 101). Pel que fa al dolor,

es demana al pacient si en presenta en caminar per un terreny pla, en pujar o baixar escales, mentre dorm, en estar assegut o en estar dret. Per a cada un d'aquests aspectes el pacient respon si no té cap dolor, o bé si en té poc, bastant, molt o moltíssim. Novament es tracta d'una escala qualitativa que depèn completament del pacient i que es refereix al dolor global del genoll sense poder precisar cap localització específica.

- **IKDC:** Contempla una avaluació objectiva que realitza el cirurgià i que es fonamenta en les troballes de l'exploració física del genoll i una avaluació subjectiva en què es demana al pacient sobre tres aspectes fonamentals; simptomatologia, grau de limitació per a la realització d'activitats esportives i finalment en relació amb la funció del genoll i activitats de la vida quotidiana (5). Pel que fa a l'avaluació específica del dolor, s'inclou a l'apartat de la simptomatologia, on tres de les nou preguntes es refereixen al dolor;
  - La primera pregunta fa referència al grau d'activitat física que el pacient pot fer sense patir un dolor significatiu. En aquest cas, el pacient ha de respondre entre cinc opcions: activitats molt enèrgiques que requereixen salt i pivotatge com el bàsquet o el futbol, activitats demandants com l'esquí o el tennis, activitats moderades com córrer, activitats com caminar o fer les feines de casa i finalment la invalidació completa per a fer cap de les activitats prèvies a causa del dolor.

- La segona qüestió es refereix a la freqüència amb què ha patit dolor les últimes quatre setmanes. El pacient respon en una escala de 0 al 10, en què 0 correspon a no haver patit dolor en cap moment i 10 quan el dolor ha estat constant.
- La tercera qüestió fa referència a la intensitat del dolor i també cal respondre entre 0 i 10 assumint que 0 és un dolor inexistent i 10 un dolor insuportable. En aquest cas novament l'avaluació del dolor queda inclosa en el global del qüestionari, depèn completament de la interpretació que en fa el pacient i no permet localitzar el dolor més enllà de la globalitat del genoll.
- **Oxford knee score:** No difereix significativament dels qüestionaris ja mencionats (102). En aquest cas, consta de dotze preguntes que es refereixen als problemes soferts al genoll durant les quatre setmanes prèvies. Es combinen preguntes referents a la funció i el dolor. Aquest últim s'avalua de forma concreta en cinc de les dotze preguntes;
  - En la primera es demana una descripció de la intensitat del dolor en termes d'absència total, dolor molt lleu, lleu, moderat o intens.
  - En la segona s'avalua la distància que el pacient pot recórrer caminant amb o sense ajuda de bastó fins que el dolor es considera intens. La resposta permet triar entre més de 30

minuts, entre 16 i 30 minuts, entre 5 i 15 minuts, al voltant de la casa o bé dolor en repòs.

- La tercera demana al pacient quin dolor pateix en aixecar-se d'una cadira després de realitzar un àpat. Les opcions en aquest cas són l'absència de dolor, un dolor lleu, moderat, sever o incapaç d'aconseguir-ho per la gravetat d'aquest.
  - La quarta pregunta fa referència a la freqüència d'aparició de dolor durant el repòs al llit. Les opcions en aquest cas són mai, una o dues nits, diverses, la majoria o totes.
  - Finalment, la cinquena pregunta pretén avaluar el grau de limitació per a l'activitat laboral que provoca el dolor. Les respostes en aquest cas són l'absència de limitació, lleu, moderada, intensa o completa. En aquest cas, novament l'avaluació del dolor és subjectiva i totalment dependent del pacient. Tampoc permet localitzar amb precisió el dolor i el resultat queda també inclòs en el global del qüestionari.
- **Escala visual analògica:** L'escala d'EVA avalua el dolor que presenta el pacient en un marge numèric que va del 0 al 10. Es considera el 0 com l'absència total de dolor i el 10 com un dolor insuportable (14, 92, 96, 99-100). Es tracta, doncs, d'una escala quantitativa, però que malauradament depèn totalment de l'apreciació del pacient.

Així doncs, tenint en compte el global de qüestionaris utilitzats fins el moment en els pacients a qui s'ha practicat una osteotomia valguitzant tibial, es fa palesa la manca d'una mesura objectiva, específica i sobretot quantificable del dolor al compartiment intern que pateix el pacient tant abans com després de realitzar el procediment quirúrgic.

### **1.3. Dolor a diàfisi tibial en relació a l'ús de tiges tibials en cirurgia protètica.**

#### **1.3.1. Utilització de tiges tibials: cimentades i no cimentades.**

- A causa de l'evolució demogràfica dels països occidentals en els últims anys s'ha produït un increment substancial del nombre de pròtesis totals de genoll que s'implanten. Aquest fet fa que la previsió del nombre de cirurgies de revisió que es realitzaran també hagi crescut notablement. De fet, es calcula que als Estats Units es produirà un increment del 600% en el període entre el 2005 i el 2030 (17). Les causes més freqüents per les quals es realitza un recanvi protètic de genoll són la infecció (25.2%), l'afluixament mecànic de la pròtesi primària (16.1%) i el tipus de revisió que es realitza més sovint és el recanvi de tots els components protètics (103). Secundàriament, els costos que es deriven d'aquest tipus d'intervencions van creixent. No obstant això, la cirurgia protètica de revisió com a conseqüència d'una infecció continua sent la més costosa (104). A efectes de cost–efectivitat, els objectius actuals més importants d'aquest tipus d'intervencions són la millora en la funció, la desaparició del dolor i la millora de la qualitat de vida del pacient (105). A efectes de supervivència de la pròtesi recanviada, es calcula

que els percentatges als 10 anys de la intervenció estan al voltant del 71 al 94% (23-106). Existeixen diversos factors coneguts que poden influir en els resultats de la intervenció. Alguns dels més importants són el correcte disseny de l'implant, la correcta col·locació d'aquest que permeti una adequada correcció de l'eix de l'extremitat, el maneig que s'ha realitzat dels defectes ossis previs, la tècnica de fixació que s'ha utilitzat i finalment, les malalties concomitants que pugui patir el pacient (107-109). En els últims anys, està internacionalment acceptada la utilització de tiges endomedul·lars a la cirurgia de revisió protètica de genoll amb l'objectiu principal de millorar el grau de fixació de l'implant (110), sobretot en els casos en què existeix un defecte ossi associat o en casos de cirurgia tumoral on cal fer una àmplia resecció òssia (20, 109, 111-113). No obstant això, una de les principals controvèrsies encara vigents és la utilització o no de ciment per a la fixació de les tiges (103). Alguns autors han apostat per la seva utilització ja que consideren que millora la fixació de l'implant i redueix l'índex de reintervencions per afloixament d'aquest (20, 23, 114) i altres prefereixen la utilització de tiges no cimentades (112, 115-116). A efectes pràctics, això ha donat lloc a tres possibilitats a l'hora de col·locar una pròtesi de revisió (103) :

- La tècnica **no cimentada**, on no es col·loca ciment a cap dels components protètics.
- La tècnica que s'ha denominat "**híbrida**", en què s'utilitza ciment a nivell de les superfícies articulars però no a nivell de les tiges.



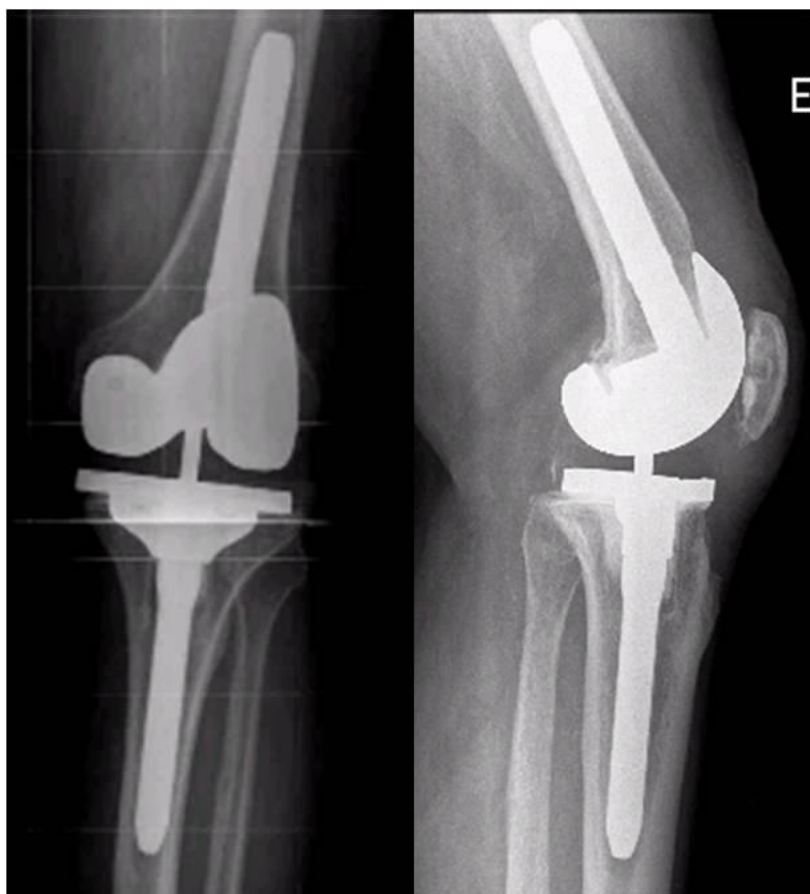
- La tècnica **cimentada** on tant els components femoral i tibial com les tiges es col·loquen amb ciment.

Pel que fa als resultats publicats a la literatura mèdica, la tècnica no cimentada ha caigut en desús malgrat que ha tingut alguns defensors, ja que els seus resultats no han estat corroborats per altres autors (115). És per això que en realitat quan parlem actualment de la tècnica no cimentada ens referim a l'híbrida.

La utilització de tiges ha demostrat àmpliament una millora en la distribució de les càrregues cap a l'os. Tanmateix, pel que fa referència a la utilització de ciment, les revisions bibliogràfiques recents revelen resultats sovint contradictoris que encara no ens permeten tenir una validesa prou sòlida per recomanar una tècnica o altra (23, 112-114). La tècnica no cimentada fins al moment actual ha presentat resultats comparables a la cimentada amb uns índexs d'afluixament asèptic que solen estar a la major part de sèries publicades al voltant del 6% (18, 117-118) tot i que en algunes es parla de fins a un 16% o un 29% (23, 119). Algun dels principals avantatges que s'argumenten per a defensar la utilització de la tècnica no cimentada és el fet d'aconseguir un millor alineament del component protètic, ja que normalment s'utilitzen tiges endomedul·lars més llargues que tenen la guia de la cortical òssia en el moment de la col·locació (22). Quan s'utilitzen tiges cimentades solen ser més curtes i el seu diàmetre menor, ja que l'adaptació del component a l'os depèn més de la interfase de ciment que s'ha col·locat (22, 115). Pel que

fa referència a l'adaptació del component a la mida i posició exacta de l'os, la tècnica cimentada permet adaptar millor la mida del component ja que una tija en general més curta i estreta permet un major marge en el posicionament. Quan s'utilitzen tiges no cimentades l'única forma de poder millorar aquesta adaptació és utilitzant els anomenats "offset". L'alternativa a la seva utilització és reduir la mida del component protètic a càrrec de perdre una correcta adaptació de l'implant o bé de provocar una diferència de mida excessiva entre els components femoral i tibial.

Un altre avantatge que els defensors de la utilització de tiges no cimentades argumenten és que en cas que es requereixi una nova intervenció quirúrgica, l'extracció dels components sol ser més senzilla i permet una menor pèrdua d'estoc ossi de cara a la col·locació d'un nou implant (Il·lustració 7). Malgrat això, un dels principals inconvenients amb la utilització de les no cimentades és l'aparició de l'anomenat dolor a punta de tija. Tot i que en alguns casos és un quadre transitori i de resolució espontània, pot arribar a ser molt invalidant per al pacient i en ocasions pot arribar a requerir una nova intervenció quirúrgica per a tractar-lo (15, 120). Aquest quadre clínic sol aparèixer amb més freqüència a nivell de la punta de tija tibial i la seva incidència varia segons les sèries publicades oscil·lant entre el **0%** i el **23,3%** (24-25, 111, 120-121).



**Il·lustració 7.** Recanvi protètic amb tija tibial no cimentada

### **1.3.2. Dolor a punta de tija tibial protètica: etiologia**

Les propietats físiques dels implants que s'utilitzen en cirurgia protètica de genoll difereixen de les de l'os que els allotja. En el cas dels components tibials amb tiges no cementades, la major rigidesa de l'implant respecte a l'os afavoreix que es produeixi una transmissió de les càrregues que rep l'articulació directament sobre l'extrem distal de la tija. Aquest fenomen que en l'argot anglosaxó s'ha anomenat "stress shielding" té un doble efecte sobre la tibia ja descrit des de fa més de tres dècades (122-124);

- Per una banda, es produeix un cert debilitament mecànic per desús de l'os de la zona epifisària proximal de la tibia
- En segon lloc, es transmeten les càrregues a nivell de la punta de la tija protètica. En aquest punt concret és on finalment es transmeten sobre la cortical òssia totes les sol·licitacions mecàniques que rep l'implant. En ocasions això provoca una reacció òssia cortical en aquesta zona que va acompanyada d'un dolor local que pot arribar a ser invalidant.

Així doncs, tot sembla apuntar que tant el disseny de les tiges protètiques com les propietats biomecàniques dels materials que s'utilitzen per a la seva fabricació poden ser factors clau també en l'etiologia d'aquest procés. Aquesta problemàtica ha portat al desenvolupament en els últims anys de diversos treballs biomecànics i modificacions en els dissenys de les tiges tibials no cimentades (124-129).

### **1.3.3. Dolor a punta de tija tibial protètica: avaluació i mètodes de mesura actuals**

El dolor en punta de tija tibial és una entitat ben descrita a la literatura amb una incidència a les diferents sèries publicades que oscil·la entre el 0 i el 23,3% (24-25, 120-121). Pel que fa referència a l'avaluació específica del dolor, no existeix a l'actualitat cap mètode estandarditzat que permeti mesurar de forma objectiva la intensitat del dolor que el pacient refereix a nivell de la diàfisi tibial.

Les diverses sèries publicades han avaluat el dolor a punta de tija tibial utilitzant diferents mètodes:

- S'han utilitzat escales genèriques de funció del genoll ja comentades prèviament com la Knee Society Score, que avalua la situació clínica del pacient (1). La mateixa escala també afegeix una avaluació radiològica que permet diferenciar diferents punts de l'implant a les projeccions radiològiques (130). Com ja hem comentat, una de les principals limitacions d'aquesta escala és que no permet concretar la localització del dolor. En el cas del dolor en punta de tija tibial, aquesta limitació és encara major ja que el pacient sovint no té cap dolor a nivell del genoll, però sí un dolor invalidant a la diàfisi tibial, a l'alçada de la punta de la tija protètica. Malgrat això, el KSS continua sent una de les escales més utilitzades a les diferents sèries clíniques publicades (16, 24-25, 109, 113, 119, 131-132).
- Escales genèriques de satisfacció, que tot i que donen informació de la percepció que el pacient té del procediment realitzat, no avaluen de forma específica el dolor (24-25).
- Escales de qualitat de vida percebuda com el SF-36 per al seguiment de pacients portadors de pròtesis totals de genoll amb tiges endomedul·lars (24). Aquesta escala conté 36 ítems dividits en vuit dimensions: funció física, rol físic, dolor corporal, salut general, vitalitat, funció social, rol emocional i salut mental. Pel que fa a la valoració específica del dolor, permet registrar-ne la intensitat de forma genèrica en termes de: gens de

dolor, molt poc, regular, bastant o molt. No obstant això, es refereix al dolor global que pateix el pacient i no en un punt concret d'estudi.

- Altres escales d'avaluació que s'han utilitzat amb certa freqüència en sèries clíniques amb pacients portadors de pròtesis de revisió amb tiges endomedul·lars són la de la Universitat de Califòrnia i Los Angeles (UCLA), que mesuren prioritàriament la funció del genoll però no el dolor de forma específica (24-25).
- Per a la localització del dolor s'han utilitzat dibuixos o esquemes anatòmics on el pacient localitza el punt àlgic (24-25). En el cas concret del dolor en punta de tija tibial, això permet diferenciar el dolor articular del dolor específic en punta de tija, ja que el pacient sol localitzar sobre el dibuix el punt de dolor a nivell de la diàfisi de la tibia més que no al genoll. Tanmateix aquest mètode tampoc permet quantificar la intensitat del quadre àlgic.
- En ocasions, per a quantificar la intensitat del dolor en punta de tija s'ha utilitzat una escala similar a la que utilitza la Knee Society Score per al dolor genèric del genoll. D'aquesta forma es registra la intensitat del dolor en base a la limitació que presenta el pacient, que pot ser després d'una activitat física molt intensa, moderada, durant les activitats de la vida quotidiana o bé dolor en repòs (24-25). Així doncs, el registre de la localització i intensitat del dolor depèn també en la seva totalitat del pacient, fet que disminueix probablement la fiabilitat i reproductibilitat de la mesura.

- També s'ha utilitzat la radiologia com a eina per a millorar l'estudi d'aquest fenomen. En ocasions s'ha utilitzat la classificació radiològica de la Knee Society Score, ja mencionada prèviament (15, 24-25). Algunes sèries han intentat precisar algunes medicions específiques pel que fa a la relació entre el diàmetre de la tija protètica i el del canal endomedullar tibial, calculant la ràtio existent entre el diàmetre de la tija tibial col·locada i el diàmetre del canal endomedullar a diferents nivells en el pla radiològic anteroposterior per poder relacionar aquest paràmetre amb l'aparició de dolor en punta de tija (24-25). No obstant això, aquests paràmetres s'han relacionat més com a possible factor de risc d'aparició del dolor que no com a valoració o mesura d'aquest.
- Escala visual analògica (EVA). En aquesta escala s'avalua la intensitat del dolor entre el 0 i el 10, assumint que 0 és un dolor inexistent i 10 és un dolor d'una intensitat màxima (27). Tot i que és una escala vigent i utilitzada en múltiples processos dolorosos, crida l'atenció que a la literatura mèdica revisada no s'ha utilitzat fins al moment per a avaluar específicament el dolor a punta de tija tibial.
- Pel que fa referència a la utilització de tècniques o aparells de mesura del dolor més reproduïbles com l'algometria de pressió, tampoc se n'ha avaluat la potencial utilitat fins al moment actual.

#### 1.3.4. Dolor a punta de tija tibial protètica: maneig terapèutic

Els pacients que refereixen dolor a la punta de la tija protètica després d'una cirurgia de revisió solen estar invalidats per a moltes de les activitats de la vida quotidiana i el seu maneig terapèutic acostuma a ser complex.

Inicialment el tractament recomanat és conservador amb mesures tòpiques, tractament antiinflamatori i analgèsic, ja que en ocasions després d'uns mesos amb dolor instaurat les molèsties poden disminuir i el quadre es resol espontàniament (15, 120). Malgrat això, en algunes ocasions el dolor es fa persistent i progressivament invalidant i acaba requerint un tractament quirúrgic.

Alguns autors consideren que el disseny de la tija protètica (morfologia, longitud, diàmetre i material) facilita la transmissió directa de les càrregues sobre la punta de la tija, i per tant, pot ser una de les causes principals de l'aparició del quadre clínic (24-25, 125). Tanmateix, altres no han trobat una relació clara entre la longitud, diàmetre o percentatge de farciment del canal endomedullar per a la tija de la pròtesi i l'aparició de dolor a punta de tija (22). Sovint, les diverses opcions quirúrgiques que es plantegen van encaminades a modificar les sol·licitacions sobre la diàfisi de la tibia. Des d'aquest punt de vista existeixen actualment dues modalitats de tractament quirúrgic:

- **Cirurgia de conservació protètica:** que pretén mantenir la pròtesi ja col·locada i realitzar un reforç ossi per a millorar la distribució de les sol·licitacions mecàniques sobre la diàfisi tibial. Per a aquesta opció existeixen dues alternatives:



- La utilització d'empelts ossis al·logènics estructurals fixats amb cerclatges per disminuir la zona de sobrecàrrega a nivell de la punta de la tija protètica (26). Tot i que es tracta de casos aïllats, els resultats presentats han estat favorables.
- L'alternativa a la utilització d'un al·loempelt és la placa d'osteosíntesi. Alguns autors, basant-se en els bons resultats obtinguts en el tractament de les fractures d'estrès en atletes, han utilitzat plaques d'osteosíntesi amb el mateix objectiu amb bons resultats funcionals (133-134).
- **Cirurgia de revisió protètica:** En aquest cas, l'agressivitat de la cirurgia és major i les línies d'actuació també plantegen dues opcions diferenciades:
  - Modificació de l'ancoratge de la tija protètica tibial. En aquests casos se solen utilitzar tiges de menor diàmetre i una major longitud per modificar la distribució de les sol·licitacions mecàniques a nivell de la diàfisi tibial (135). L'altra alternativa que es pot plantejar és la implantació d'una tija tibial cimentada (120).
  - En segon lloc, existeixen models protètics que permeten modificar la zona principal d'ancoratge del component protètic tibial buscant una fixació fonamentalment a la metàfisi proximal de la tibia. En aquests casos, la tija tibial és encara més estreta i

actua només com a guia endomedul·lar per a la correcta alineació del component. Les sèries clíniques publicades fins al moment actual també han presentat bons resultats clínics i funcionals (120).

Sigui quin sigui el tractament realitzat, la mesura del dolor tant en el preoperatori com en el moment de l'avaluació del resultat es fonamenta en tots els casos en la pròpia percepció del pacient i no en una mesura objectivable i reproduïble que el cirurgià pugui realitzar.

## **1.4. Algometria de pressió**

### **1.4.1. Definició de llindar d'aparició de dolor**

Podem definir el llindar d'aparició de dolor com el grau de pressió màxima a partir de la qual un estímul de pressió sobre una determinada localització del cos humà esdevé dolorós (28). Quan es determina utilitzant l'algometria de pressió, el valor d'aquest llindar no ens dóna informació sobre possibles modificacions en el grau d'excitabilitat neuronal perifèrica o dels centres de regulació central del dolor. Es tracta d'un registre que permet determinar i quantificar l'estímul dolorós en el punt concret d'estudi i, per tant, facilita poder avaluar diferències respecte altres grups de pacients comparables o bé estudiar les modificacions que es produeixen amb el temps.

#### **1.4.2. Resum històric i aparells de mesura actuals**

Al llarg del temps han aparegut múltiples aparells amb l'objectiu de poder mesurar el dolor. De fet, el mètode de la palpació o aplicació local d'una pressió en el punt àlgic és un dels més antics i simples que coneixem. Una de les primeres referències de què tenim constància pel que fa al mètode de l'algometria de pressió es remunta als treballs de Keele l'any 1954 (136). El desenvolupament progressiu d'aquest mètode prové de la necessitat històrica de poder quantificar el dolor de la manera més reproduïble possible. L'algòmetre de pressió és un instrument que permet quantificar el dolor local a través de la pressió progressiva que s'exerceix en un determinat punt del cos humà. Els primers algòmetres de què es va poder disposar tenien un funcionament purament mecànic. L'aparell incorporava un indicador extern que registrava el punt de pressió màxima que l'investigador havia realitzat. No obstant això, el fet de tractar-se d'aparells no electrònics feia que la determinació del nivell d'aparició de dolor fos menys precisa per diversos motius. En primer lloc, una limitació era l'error potencial en la lectura després de la mesura per part de l'observador. El fet de tractar-se d'un mètode similar a com es faria en un rellotge clàssic d'esfera, feia que es pogués precisar menys el valor exacte del llindar dolorós i, per tant, disminuïa de forma significativa la reproductibilitat de la mesura realitzada. En segon lloc, tampoc es podia controlar la velocitat a què l'observador incrementava la pressió en el punt d'estudi. En aquest cas, es podria donar la situació que en un punt d'estudi especialment sensible, un increment brusc de pressió pogués generar més dolor que un increment més lent.

Tot i aquestes limitacions en els antics aparells de mesura, fa més de dues dècades ja es determinaven els llindars d'aparició de dolor en individus sans a diferents zones del cos humà (II-lustració 8). Diferents treballs ja van demostrar uns coeficients de correlació intraobservador que oscil·laven entre 0,55 i 0,98 i interobservador entre 0,75 i 0,97 (137-141).



**II-lustració 8.** Algòmetre manual

En els darrers anys, el desenvolupament d'algòmetres digitals ha permès millorar substancialment la metodologia en la determinació del llindar d'aparició de dolor (142-146). En aquest cas, l'aparell incorpora un sistema de mesura que registra automàticament el valor del llindar d'aparició de dolor habitualment en Kilopascals (KPa) o bé en Newtons/cm<sup>2</sup> (II-lustració 9). Per tant, el grau de precisió en la mesura realitzada millora notablement perquè l'avaluador disposa del valor exacte de la medicació a la pantalla de l'aparell. Per altra banda, aquests aparells incorporen un sistema visual a la mateixa pantalla que permet que

durant la realització de la mesura l'investigador incrementi el grau de pressió sobre el punt d'estudi de forma progressiva, constant i reproducible després per altres avaluadors (147-149). Totes aquestes modificacions han permès una millora en la precisió de la mesura, amb uns valors de correlació intra- i interobservador estudiats en diferents localitzacions del cos humà que oscil·len entre el 0,6 – 0,98 i 0,75 – 0,91 respectivament (31, 150-153).

També s'ha demostrat una elevada correlació en els valors obtinguts per investigadors amb experiència en l'ús de l'algòmetre i els novells, fet que confirma la curta corba d'aprenentatge que té la tècnica (154-155).



**Il·lustració 9.** Algòmetre digital

Pel que fa als valors de normalitat en el llindar d'aparició del dolor, s'ha estudiat en múltiples localitzacions com a nivell de la musculatura del coll, espatlla, musculatura paravertebral i zona glútia. Aquests estudis han demostrat per una banda una gran variabilitat en el llindar de dolor entre individus sans, però en canvi no han observat diferències significatives quan s'han avaluat diferents punts simètrics del cos (142, 156). Aquests han confirmat la lògica variabilitat en la sensibilitat al dolor en diferents individus però també l'elevada reproductibilitat del mètode, bé quan s'utilitza en regions simètriques del mateix pacient o quan s'avalua el mateix punt després d'un període de temps determinat. Pel que fa referència a aquesta última part, alguns estudis han avaluat quina modificació es produeix en el llindar d'aparició del dolor en diferents punts del cos humà i han observat poques modificacions en el termini d'una setmana. Tanmateix, és un fet conegut que es produeix un augment en la variabilitat en les mesures obtingudes després de 10 a 13 setmanes de la mesura inicial (142).

Per altra banda, també cal tenir presents algunes variables que han demostrat poder tenir una certa repercussió en els valors obtinguts de llindar de dolor. Pel que fa referència a l'edat del pacient, existeix una certa controvèrsia. Alguns autors conclouen que els pacients amb més edat solen tenir llindars de dolor menors que el pacients joves (157) i altres que l'edat com a factor aïllat no té cap repercussió sobre el llindar de dolor (146, 158).

El sexe també ha estat una variable estudiada. En aquest cas, els resultats d'alguns treballs realitzats en voluntaris sans presenten en les dones llindars de dolor inferiors als homes (159).

### 1.4.3. Aplicació clínica

L'algometria de pressió és una eina que s'ha utilitzat en els últims anys per a l'estudi de diversos processos patològics. Ha estat útil per exemple quan s'ha volgut comparar l'eficàcia de diferents opcions terapèutiques en una determinada patologia. Tot i que ha demostrat ser una tècnica reproduïble i amb alts índexs de correlació intra- i interobservador, quan s'ha volgut estudiar un procés àlgic al llarg del temps s'ha observat un augment en el grau de variabilitat de les mesures obtingudes en el llinar d'aparició de dolor com ja hem comentat prèviament. La causa fonamental d'aquest augment de la variabilitat radica en factors més relacionats amb el propi pacient o la seva patologia més que no amb el mètode de mesura (142). Tot això ha fet que en els estudis on s'han volgut avaluar modificacions significatives en el llinar d'aparició de dolor, diversos autors han considerat com a necessària una diferència superior a uns 200 Kpa en una determinació per considerar-la com una modificació significativa o clínicament rellevant (29, 137, 152).

S'ha utilitzat l'algometria de pressió en l'estudi de diferents patologies:

- Dolor cervical o lumbar crònics (144, 145). D'aquesta forma, s'ha estudiat per exemple com grups de pacients afectes d'una síndrome de fatiga crònica presenten llinars d'aparició de dolor significativament més baixos que un grup de voluntaris sans o amb dolor lumbar crònic i a més aquest llinar encara disminueix quan se sotmet aquest grup de pacients a un exercici aeròbic (160).

- Processos reumàtics. S'ha observat com grups de pacients dones diagnosticades de fibromiàlgia presenten llistats de dolor significativament més baixos en diferents punts del sistema músculoesquelètic que grups de dones sanes, fet que permet confirmar la hiperalgesia muscular que solen patir aquest tipus de pacients (161).
- Avaluació i mesura de quadres àlgics com el dolor orofacial en relació amb alteracions de l'articulació temporomandibular o per a l'estudi i mesura del dolor abdominal. Un exemple és el cas del dolor pelvià crònic, que sol generar dolor irradiat a la part baixa de la paret abdominal anterior. En aquest cas, l'algometria s'ha utilitzat per comparar i quantificar el grau d'eficàcia d'un tractament mèdic analgèsic respecte una pauta d'infiltració anestèsica local (162).
- També s'ha utilitzat aquesta tècnica per a avaluar quines modificacions pot patir el llistat d'aparició de dolor en una determinada localització en relació amb la contracció muscular voluntària. En el cas del múscul quàdriceps, per exemple, sabem que la contracció muscular "submàxima" d'aquest provoca un augment significatiu en el llistat d'aparició de dolor de la cara anterior de la cuixa. Això ha permès millorar el coneixement sobre les vies de transmissió nociceptiva dels teixits múscul - esquelètics superficials i profunds perifèrics cap al sistema nerviós central (143).
- Avaluació del dolor postoperatori de pacients intervinguts de cirurgia protètica de genoll. Treballs recents han relacionat la mobilització activa i



la deambulació precoç després de la col·locació d'una pròtesi total de genoll amb menors requeriments analgèsics durant el període postoperatori immediat (30).

- Estudi de tendinopaties com la rotuliana o l'aquília. L'aplicació de l'algòmetre a nivell del tendó rotulià ha permès trobar diferències significatives entre el llindar dolorós de grups d'esportistes amb tendinopatia rotuliana simptomàtica i grups de control sense simptomatologia (31). Això ha permès que l'algometria s'hagi utilitzat i es consideri una tècnica útil per poder comparar i quantificar l'efectivitat de diferents pautes terapèutiques com infiltracions anestèsiques locals (29, 31).

Podem, doncs, considerar aquesta tècnica com una eina adequada i versàtil per a poder quantificar el dolor en un determinat punt del cos humà. En aquest projecte volem estudiar quina pot ser la utilitat potencial de l'algometria de pressió en els dos processos dolorosos que afecten la tibia i que ja hem comentat prèviament: el dolor en punta de tija protètica i el compartimental intern del genoll var simptomàtic.



## **2. HIPÒTESI DE TREBALL. HIPÒTESI NUL·LA**

**2.1. L'algometria de pressió és una tècnica amb una insuficient correlació intra- i interobservador quan s'utilitza a la metàfisi interna i a la diàfisi tibial.**

**2.2. L'algometria de pressió no és una tècnica útil en el diagnòstic i seguiment del dolor a punta de tija tibial en pacients portadors d'una pròtesi total de genoll amb una tija tibial no cimentada.**

**2.3. L'algometria de pressió no és una tècnica útil en el diagnòstic i seguiment del dolor compartimental intern de genoll en pacients amb genoll var preartròsic pendent d'osteotomia valguitzant tibial.**



### **3. OBJECTIUS**

#### **3.1. OBJECTIUS SOBRE EL MÈTODE DE L'ALGOMETRIA DE PRESSIÓ**

1. Estudiar el grau de correlació intra- i interobservador del mètode de l'algometria de pressió aplicada a nivell del compartiment tibial intern del genoll i a la diàfisi de la tibia.

#### **3.2. OBJECTIUS SOBRE L'ALGOMETRIA APLICADA AL DOLOR METAFISARI INTERN EN EL GENOLL VAR PREARTRÒSIC**

1. Valorar la utilitat de l'algometria de pressió per a quantificar el dolor tibial compartimental intern i extern en pacients amb genoll var preartròsic simptomàtic pendents d'una osteotomia valguitzant tibial.
2. Valorar la utilitat de l'algometria de pressió per a mesurar el grau de millora en el llindar d'aparició de dolor al compartiment tibial intern després d'una osteotomia valguitzant tibial.

### **3.3. OBJECTIUS SOBRE L'ALGOMETRIA APLICADA AL DOLOR A PUNTA DE TIJA TIBIAL PROTÈTICA**

1. Valorar la utilitat de l'algometria de pressió per a conèixer la incidència de dolor a punta de tija en les pròtesis de genoll amb tija tibial no cimentada.
2. Valorar el grau de correlació entre els valors obtinguts amb l'algometria de pressió i els valors d'una escala de dolor i analògica visual en els pacients amb dolor a punta de tija tibial protètica.

## **4. MATERIAL I MÈTODE**

El treball se subdivideix en tres parts:

- Validació del mètode. Per a poder confirmar la utilitat de l'algometria de pressió tant al compartiment intern del genoll com a la diàfisi tibial, es va realitzar un estudi transversal de correlació intra- i interobservador en un grup de voluntaris sans. Es van estudiar els valors de correlació tant al compartiment intern del genoll com a la diàfisi tibial.
- Estudi prospectiu en un grup de pacients que presentaven un genoll var simptomàtic i es van intervenir d'una osteotomia valgüitzant tibial de sostracció externa.
- Estudi prospectiu en un grup de pacients intervinguts d'una cirurgia protètica del genoll i portadors d'una tija tibial no cimentada.

### **4.1. VALIDACIÓ DEL MÈTODE. ESTUDI DE CORRELACIÓ INTRA- I INTEROBSERVADOR**

#### **4.1.1. CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ**

Per a aquest objectiu es va seleccionar un grup de voluntaris sans per a mesurar quin era el grau de correlació a les diferents

determinacions del llindar de dolor realitzades per dos investigadors prèviament instruïts en la utilització de l'algòmetre de pressió. El projecte va ser valorat pel Comitè Ètic d'Investigació Clínica del Parc de Salut Mar i va obtenir l'aprovació amb el núm. de registre 2013/5058/I. Es va estudiar un grup de 50 voluntaris sans. Previ a la inclusió a l'estudi, els pacients van rebre un full informatiu sobre el procediment i van signar un consentiment informat. Els criteris d'inclusió van ser els següents:

- Tenir una edat entre els 25 i 65 anys
- Acceptació voluntària d'inclusió a l'estudi amb signatura del consentiment informat

Els criteris d'exclusió van ser:

- Haver patit alguna intervenció quirúrgica al genoll a avaluar
- Haver patit una fractura de tibia i/o peroné de l'extremitat en estudi
- Presència de cicatrius cutànies circumdants a la zona de col·locació de l'algòmetre
- Patir una neuropatia perifèrica
- Haver pres algun tipus de fàrmac analgèsic o antiinflamatori durant l'última setmana



## 4.1.2. PROTOCOL TÈCNIC

### 4.1.2.1. TIPUS D'ALGÒMETRE DE PRESSIÓ

Per a realitzar l'estudi es va utilitzar un algòmetre electrònic tipus Algometer<sup>R</sup> (Somedic Sales, Hörby, Suècia) (Il·lustració 10).

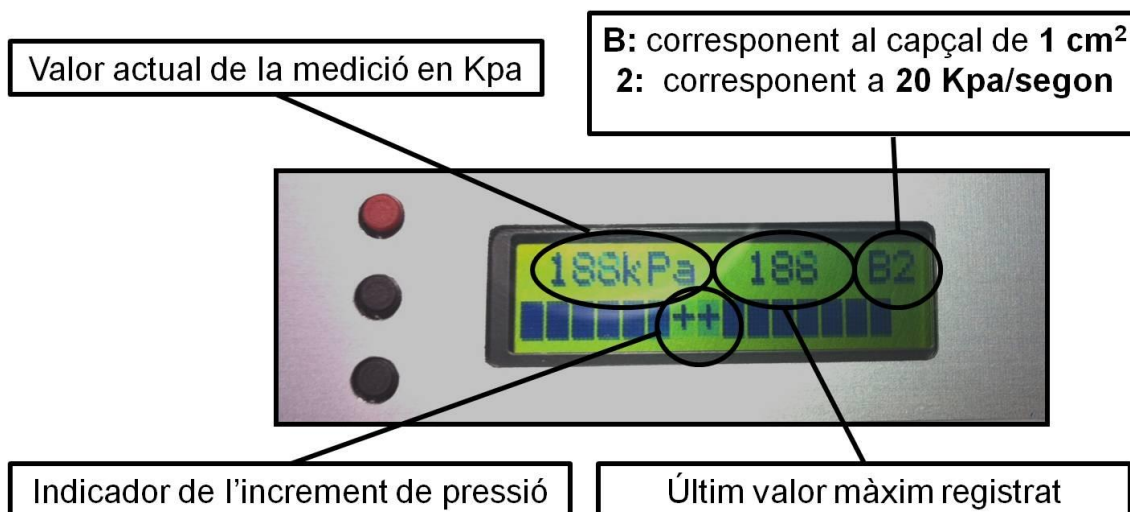


**Il·lustració 10.** Algòmetre electrònic utilitzat per a l'estudi

Tot i que l'aparell disposa de capçals de medició circulars de tres diàmetres diferents: (0,5 cm, 1 cm i 2 cm) es va utilitzar per a totes les mesures el d'1 cm, ja que a la literatura mèdica revisada aquest és el que s'ha utilitzat en la majoria de treballs (29, 143, 150, 163).

#### 4.1.2.2. DETERMINACIÓ DEL LLINDAR D'APARICIÓ DE DOLOR

Per a realitzar la determinació del llindar d'aparició del dolor es va col·locar el capçal de l'algòmetre de forma perpendicular al punt d'estudi. En aquest moment s'exercia una pressió de forma progressiva. L'increment en la pressió venia controlada per l'algòmetre i estava preestablerta a 20 Kpa/s. Durant la realització de la prova, apareixien a la pantalla de l'aparell diversos signes sumatoris centrats en una línia de punts que recorrien tota l'amplada (Il·lustració 11). L'avaluador havia d'incrementar progressivament la força exercida per a mantenir-los a la part central i mantenir el ritme predeterminat de 20 Kpa/s.



**Il·lustració 11.** Pantalla de l'aparell on apareix tota la informació de la mesura que es realitza

Si l'avaluador realitzava un increment insuficient de pressió, es produïa un desplaçament dels signes a l'esquerra. Si al contrari, s'augmentava

en excés la velocitat amb què s'aplicava la pressió, es desplaçava a la dreta.

Durant la prova, el pacient havia d'estar degudament instruït per part de l'investigador sobre el moment en què havia de demanar aturar el procediment. Quan la pressió que estava rebent deixava de ser un estímul de pressió i es convertia en dolor, el pacient havia de manifestar de forma ràpida la voluntat d'aturar la mesura. En aquell moment, l'investigador deixava ràpidament de generar pressió sobre el punt d'estudi i a l'aparell quedava registrada la màxima pressió que s'havia realitzat en forma de Kpa.

Seguint la metodologia descrita per Nussbaum, es va realitzar per a la determinació del llindar d'aparició de dolor, tres medicions consecutives, deixant un espai de temps aproximat entre elles d'un minut (164). Així, es considerava la primera mesura com una prova per al pacient i el valor final del llindar s'obtenia de la mitjana aritmètica entre la segona i tercera mesures.

#### **4.1.2.3. DETERMINACIÓ DELS PUNTS D'ESTUDI**

Per decidir la localització exacta on realitzar la mesura, es van decidir tres punts concrets d'avaluació:

- Metàfisi proximal medial de la tibia. Habitualment, els pacients que presenten un genoll var simptomàtic manifesten dolor al

compartiment intern de la metàfisi tibial proximal. Per a poder reproduir el punt d'avaluació, es va definir de la forma següent:

- Pel que fa a l'alçada, un centímetre per sota de la interlínia articular interna del genoll, fàcilment localitzable amb la palpació local.
- Pel que fa al sentit anteroposterior, es col·locava el genoll a 90° de flexió i es traçava una línia des de l'epicòndil medial del fèmur, que també se solia palpar amb facilitat, i discorria paral·lela a l'eix de la diàfisi tibial (II-lustració 12).



**II-lustració 12.** Localització del punt d'estudi metafisari tibial proximal

- Cara anterointerna de la diàfisi tibial. Normalment, en els pacients que presenten dolor a la punta de la tija tibial, el dolor apareix a l'alçada on acaba la tija protètica. Així doncs, el punt de dolor pot variar depenent de la longitud de la tija utilitzada. En aquest treball, el tercer grup de pacients estudiats de forma prospectiva estaven pendents d'intervenció per a col·locar una pròtesi de genoll amb una tija tibial i per tant es desconeixia quina seria la llargada definitiva de la tija utilitzada. Per això, es va realitzar una revisió d'un grup de 50 pacients ja intervinguts d'un recanvi protètic de genoll al Parc de Salut Mar durant el període de gener de 2012 a març de 2013. En aquest grup de pacients es van col·locar dos models protètics: Triatlon TS de Stryker<sup>R</sup> i LCCK de Zimmer<sup>R</sup>. En el 93% del casos, es va utilitzar una tija tibial no cimentada de 100 mm de longitud (Il·lustració 13).



**Il·lustració 13.** Longituds corresponents al polietilè, metàfisi i tija protètica

Així doncs, per a decidir la localització de la mesura en el grup de voluntaris sans i posteriorment en el grup pendent de col·locació de la pròtesi es va decidir realitzar-la a la cara anterointerna de la diàfisi tibial, a 13,5 centímetres de la interlínia articular. Aquesta va ser la resultant de la suma entre les distàncies següents (Il·lustració 14):

- **10** centímetres corresponents a la tija tibial
- **2,5** centímetres del component protètic tibial
- **1** centímetre corresponent al polietilè estàndard de 10 mm



**Il·lustració 14.** Punt d'estudi de la diàfisi tibial, a 13,5 cm de la interlínia articular

- Subclavicular. L'estudi a nivell subclavicular es va realitzar als tres grups de pacients per poder tenir una mesura d'una metàmera distant als punts d'estudi com a mesura de control. En aquest cas, es palpava la fosa subclavicular dreta a la seva part central i es determinava allà el llindar d'aparició de dolor (Il·lustració 15).





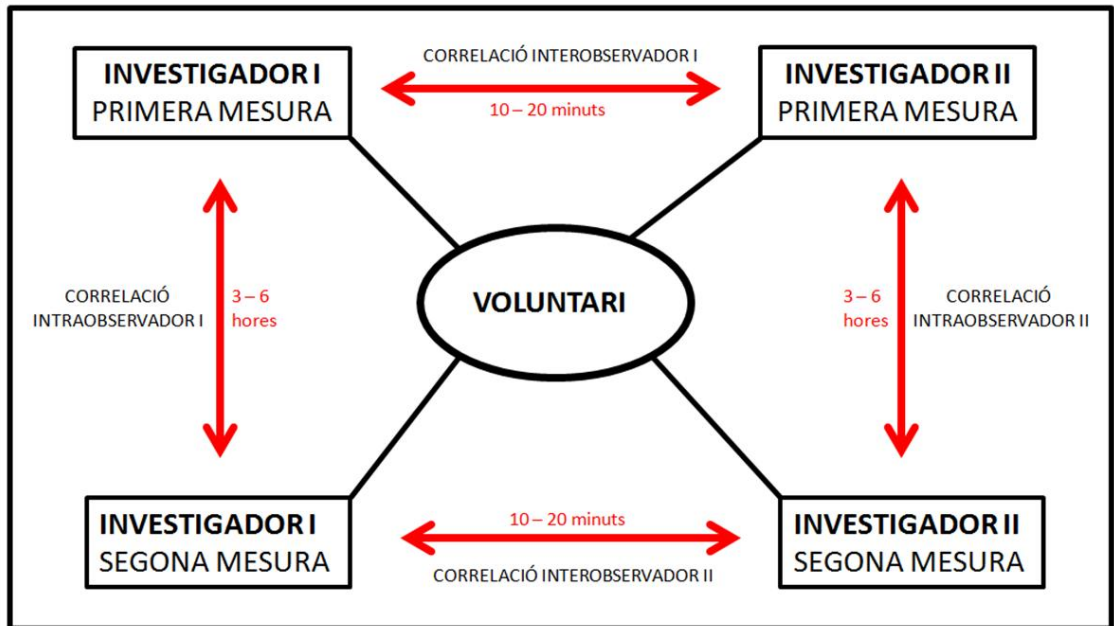
**Il·lustració 15.** Medició del llindar de dolor a la zona subclavicular

#### **4.1.2.4. METODOLOGIA**

Als voluntaris sans que van decidir participar en l'estudi, se'ls van realitzar totes les mesures en un mateix dia. Per a poder estudiar la correlació tant intra- com interobservador, es van instruir dos investigadors per poder utilitzar l'algòmetre de pressió i determinar el llindar d'aparició del dolor tal com ja s'ha definit prèviament. Cada un d'ells va registrar en dues ocasions el valor del llindar i notificava el resultat a un tercer investigador que recollia tota la informació en un arxiu del programa Access<sup>R</sup>. El temps transcorregut entre la primera avaluació dels dos investigadors era d'uns 10 a 20 minuts. Entre la



primera i la segona mesures, el període de temps va ser de 3 a 6 hores (Esquema 1).



**Esquema 1.** Metodologia del treball de correlació intra- i interobservador

## **4.2. DOLOR METAFISARI TIBIAL INTERN. ESTUDI PROSPECTIU EN PACIENTS PENDENTS D'OSTEOTOMIA VALGUITZANT TIBIAL**

### **4.2.1. CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ**

Es va realitzar un estudi prospectiu d'un grup de pacients que presentaven un genoll var simptomàtic i estaven pendents d'una osteotomia valguitzant tibial. El projecte va ser avaluat i acceptat pel Comitè Ètic d'Investigació Clínica del Parc de Salut Mar i va obtenir l'aprovació amb el núm. de registre 2013/5379/I. Tots els pacients van rebre un full informatiu i van signar un consentiment informat per entrar a formar part de l'estudi. Els criteris d'inclusió van ser els següents:

- Pacients entre 30 i 65 anys amb genoll var simptomàtic pendents d'una osteotomia valguitzant tibial
- Acceptació voluntària d'inclusió a l'estudi amb signatura del consentiment informat

Els criteris d'exclusió eren els següents:

- Haver patit alguna fractura de l'extremitat pendent d'intervenció
- Presència de cicatrius cutànies en els punts d'estudi
- Pacients diagnosticats de neuropatia o vasculopatia arterial perifèrica

#### 4.2.2. METODOLOGIA

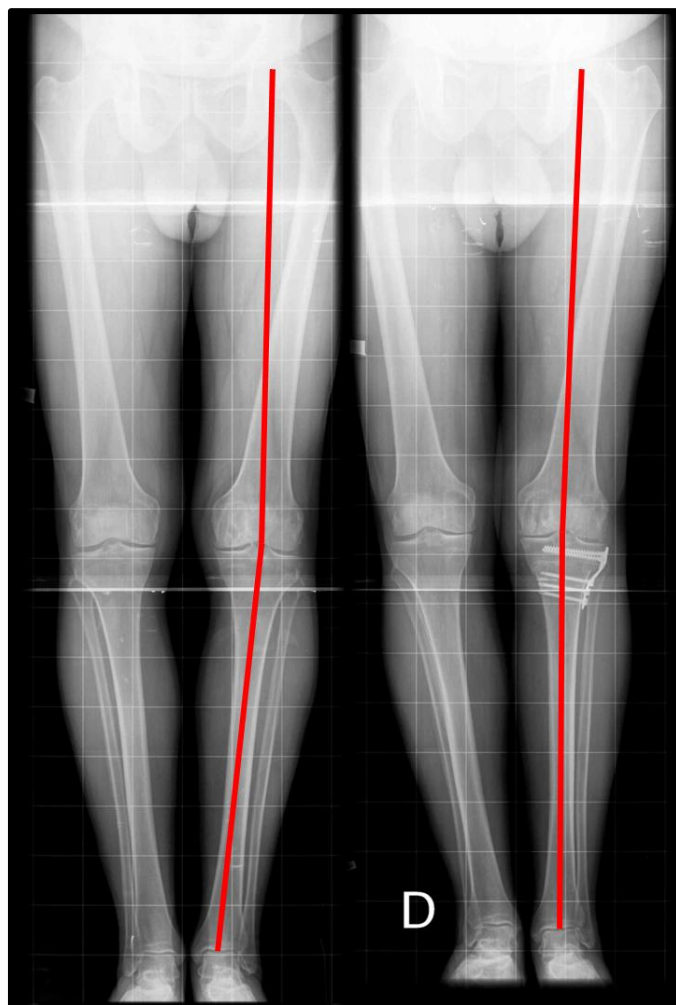
Tots els pacients que s'incorporaven a l'estudi s'inclouïen a una base de dades específica on es recollia la informació següent:

- **Dades epidemiològiques genèriques del pacient:** nom, cognoms, número d'història clínica, edat, índex de massa corporal i antecedents mèdics d'interès
  
- **Dades específiques del procediment quirúrgic:**
  - Abordatge
  - Tipus d'actuació sobre l'articulació tibioperoneal proximal (desinserció o bé osteotomia del cap del peroné)
  - Graus de correcció realitzats amb la guia de tall
  - Tipus de fixació
  - Complicacions intraoperatòries
  
- **Dades postoperatòries;**
  - Complicacions mèdiques o quirúrgiques
  
- **Avaluació radiològica;**
  - Classificació del grau d'artrosi radiològica utilitzant la classificació d'Ahlbäck (165), (Esquema 2) .

<b>TIPUS I</b>	Pinçament de la interlínia articular interna inferior al <b>50%</b>
<b>TIPUS II</b>	Pinçament de la interlínia articular interna superior al <b>50%</b>
<b>TIPUS III</b>	Deteriorament del platet tibial inferior a <b>5 mm</b>
<b>TIPUS IV</b>	Deteriorament del platet tibial inferior <b>entre 5 i 10 mm</b>
<b>TIPUS V</b>	Deteriorament del platet tibial inferior <b>superior a 10 mm</b> amb subluxació externa tibial

**Esquema 2.** Escala d'Ahlbäck de classificació radiològica de l'artrosi

- Mesura radiogràfica del grau de deformitat de l'extremitat utilitzant l'angle mecànic en el període preoperatori i després de sis mesos de la osteotomia valguitzant tibial (Il.lustració 16)



**Il·lustració 16.** Eix mecànic femorotibial preoperatori i sis mesos després de l'osteotomia valguitzant

- **Avaluació funcional:**
  - Valoració de la situació funcional utilitzant les escales de funció i específica de genoll de la Knee Society Score (1).
  - L'avaluació es realitzava en el període preoperatori i després de sis mesos del procediment quirúrgic.

### 4.2.3. AVALUACIÓ ESPECÍFICA DEL DOLOR

- **Determinació del llindar d'aparició de dolor:**
  - Es determinava el llindar d'aparició de dolor utilitzant la metodologia i localització descrites a l'estudi de correlació intra- i interobservador preliminar
  - La mesura es realitzava abans de l'osteotomia i després de sis mesos de la intervenció
  
- **Escala de dolor visual - analògica (EVA):**
  - L'escala s'utilitzava en el preoperatori i després de sis mesos de la intervenció

### **4.3. DOLOR A PUNTA DE TIJA TIBIAL. ESTUDI PROSPECTIU EN PACIENTS PORTADORS D'UNA TIJA TIBIAL PROTÈTICA NO CIMENTADA**

#### **4.3.1. CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ**

Es va realitzar un estudi prospectiu d'un grup de pacients pendents de col·locació d'una pròtesi total de genoll amb una tija tibial no cimentada. El projecte va ser valorat pel Comitè Ètic d'Investigació Clínica del Parc de Salut Mar i va obtenir l'aprovació amb el núm. de registre 2013/5383/I. Tots els pacients van rebre un full informatiu i van signar el consentiment informat per a participar a l'estudi. Els criteris d'inclusió per a aquest eren els següents:

- Pacients amb una pròtesi primària dolorosa d'origen desconegut
- Afluixament asèptic d'una pròtesi primària pendent d'un recanvi en un temps
- Afluixament sèptic d'una pròtesi primària pendent d'un recanvi protètic en dos temps
- Deformitat greu de l'extremitat que recomanés la col·locació d'una pròtesi primària amb una tija tibial

Els criteris d'exclusió eren els següents:

- Pacients amb defectes ossis metafisaris greus (tipus III de la classificació de l'Anderson Orthopaedic Research Institute (AORI) (166-167), (Esquema 3).

#### **TIPUS I**

Os metafisari tibial i/o femoral **intacte**

Defectes ossis menors que no comprometen l'estabilitat dels components protètics

#### **TIPUS II**

Os metafisari **afectat**

Pèrdua d'os esponjós que requerirà substituir per ciment, per un augment protètic o bé per empelt ossi per restaurar la interlínia articular

El defecte pot estar present al còndil femoral (IIa) o bé a la tibia proximal (IIb)

#### **TIPUS III**

Os metafisari **deficient**

Defecte ossi que compromet la major part del còndil femoral o la tibia proximal

Ocasionalment, desinserció dels lligaments colaterals o del tendó rotulià que requereixin empelt ossi o implants protètics a mida

### **Esquema 3.** Classificació de l'Anderson Orthopaedic Research Institute

- Presència de cicatrius al punt d'estudi
- Neuropatia o vasculopatia arterial perifèrica
- Presa d'antiinflamatoris o analgèsics durant les 48 hores prèvies a l'estudi

#### **4.3.2. METODOLOGIA**

Cada pacient entrava a formar part de l'estudi en el moment en què llegia el full informatiu i signava el consentiment informat. Tots estaven pendents d'un



recanvi protètic o bé amb una deformitat artròsica primària greu en què estava previst utilitzar una tija tibial no cimentada. Tots s'inclouen en una base de dades on es recollia la informació següent:

- **Dades epidemiològiques del pacient;** nom, cognoms, número d'història clínica, edat, índex de massa corporal i antecedents mèdics d'interès
  
- **Motiu de la col·locació de la pròtesi amb tija tibial:**
  - Afluixament asèptic de la pròtesi primària
  - Afluixament sèptic
  - Deformitat primària greu
  - Pròtesi dolorosa d'origen desconegut amb rigidesa articular o sense
  
- **Dades específiques del procediment quirúrgic:**
  - Data de la intervenció quirúrgica
  - Balanç articular preoperatori
  - Model protètic col·locat; Triathlon (Stryker<sup>R</sup>) o bé LCCK (Zimmer<sup>R</sup>)
  - Longitud i diàmetre de la tija col·locada
  - Complicacions intraoperatòries
  
- **Dades postoperatòries:**
  - Complicacions mèdiques o quirúrgiques
  - Complicacions en relació amb la intervenció quirúrgica
  - Balanç articular després d'un any de seguiment

- **Avaluació radiològica:**

- Postoperatòria: estudi de l'eix mecànic femorotibial després d'un any de la intervenció
- Valoració específica de la punta de tija protètica tibial en termes de presència o absència de reacció òssia cortical i/o reacció escleròtica al voltant de l'extrem distal de la tija

#### **4.3.3. AVALUACIÓ ESPECÍFICA DEL DOLOR**

El registre del dolor que patia cada pacient es va registrar utilitzant tres variables:

- **Determinació del llindar d'aparició de dolor:**

- Es determinava el llindar d'aparició de dolor utilitzant la metodologia i localització descrites a l'estudi de correlació intra- i interobservador preliminar
- La mesura es realitzava abans del recanvi protètic i després d'un any de la intervenció. En el cas d'afluixament protètic sèptic, en què es realitzava un recanvi en dos temps, la mesura preoperatòria es realitzava entre el primer i el segon temps del recanvi

- **Escala de dolor visual - analògica (EVA):**

- Després d'un any de la intervenció quirúrgica s'avaluava el grau de dolor a punta de tija utilitzant l'escala de dolor analògica visual.

- **Escala de dolor específica:**

- Per poder relacionar el dolor del pacient amb el grau de limitació que presentava, es va dissenyar una escala específica (Esquema 4).

**GRAU 1:** Absència de dolor a la punta de la tija protètica

**GRAU 2:** Dolor a la palpació local a la punta de la tija

**GRAU 3:** Dolor local espontani de forma ocasional

**GRAU 4:** Dolor relacionat amb la deambulació > 30 minuts

**GRAU 5:** Dolor relacionat amb la deambulació < 30 minuts

**GRAU 6:** Dolor constant en repòs

Esquema 4. Escala de dolor específica

- S'avaluava el pacient abans del recanvi protètic i després d'un any de la intervenció. En el cas d'afluixament protètic sèptic, en què es realitzava un recanvi en dos temps, la mesura preoperatòria es realitzava entre el primer i el segon temps del recanvi.

#### 4.3.4. CRITERIS DE DIAGNÒSTIC DE DOLOR A PUNTA DE TIJA PROTÈTICA

El diagnòstic de dolor a la punta de tija protètica no s'ha definit fins al moment en termes d'intensitat del dolor o pel que fa al grau de limitació que provoca al pacient. Així doncs, va ser necessari definir uns criteris per a considerar que un pacient patia dolor a punta de tija. El diagnòstic es va fonamentar en tres criteris:

- Modificació dels valors de l'escala de dolor específica
  - Era necessari obtenir un valor **igual o superior a 4** en el control després d'un any de seguiment. Això corresponia al fet de patir dolor a la zona de la punta de la tija protètica després de deambular durant un període de deambulació de 30 minuts.
  
- Valor de l'escala de dolor analògica visual
  - Era necessari un valor **igual o superior a 7** a l'escala en el control anual per a considerar-ho dolor a punta de tija.
  
- Modificació del llindar d'aparició de dolor
  - Fonamentats en algunes sèries clíniques prèvies que consideraven clínicament rellevants modificacions de **més de 200 Kpa**, es va decidir com a necessari que es produís aquesta disminució en el llindar d'aparició de dolor en el control anual respecte la determinació preoperatòria (156).

#### 4.4. ANÀLISI ESTADÍSTICA

El càlcul es va dur a terme per un membre del Servei d'Assessorament Metodològic en Investigació Biomèdica de l'Institut Mar d'Investigació Mèdica de Barcelona (AMIB - IMIM).

Per a l'estudi de correlació intra- i interobservador preliminar, es va utilitzar el **Coefficient de Correlació Intraclasse (ICC)**. El valor de correlació es va determinar de la forma següent (168):

- Valors **inferiors a 0,4**: correlació **pobra**
- Valors **entre 0,4 i 0,75**: correlació **moderada**
- Valors **superiors a 0,75**: correlació **excel·lent**

Per a l'estudi d'un possible error sistemàtic entre les mesures i els dos investigadors es va utilitzar una **T de Student per dades aparellades**. Per l'avaluació de les diferències entre dues medicions consecutives d'un investigador i entre els dos investigadors es van utilitzar representacions gràfiques tipus **Bland-Altman** (169). Les dades van ser avaluades utilitzant el programa **R3.0 (The R Project for Statistical Computing)**.

En els dos treballs amb seguiment prospectiu, l'explotació de les dades es va dur a terme mitjançant el sistema SPSS (Statistical Package for the Social Science) versió 16.0.

Les variables incloses a l'anàlisi es van resumir així:

- Les **variables contínues**, mitjançant **estadístics descriptius**: mitjana, mediana, desviació estàndard, màxim i mínim (Annex).

- Les **variables categòriques**, mitjançant **estadístics de freqüència**:  
nombre de casos i percentatge.

Es va establir un **nivell de significació  $\alpha = 0,05$**  en totes les probes.

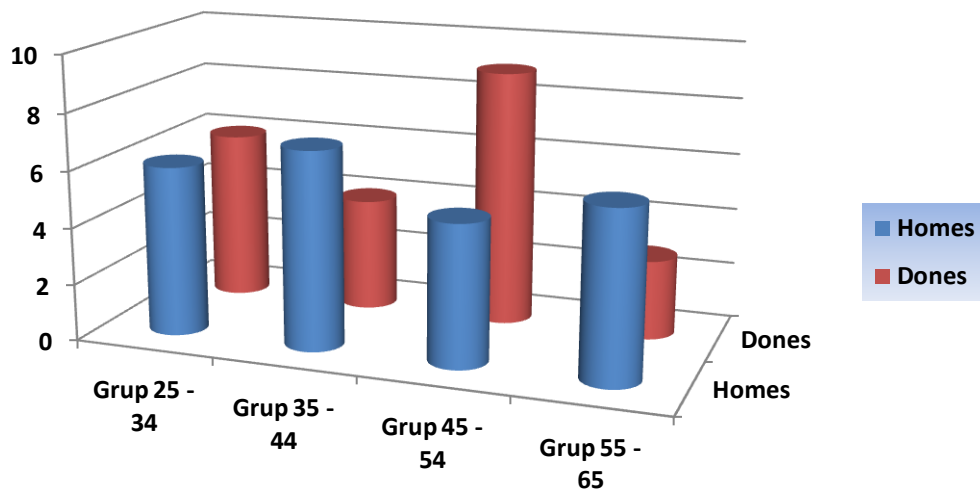
Per a l'avaluació del grau de correlació entre les variables es va utilitzar el  
**Coefficient de Correlació de Pearson**.

## 5. RESULTATS

### 5.1. Validació del mètode

El treball de correlació en el grup d'estudi amb participants sans es va realitzar a 50 voluntaris. Tots ells complien els criteris d'inclusió i van signar el consentiment informat. La distribució per sexe i edat va ser la següent:

- **Edat:** el valor global mitjà de l'edat va ser de **46,9 (28 – 63)** anys.
- **Sexe:** en aquest cas, es van avaluar en total **25 homes i 25 dones**. La distribució per edats i sexe s' il·lustra al Gràfic 1.



**Gràfic 1.** Distribució per edat i sexe del grup de voluntaris sans

## 5.1.1. Correlació intra- i interobservador a nivell metafisari tibial

### 5.1.1.1. Resultats globals

L'avaluació del llindar de dolor a la metàfisi tibial interna es va realitzar en dues ocasions per cada un dels dos investigadors. Així doncs, es van obtenir dos resultats de correlació intraobservador, corresponents a les dues mesures realitzades per cada un d'ells i també dos de correlació interobservador, que provenen de la comparació de la primera i segona mesures realitzades per cada un. Els valors de correlació intraobservador obtinguts es resumeixen a la Taula 1.

CORRELACIÓ INTRAOBSERVADOR (METÀFISI TIBIAL INTERNA)					
	ICC (95% CI)	MITJANA (Kpa)	AVALUACIÓ D'ERROR SISTEMÀTIC		
			DIFERÈNCIA MITJANA (*)	DESV STD	p=
INVESTIGADOR I	0.97 (0.95- 0.98)	497.5	-8.4	47.1	0,2
INVESTIGADOR II	0.84 (0.73 - 0.90)	489,0	-3.8	117.2	0,8

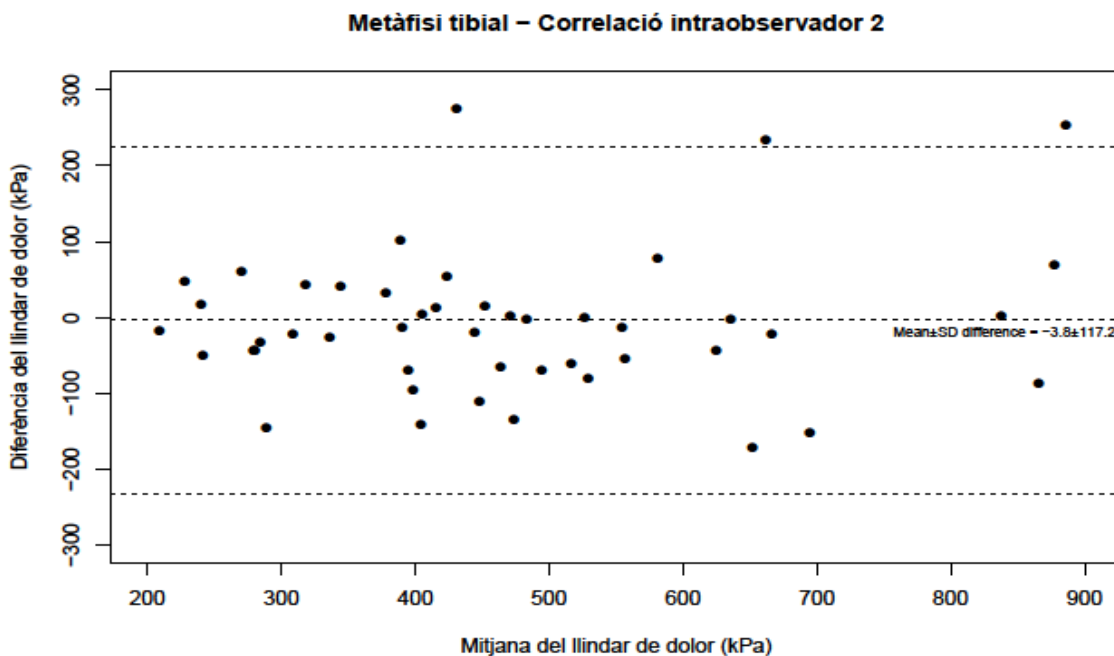
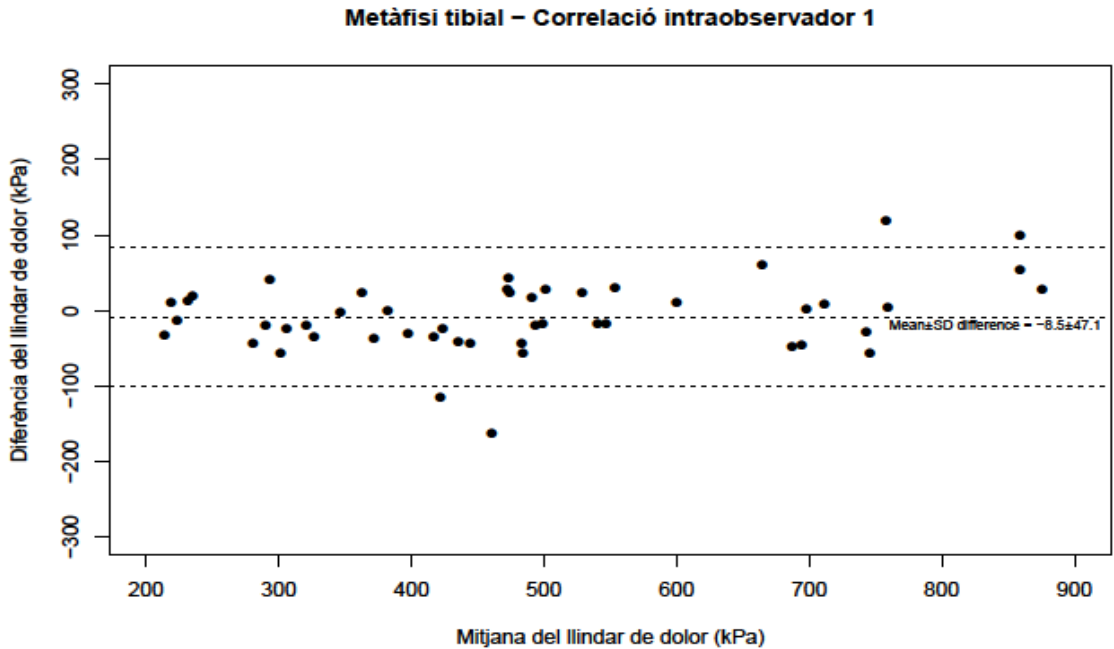
**Taula 1.** Graus de correlació intraobservador per a cada investigador. (\*)

Diferència mitjana entre la primera i la segona mesura

En els dos investigadors, el grau de correlació obtingut a les dues determinacions del llindar de dolor amb un període d'entre tres i sis hores entre



les dues va ser excel·lent. El grau de dispersió observat a les mesures es resumeix als gràfics tipus Bland – Altman. (Gràfics 1 i 2).



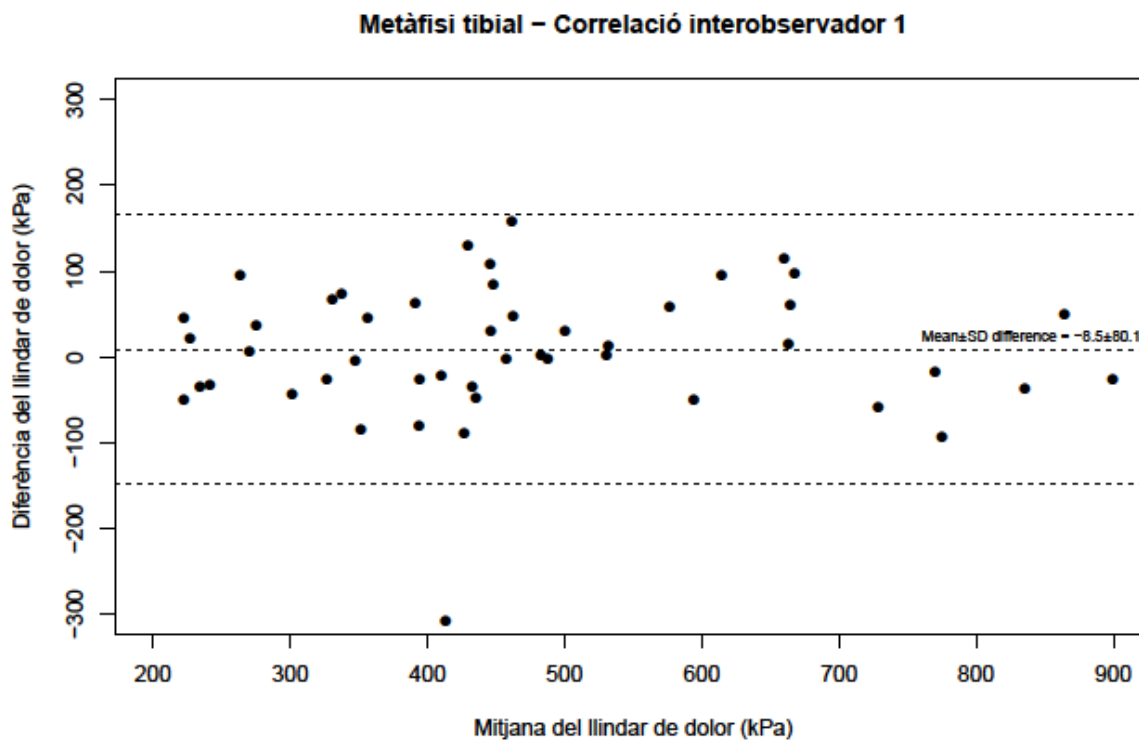
**Gràfics 1 i 2.** Gràfics Bland-Altman corresponents a la correlació intraobservador de cada investigador

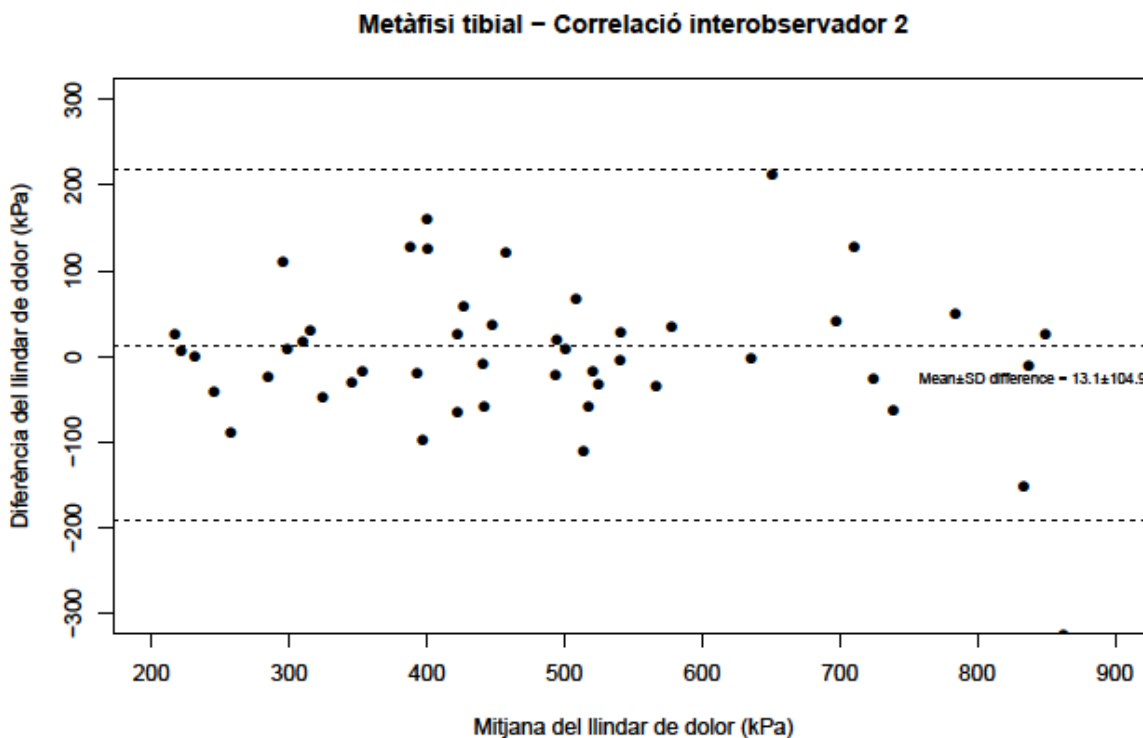
Pel que fa referència al grau de correlació interobservador, els resultats es resumeixen a la Taula 2 i el grau de dispersió a les mesures als Gràfics 3 i 4.

CORRELACIÓ INTEROBSERVADOR (METÀFISI TIBIAL INTERNA)					
	ICC (95% CI)	MITJANA (Kpa)	AVALUACIÓ D'ERROR SISTEMÀTIC		
			DIFERÈNCIA MITJANA (*)	DESV STD	p=
PRIMERA MESURA	0.92 (0.87- 0.95)	497.5	8.4	80.1	0.4
SEGONA MESURA	0.86 (0.78 - 0.92)	505.9	13.1	104.9	0.3

**Taula 2.** Graus de correlació interobservador obtinguts a les dues mesures. (\*)

Diferència mitjana entre investigadors a la primera i segona mesures





**Gràfics 3 i 4.** Gràfics Bland-Altman corresponents a la correlació interobservador a les dues mesures realitzades

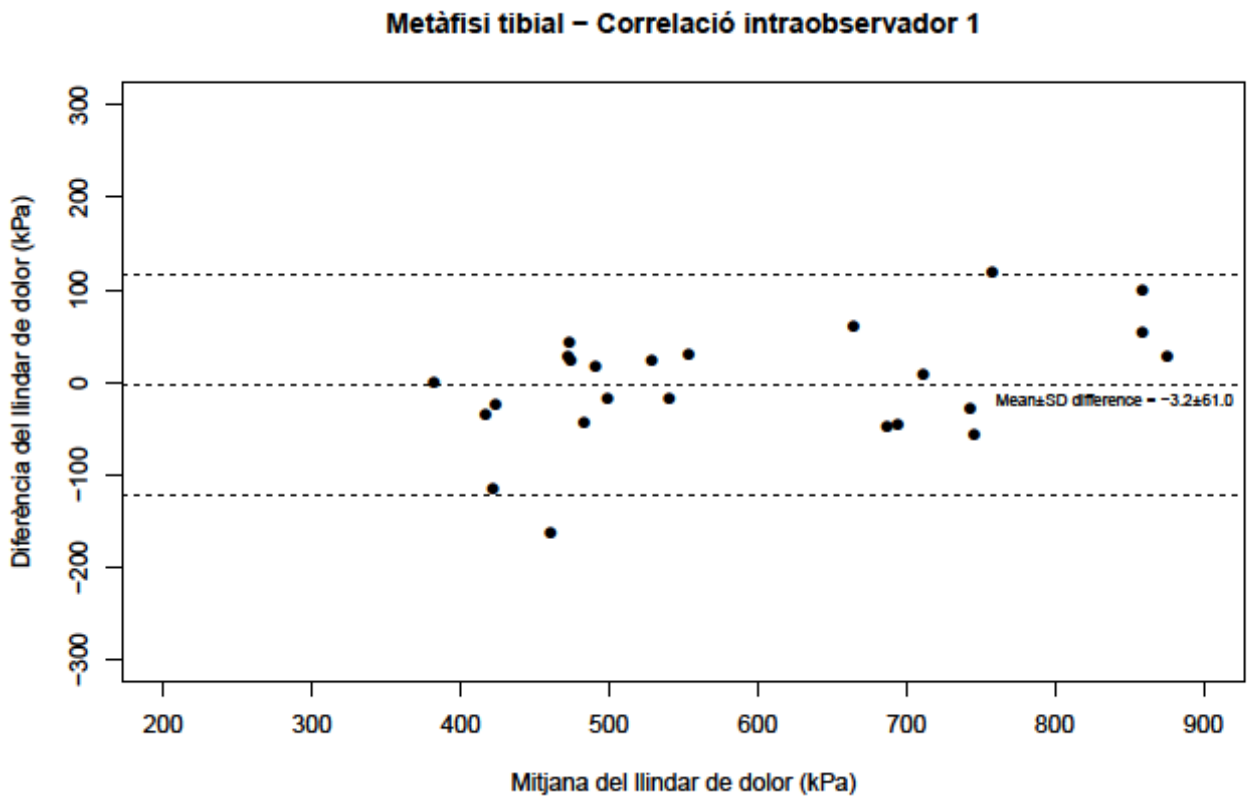
Els graus de correlació interobservador obtinguts a les dues avaluacions realitzades per cada investigador amb un període de temps aproximat de 10 minuts entre elles van ser també excel·lents.

### 5.1.1.2. Resultats en funció del sexe

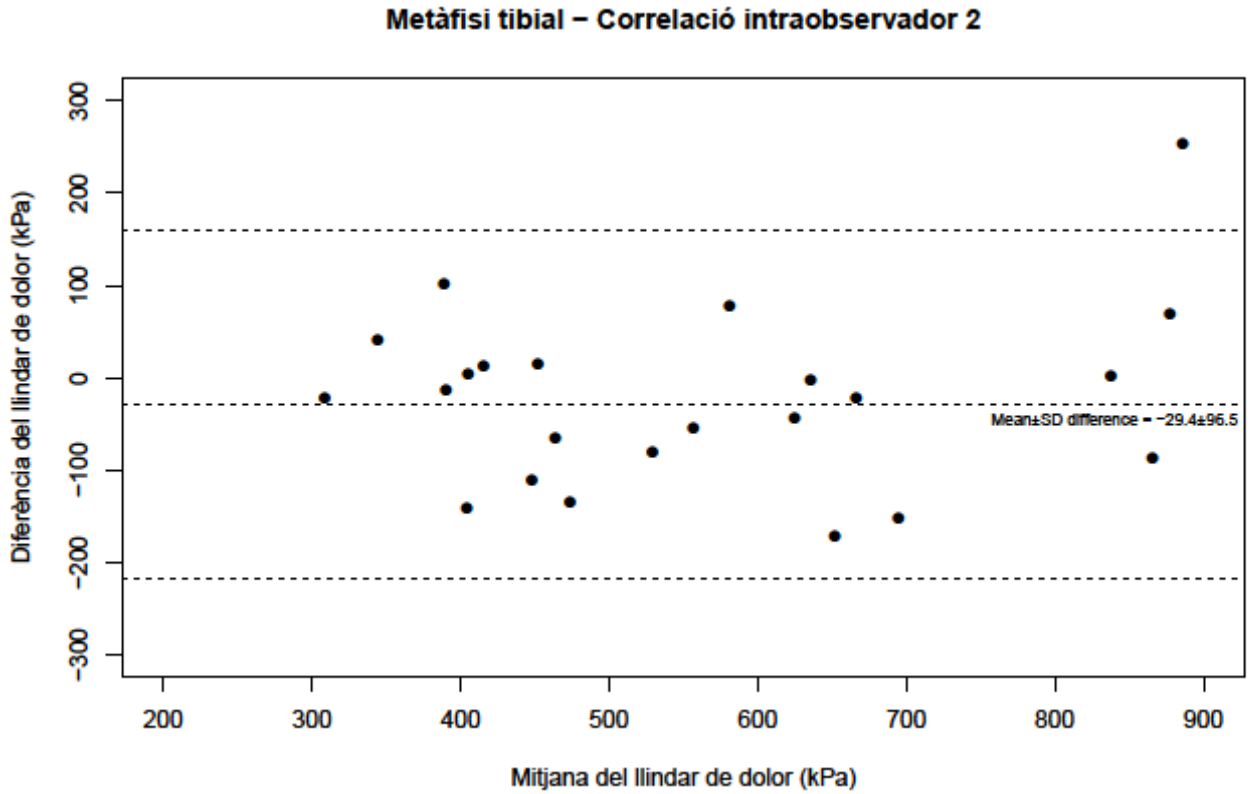
Per a poder valorar de forma independent la influència del sexe en els graus de correlació obtinguts, també es van analitzar de forma independent en homes i dones. Els valors de correlació intraobservador en homes i dones es resumeixen a la Taula 3 i el grau de correlació als Gràfics 5 al 8.

CORRELACIÓ INTRAOBSERVADOR (METÀFISI TIBIAL INTERNA)					
INVESTIGADOR I	ICC (95% CI)	MITJANA (Kpa)	AVALUACIÓ D'ERROR SISTEMÀTIC		
			DIFERÈNCIA MITJANA (*)	DESV STD	p=
HOMES	0.95 (0.89 - 0.97)	614.6	-3.2	61.02	0.79
DONES	0.98 (0.94 - 0.99)	380.3	-13.7	27.3	0.02
INVESTIGADOR II					
HOMES	0,89 (0,77 - 0,95)	580.4	-29.4	96.5	0.1
DONES	0,55 (0,20 - 0,77)	397.6	21.8	131.7	0.4

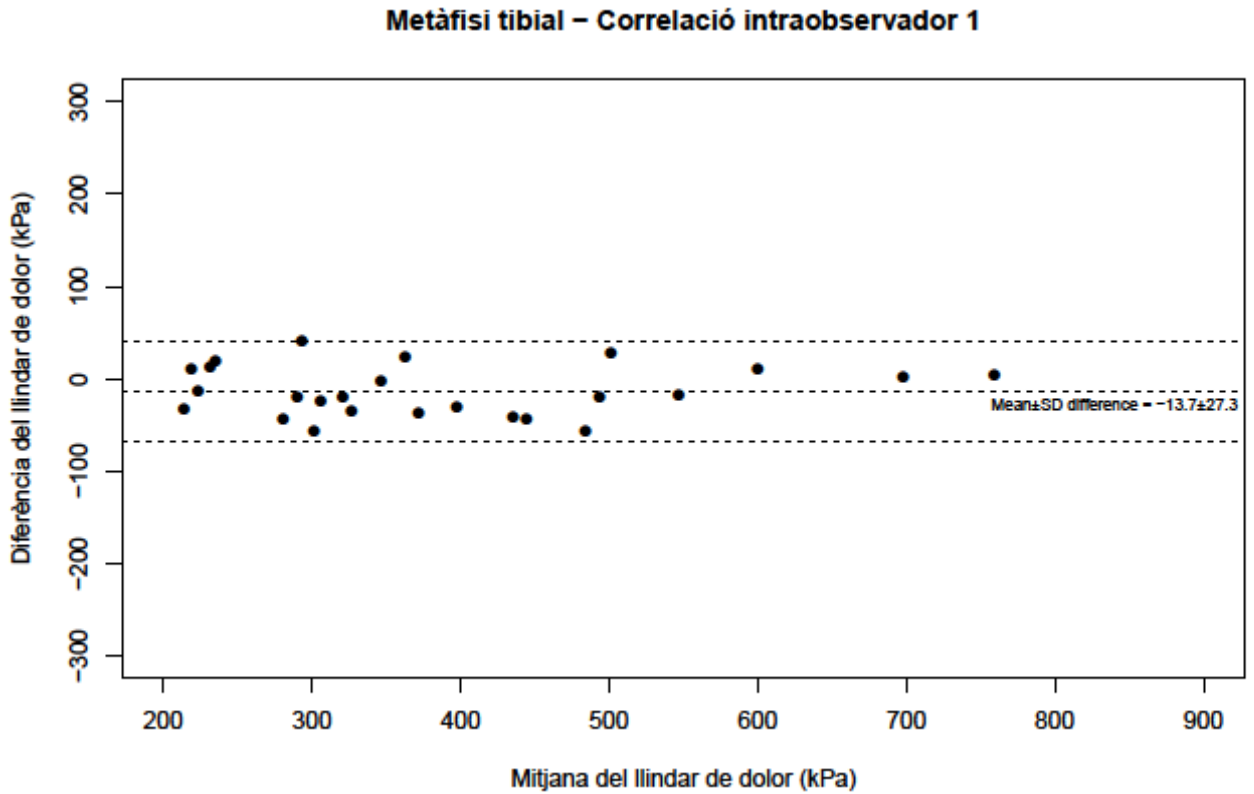
**Taula 3.** Graus de correlació intraobservador obtinguts en funció del sexe. (\*) Diferència mitjana entre la primera i la segona mesura de cada investigador



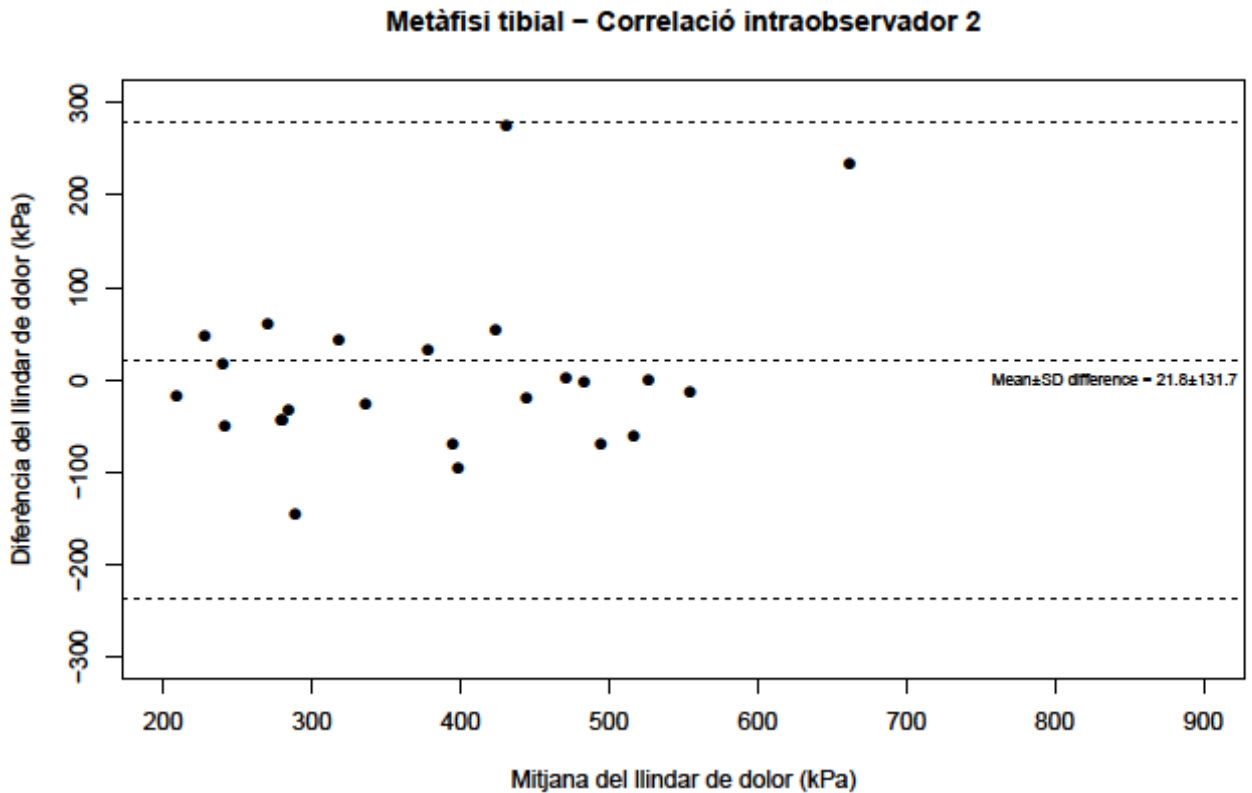
**Gràfic 5.** Dispersió en el grup d'homes pel primer investigador



Gràfic 6. Dispersió en el grup d'homes pel segon investigador



Gràfic 7. Dispersió en el grup de dones pel primer investigador



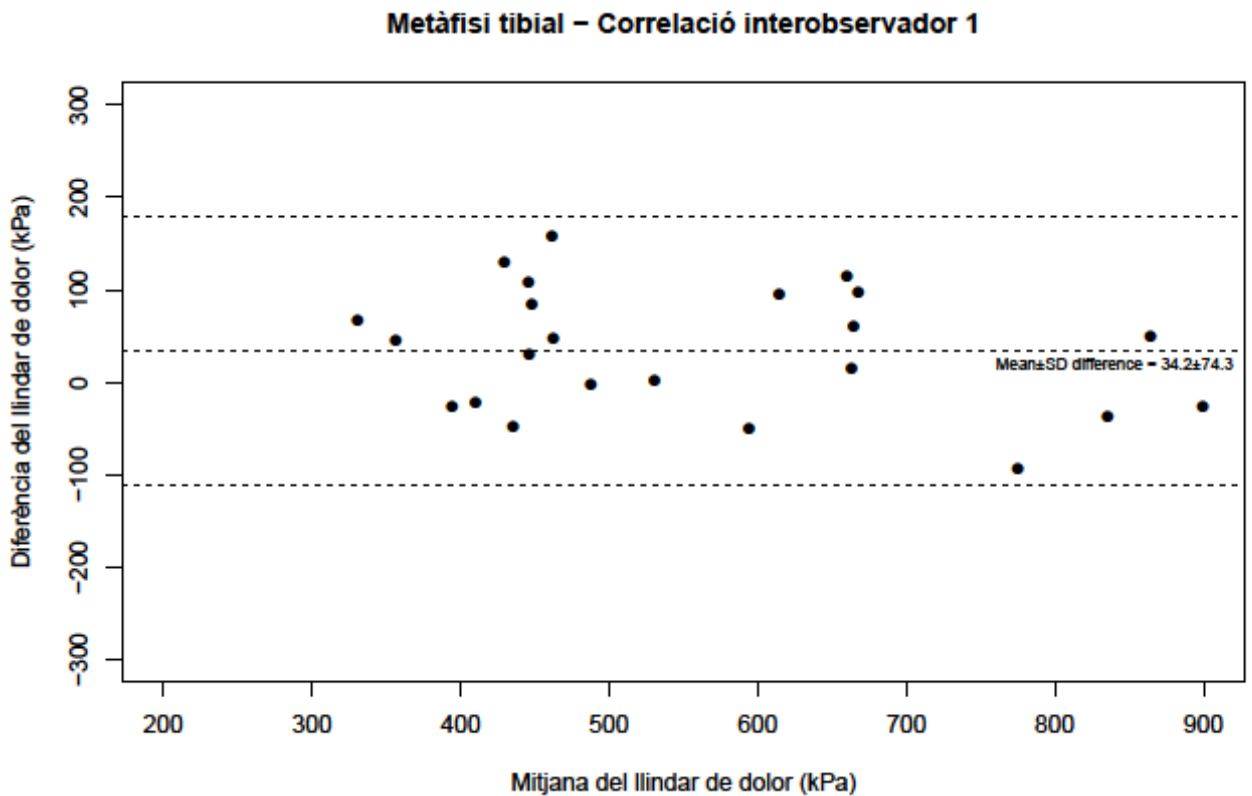
**Gràfic 8.** Dispersió en el grup de dones pel segon investigador

En aquest cas, en el grup de dones estudiat pel segon l'investigador es va obtenir un grau de correlació moderada. A la resta grups, va ser també excel·lent. Pel que fa a la correlació interobservador, els resultats es resumeixen a la Taula 4 i als Gràfics 9 a 12.

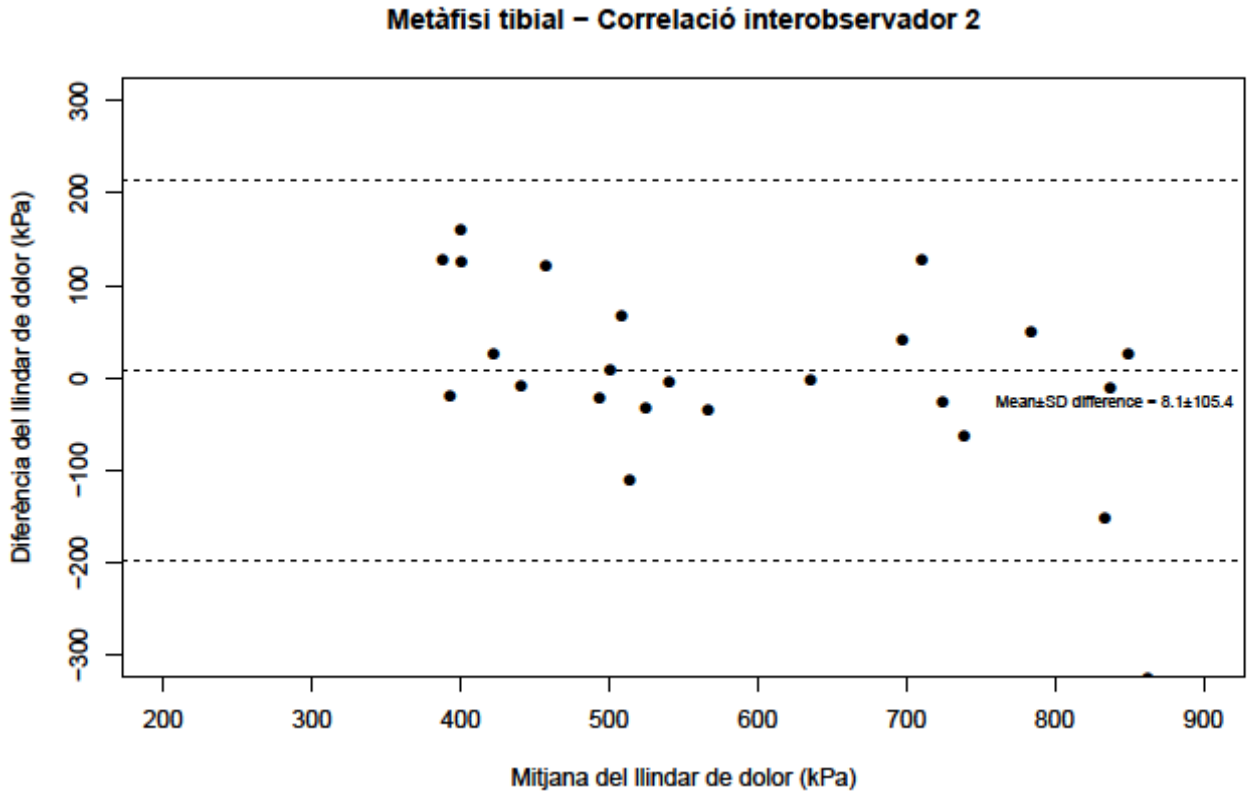
CORRELACIÓ INTEROBSERVADOR (METÀFISI TIBIAL INTERNA)					
PRIMERA MESURA	ICC (95% CI)	MITJANA (Kpa)	AVALUACIÓ D'ERROR SISTEMÀTIC		
			DIFERÈNCIA MITJANA (*)	DESV STD	p=
HOMES	0.92 (0.82 - 0.96)	614.6	34.2	74.3	0.03
DONES	0.86 (0.72 - 0.93)	380.3	-17.2	78.8	0.2
SEGONA MESURA					
HOMES	0,86 (0,71 - 0,93)	617.9	8.0	105.4	0.7
DONES	0,68 (0,40 - 0,84)	394.0	18.3	106.3	0.3

**Taula 4.** Graus de correlació interobservador obtinguts en funció del sexe (\*).

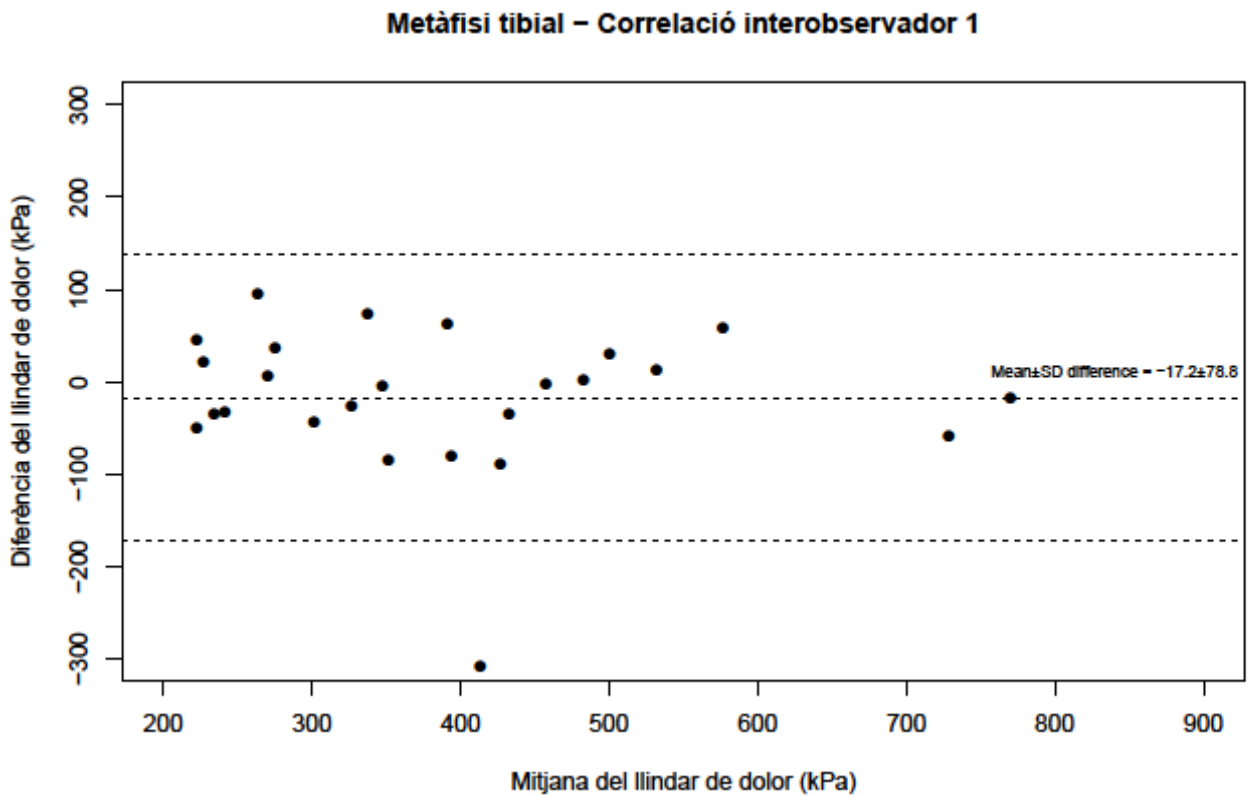
Diferència mitjana entre investigadors a la primera i segona mesures.



**Gràfic 9.** Dispersió en el grup d'homes a la primera mesura

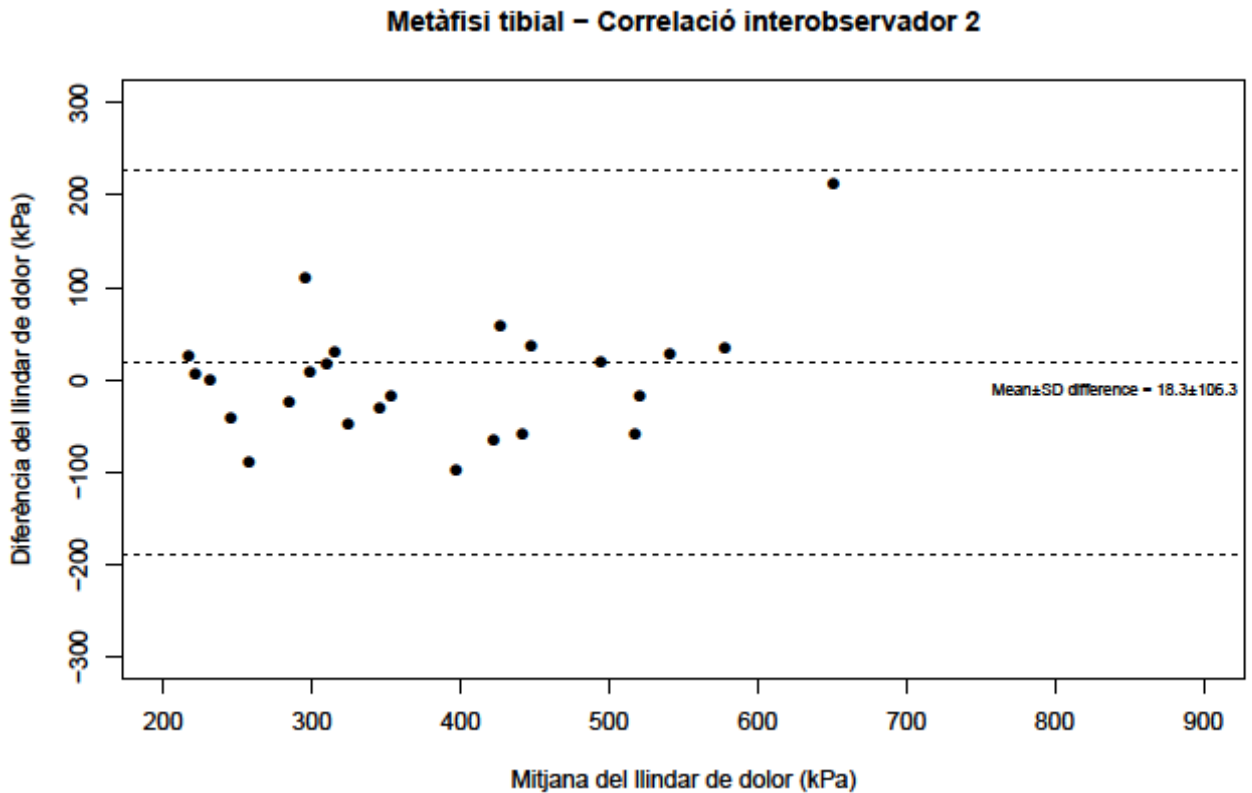


Gràfic 10. Dispersió en el grup d'homes a la segona mesura



Gràfic 11. Dispersió en el grup de dones a la primera mesura





**Gràfic 12.** Dispersió en el grup de dones a la segona mesura

En aquest apartat, exceptuant el grup de dones que a la segona mesura va obtenir un grau de correlació moderada, la resta va ser també excel·lent.

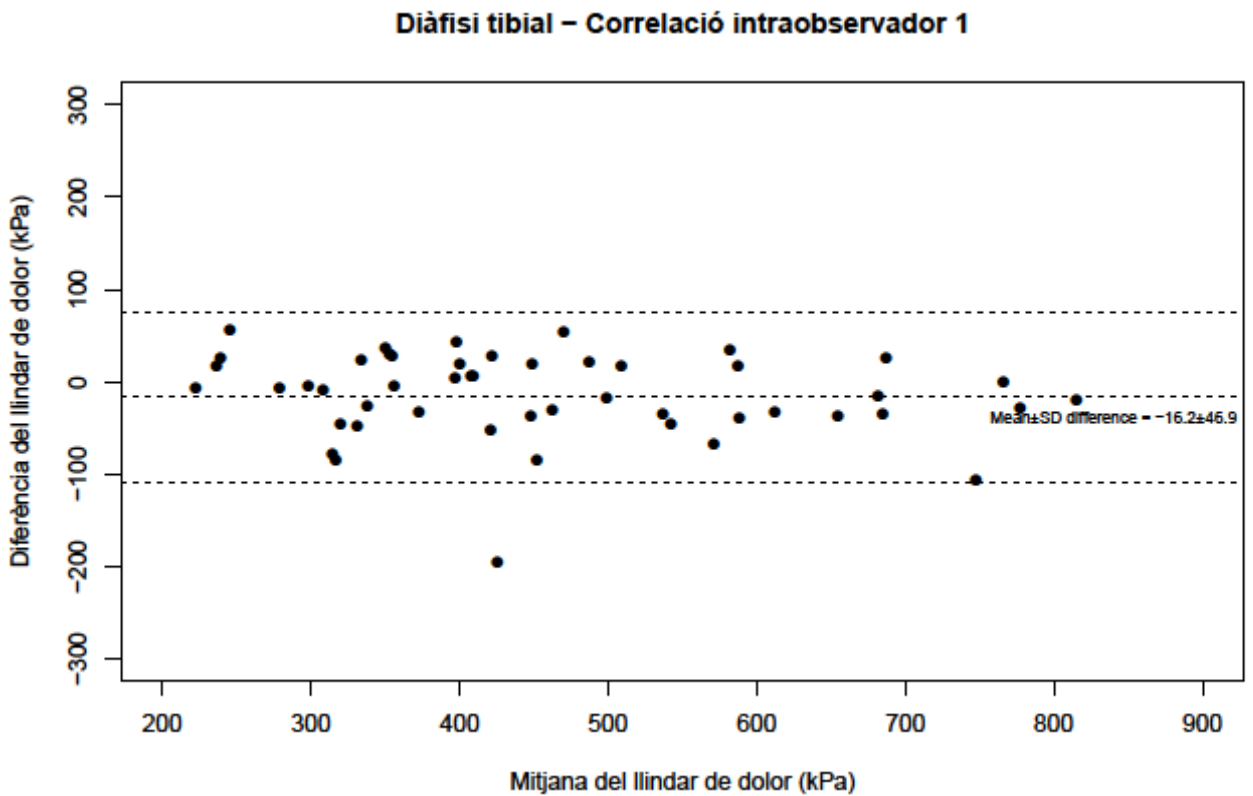
## 5.1.2. Correlació intra- i interobservador a nivell de diàfisi tibial

### 5.1.2.1. Resultats globals

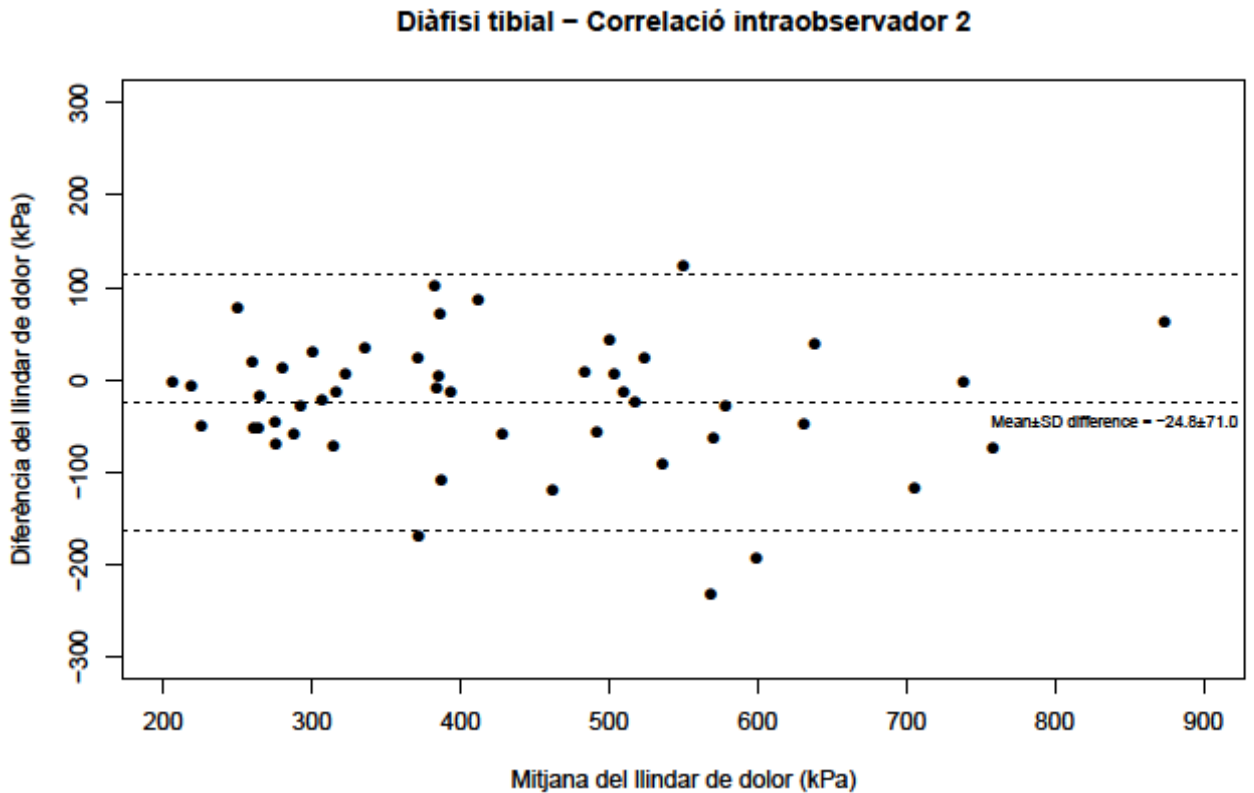
Els valors de correlació intraobservador globals obtinguts a l'estudi a nivell de la diàfisi tibial es resumeixen a la Taula 5 i als Gràfics 13 i 14.

CORRELACIÓ INTRAOBSERVADOR (DIÀFISI TIBIAL)					
	ICC (95% CI)	MITJANA (Kpa)	AVALUACIÓ D'ERROR SISTEMÀTIC		
			DIFERÈNCIA MITJANA (*)	DESV STD	p=
INVESTIGADOR I	0.96 (0.92- 0.97)	461.7	-16.2	46.9	0.0
INVESTIGADOR II	0.91 (0.84 -0.95)	424.7	-24.8	71.0	0.0

**Taula 5.** Correlació intraobservador a la diàfisi de la tibia. (\*) Diferència mitjana entre la primera i la segona mesures



**Gràfic 13.** Dispersió global pel primer investigador

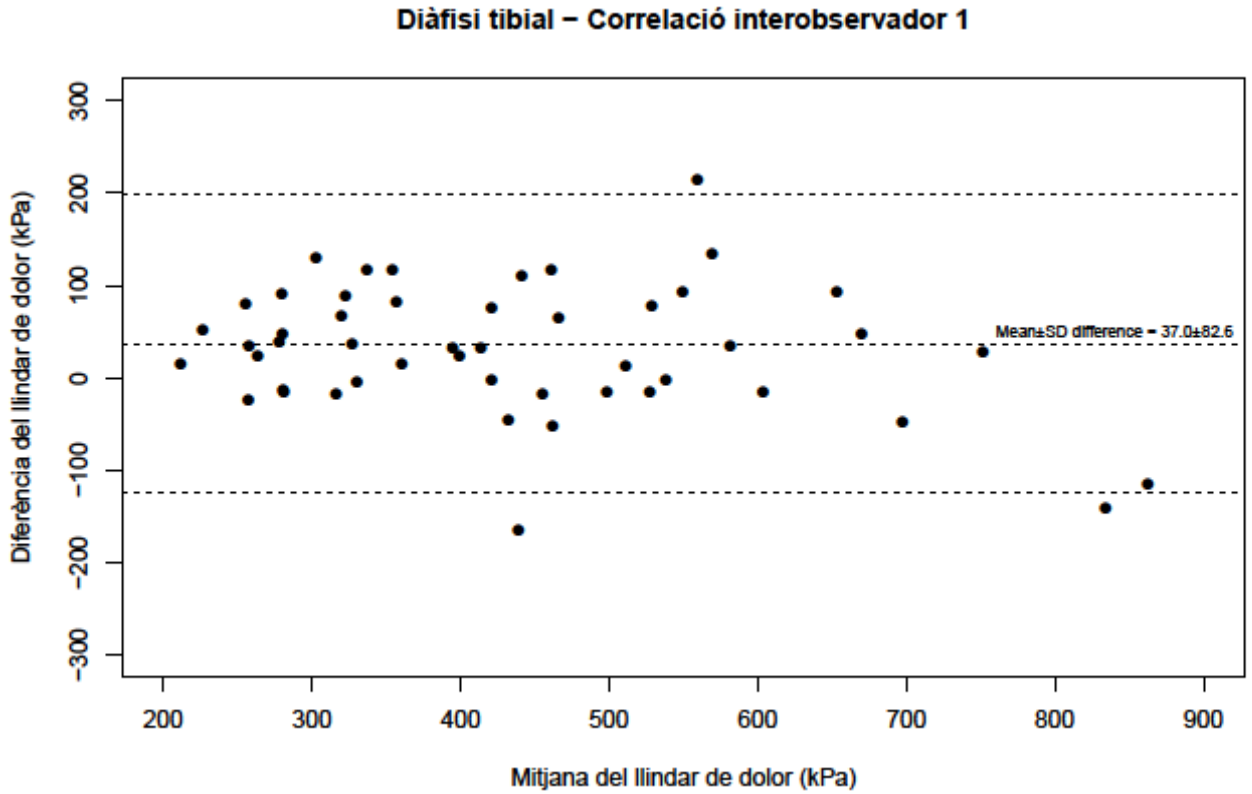


**Gràfic 14.** Dispersió global pel segon investigador

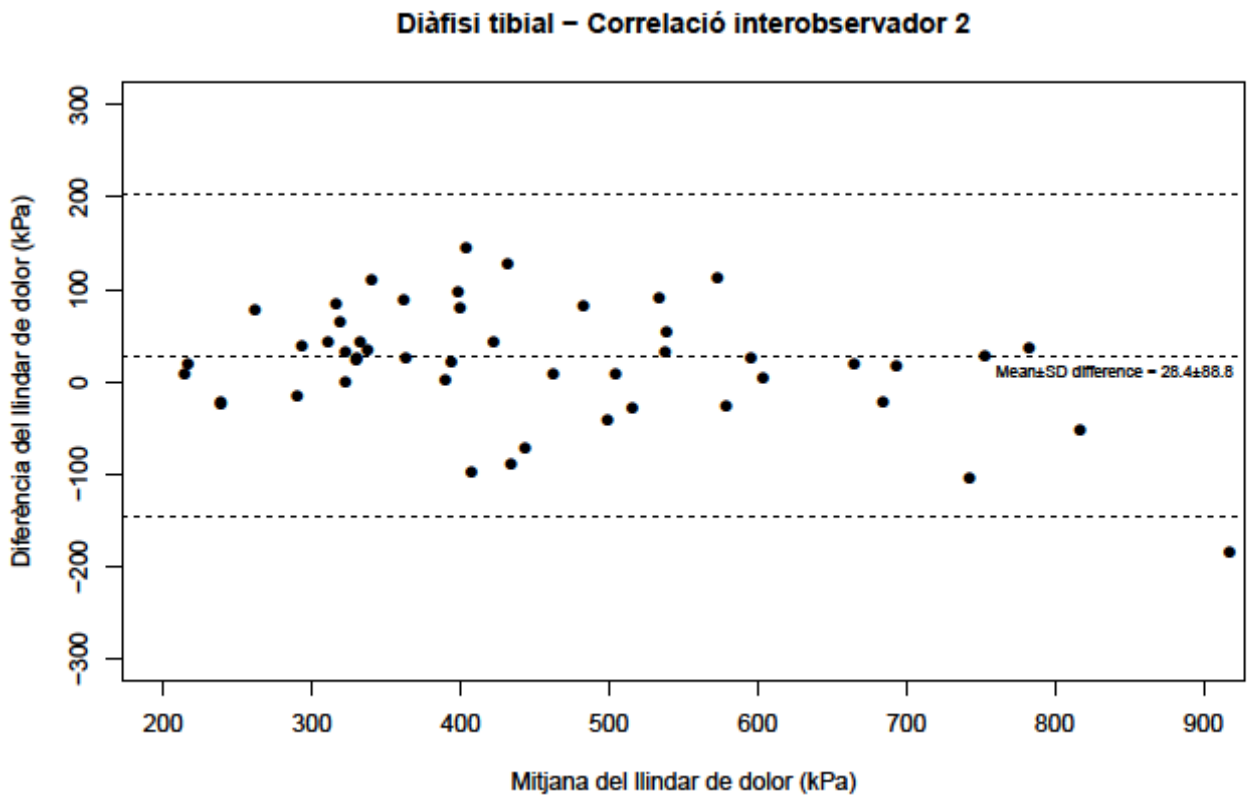
En els dos observadors els valors de correlació van ser excel·lents. Pel que fa referència a l'estudi interobservador, els resultats es resumeixen a la Taula 6 i Gràfics 15 i 16.

<b>CORRELACIÓ INTEROBSERVADOR (DIÀFISI TIBIAL)</b>					
	ICC (95% CI)	MITJANA (Kpa)	AVALUACIÓ D'ERROR SISTEMÀTIC		
			DIFERÈNCIA MITJANA	DESV STD	p=
PRIMERA MESURA	0.86 (0.74- 0.92)	461.7	37.0	82.6	0.0
SEGONA MESURA	0.87 (0.78 - 0.92)	478.0	28.4	88.8	0.0

**Taula 6.** Correlació interobservador a la diàfisi de la tibia



Gràfic 15. Dispersió global a la primera mesura



Gràfic 16. Dispersió global a la segona mesura

Els valors obtinguts en tots els casos van ser excel·lents.

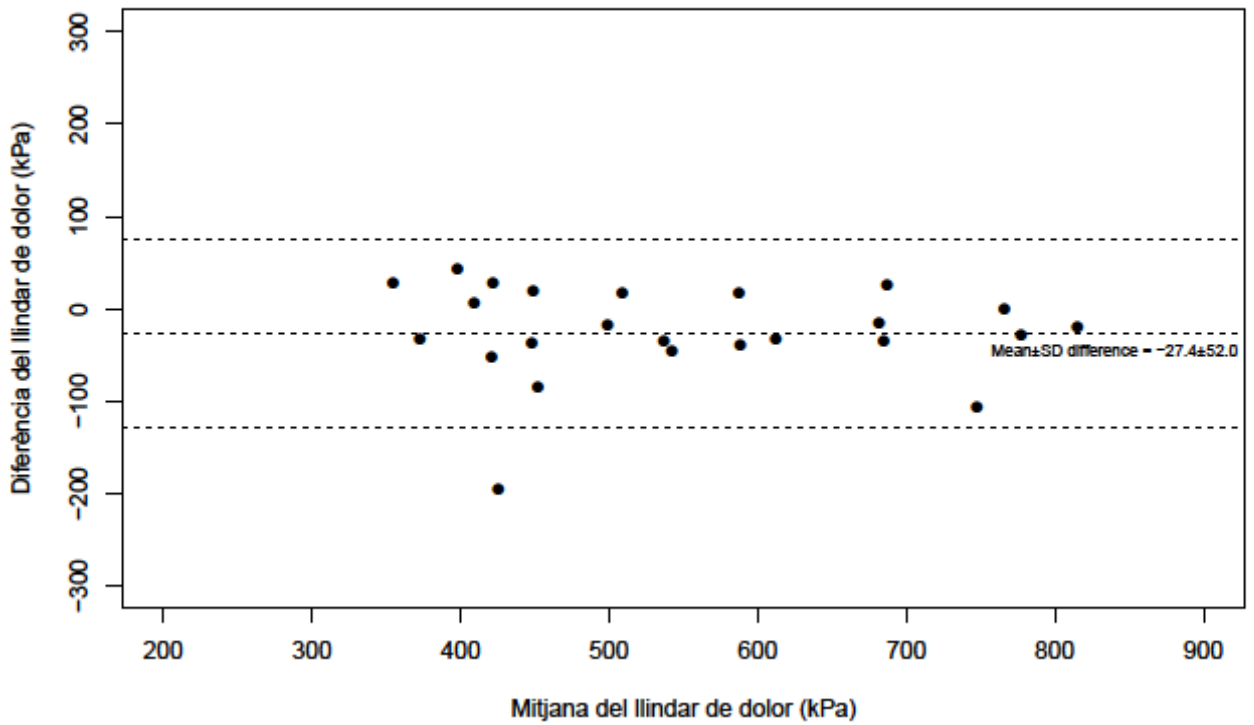
### 5.1.2.2. Resultats en funció del sexe

En el cas de la diàfisi de la tibia també es van analitzar els resultats en funció del sexe. Els graus de correlació intraobservador obtinguts es resumeixen a la Taula 7 i els Gràfics 17 al 20.

CORRELACIÓ INTRAOBSERVADOR (DIÀFISI TIBIAL)					
PRIMERA MESURA	ICC (95% CI)	MITJANA (Kpa)	AVALUACIÓ D'ERROR SISTEMÀTIC		
			DIFERÈNCIA MITJANA (*)	DESV STD	p=
HOMES	0.94 (0.85 -0.97)	555.2	-27.4	52.0	0.0
DONES	0.94 (0.87 -0.97)	368.3	-5.1	39.0	0.5
SEGONA MESURA					
HOMES	0,89 (0,77 -0,95)	525.0	-22.4	80.0	0.1
DONES	0,84 (0,65 -0,92)	324.5	-27.2	62.3	0.0

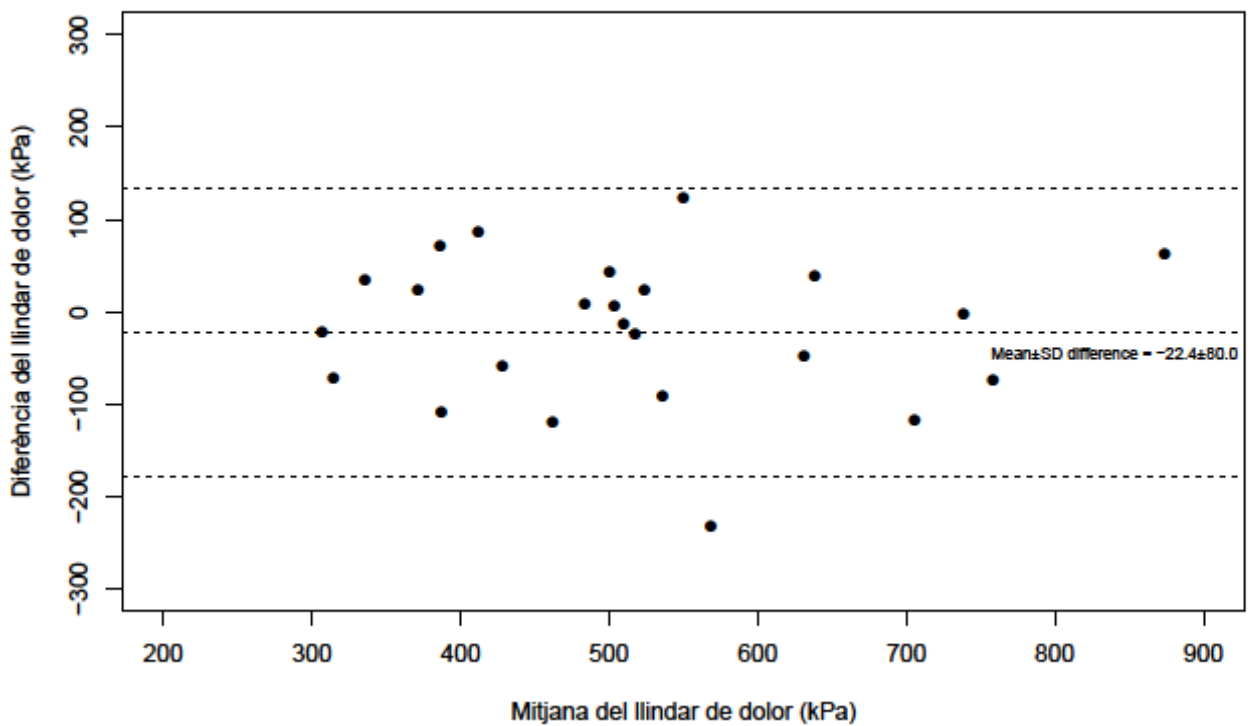
**Taula 7.** Correlació intraobservador a la diàfisi de la tibia. (\*) Diferència mitjana entre els investigadors a la primera i la segona mesures

### Diàfisi tibial – Correlació intraobservador 1

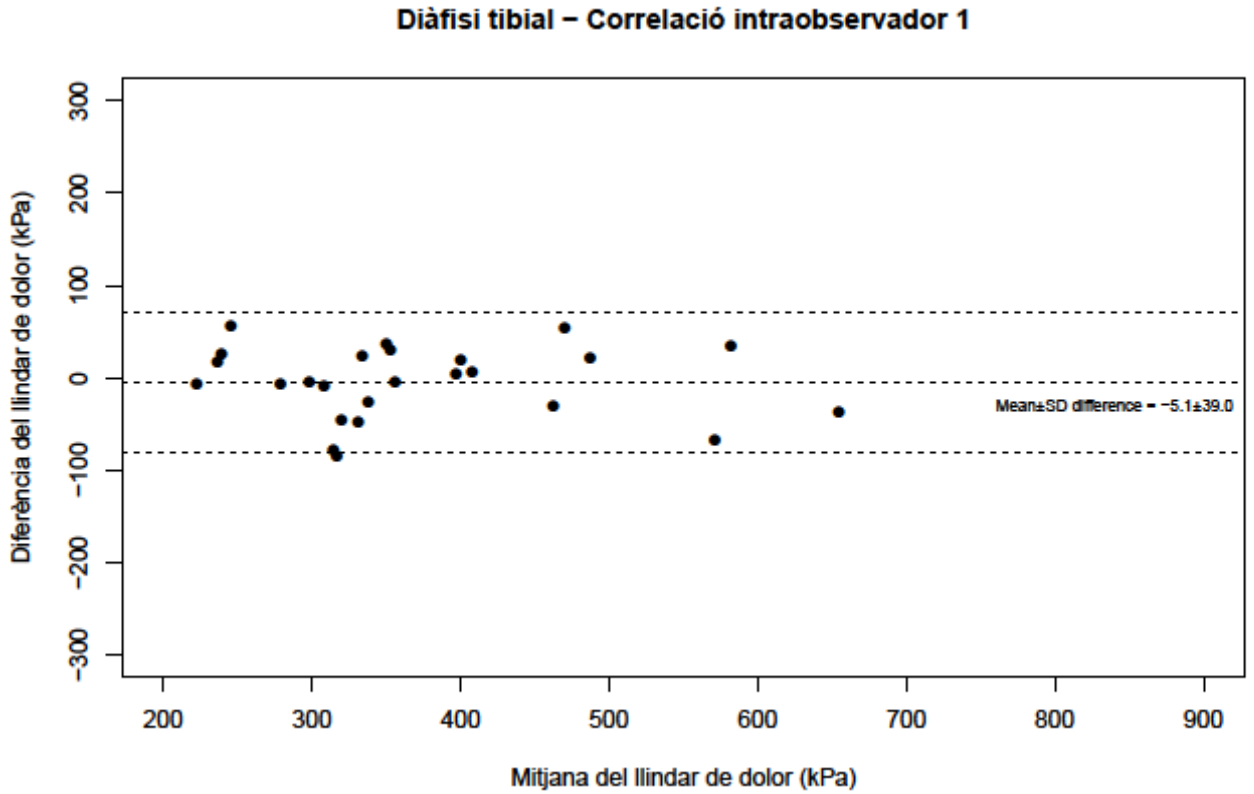


**Gràfic 17.** Dispersió en el grup d'homes pel primer investigador

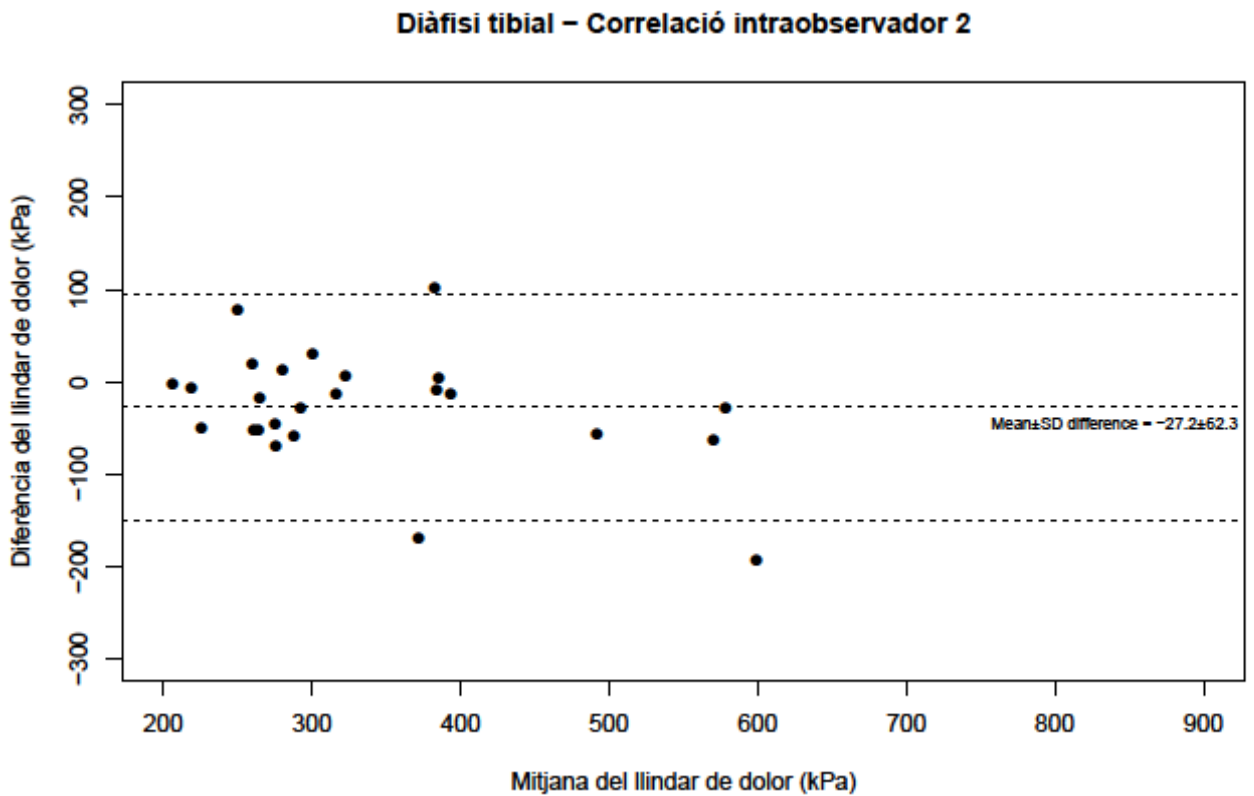
### Diàfisi tibial – Correlació intraobservador 2



**Gràfic 18.** Dispersió en el grup d'homes pel segon investigador



**Gràfic 19.** Dispersió en el grup de dones pel primer investigador



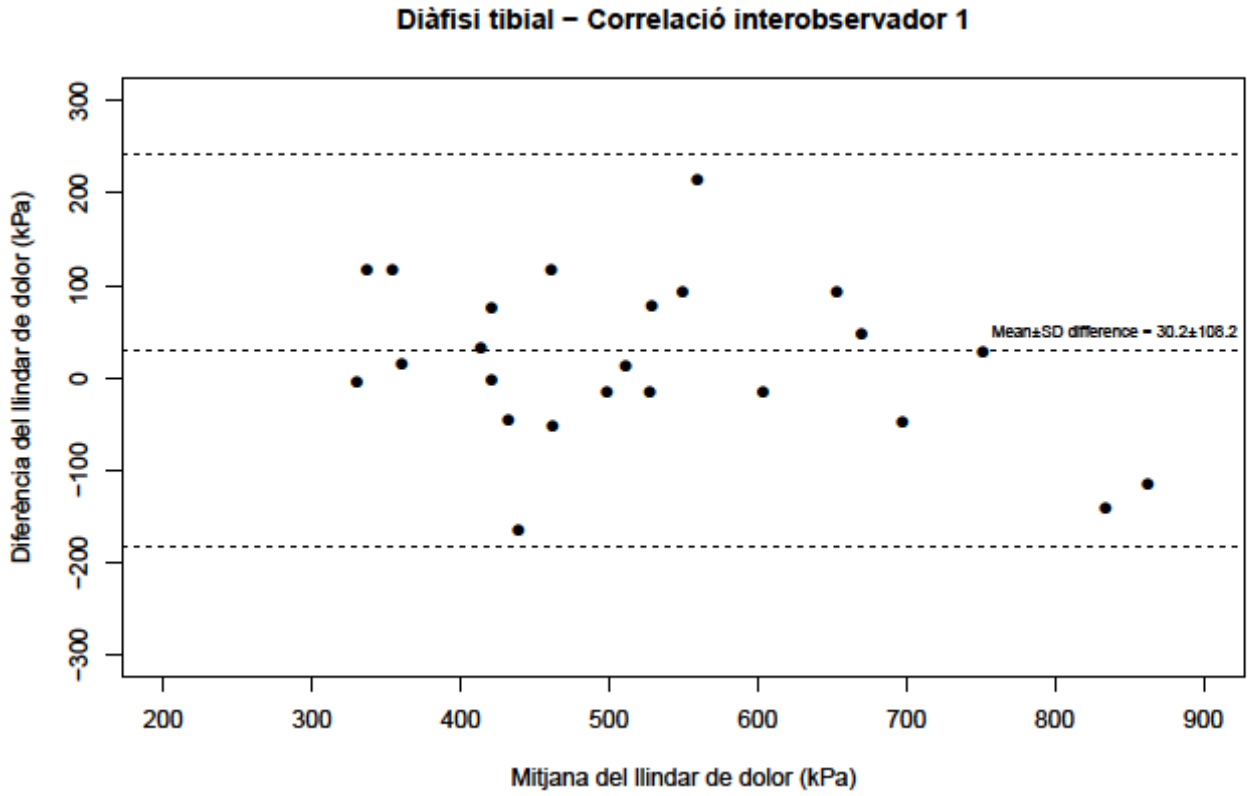
**Gràfic 20.** Dispersió en el grup de dones pel segon investigador

Tots els valors de correlació intraobservador van ser excel·lents. Els resultats obtinguts a l'estudi interobservador es resumeixen a la Taula 8 i als Gràfics 21 al 24.

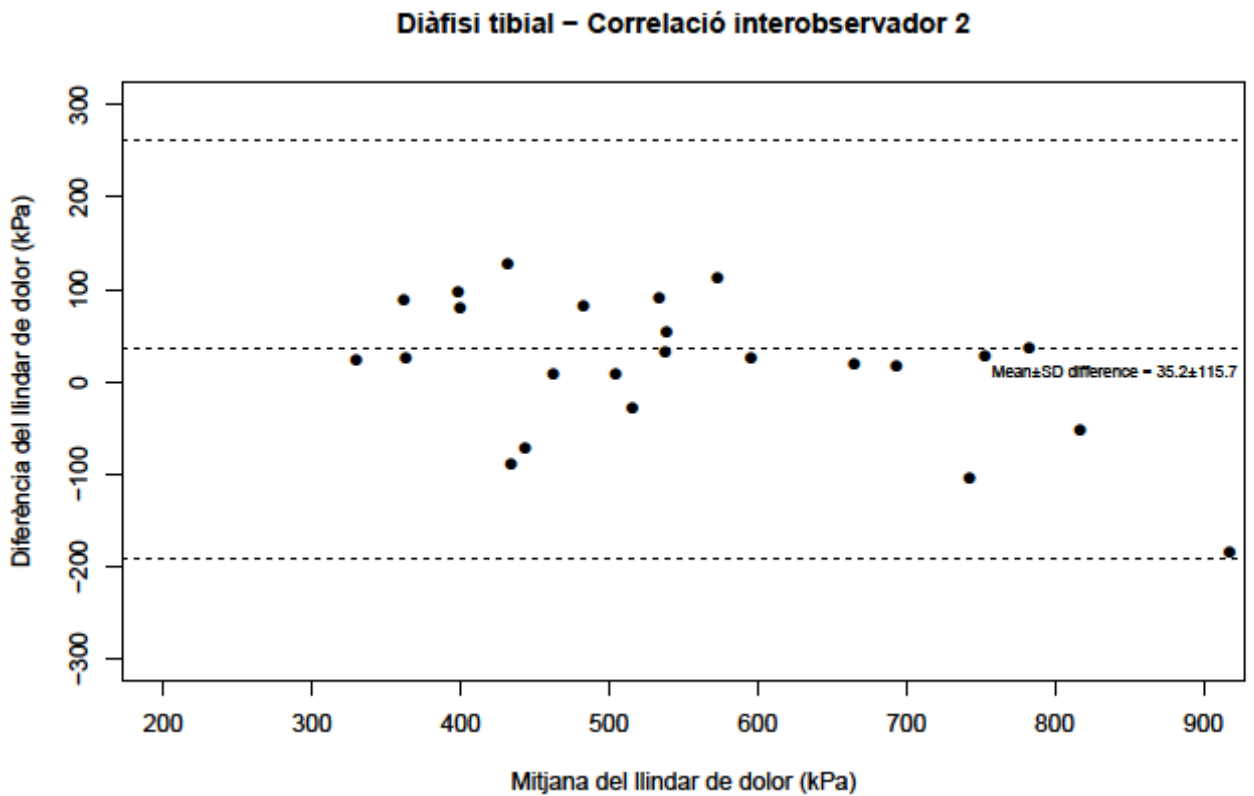
<b>CORRELACIÓ INTEROBSERVADOR (DIÀFISI TIBIAL)</b>					
<b>INVESTIGADOR I</b>	<b>ICC (95% CI)</b>	<b>MITJANA (Kpa)</b>	<b>AVALUACIÓ D'ERROR SISTEMÀTIC</b>		
			<b>DIFERÈNCIA MITJANA (*)</b>	<b>DESV STD</b>	<b>p=</b>
<b>HOMES</b>	<b>0.78</b> (0.57 -0.90)	<b>555.2</b>	<b>30.2</b>	<b>108.2</b>	<b>0.1</b>
<b>DONES</b>	<b>0.84</b> (0.34 -0.94)	<b>368.3</b>	<b>43.7</b>	<b>46.1</b>	<b>0.0</b>
<b>INVESTIGADOR II</b>					
<b>HOMES</b>	<b>0,78</b> (0,56 –0,89)	<b>582.6</b>	<b>35.2</b>	<b>115.7</b>	<b>0.1</b>
<b>DONES</b>	<b>0,90</b> (0,77 –0,95)	<b>373.4</b>	<b>21.6</b>	<b>51.2</b>	<b>0.0</b>

**Taula 8.** Correlació interobservador a la diàfisi de la tibia

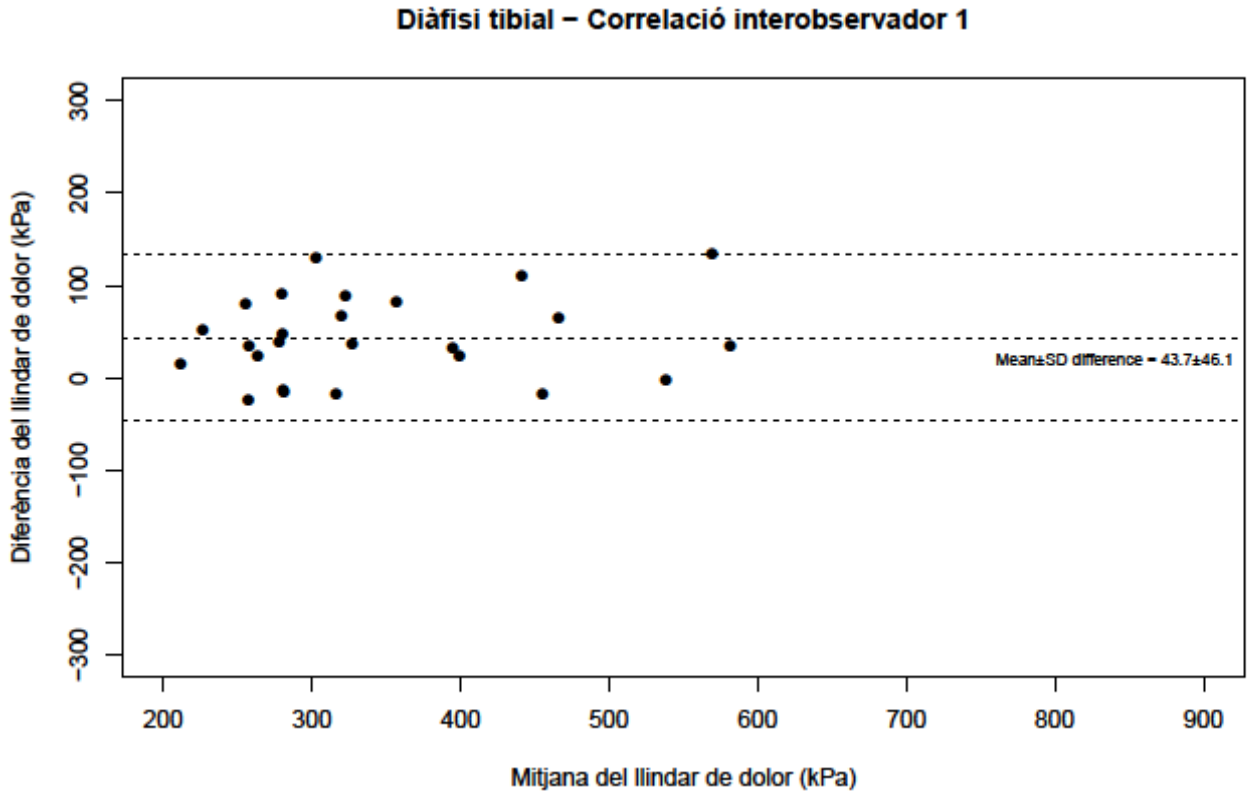




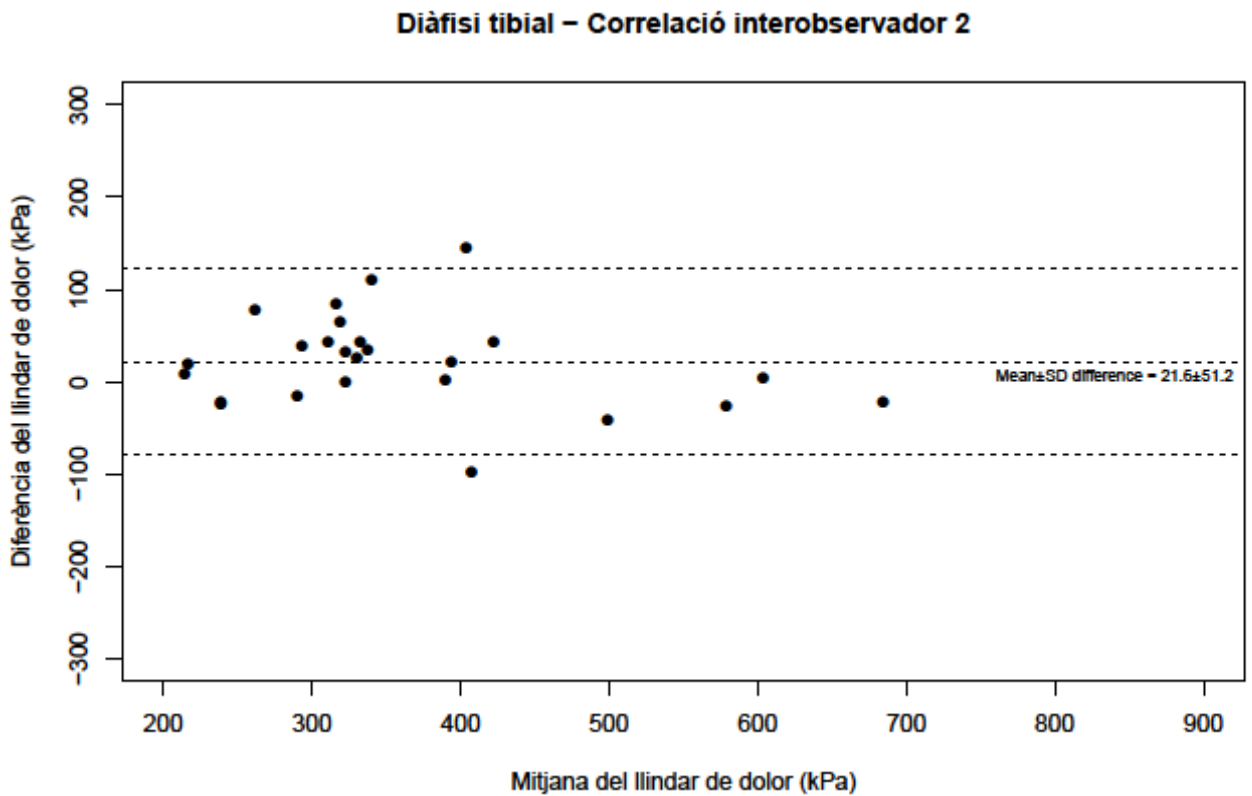
Gràfic 21. Dispersió a la primera mesura en el grup d'homes



Gràfic 22. Dispersió a la segona mesura en el grup d'homes



**Gràfic 23.** Dispersió a la primera mesura en el grup de dones



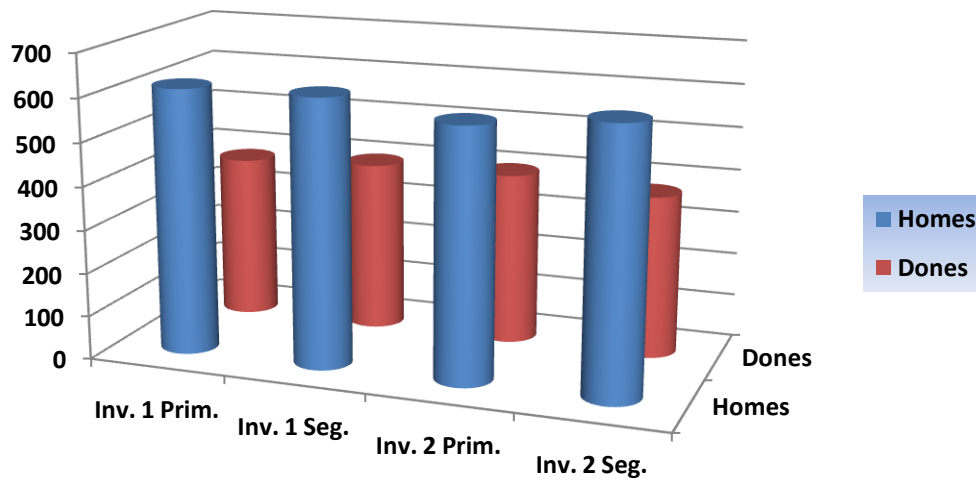
**Gràfic 24.** Dispersió a la segona mesura en el grup de dones

En aquest grup, tots els valors de correlació obtinguts també van ser excel·lents.

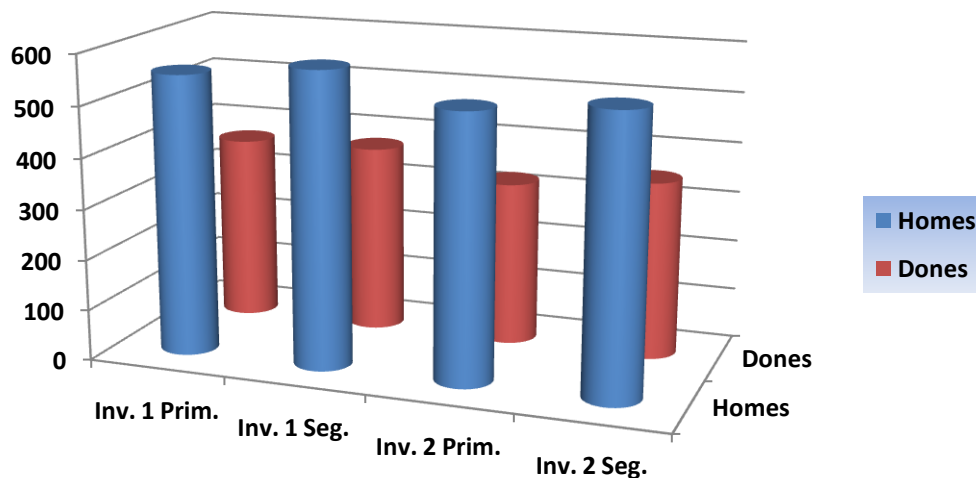
Pel que fa als valors mitjans de llindar de dolor obtinguts, en la distribució per sexes es van obtenir a totes les mesures valors significativament més alts en homes que en dones. Els resultats es resumeixen a la Taula 9 i els Gràfics 25 i 26.

MESURA	SEXE	MITJANA LLINDAR	DESV. STANDARD	MITJANA DEL DIFERENCIAL en Kpa	P=
<b>METÀFISI INV. 1</b> <b>PRIMERA MESURA</b>	HOMES	<b>614.4</b>	206.2	<b>234.2</b>	<b>0.0</b>
	DONES	<b>380.3</b>	150.3		
<b>METÀFISI INV. 1</b> <b>SEGONA MESURA</b>	HOMES	<b>617.9</b>	187.1	<b>223.8</b>	<b>0.0</b>
	DONES	<b>394.0</b>	148.5		
<b>METÀFISI INV. 2</b> <b>PRIMERA MESURA</b>	HOMES	<b>580.4</b>	216.0	<b>182.7</b>	<b>0.0</b>
	DONES	<b>397.6</b>	157.8		
<b>METÀFISI INV. 2</b> <b>SEGONA MESURA</b>	HOMES	<b>609.8</b>	212.4	<b>234.0</b>	<b>0.0</b>
	DONES	<b>375.7</b>	115.5		
<b>DIÀFISI INV. 1</b> <b>PRIMERA MESURA</b>	HOMES	<b>555.2</b>	167.5	<b>186.9</b>	<b>0.0</b>
	DONES	<b>368.3</b>	112.6		
<b>DIÀFISI INV. 1</b> <b>SEGONA MESURA</b>	HOMES	<b>582.6</b>	176.6	<b>209.2</b>	<b>0.0</b>
	DONES	<b>373.4</b>	115.9		
<b>DIÀFISI INV. 2</b> <b>PRIMERA MESURA</b>	HOMES	<b>525.0</b>	169.1	<b>200.4</b>	<b>0.0</b>
	DONES	<b>324.5</b>	105.1		
<b>DIÀFISI INV. 1</b> <b>SEGONA MESURA</b>	HOMES	<b>547.4</b>	179.2	<b>195.5</b>	<b>0.0</b>
	DONES	<b>351.8</b>	128.2		

**Taula 9.** Distribució dels valors obtinguts a cada mesura en els dos sexes.



**Gràfic 25.** Comparativa dels llindars de dolor per sexe a la metàfisi tibial



**Gràfic 26.** Comparativa dels llindars de dolor per sexe a la diàfisi tibial

Dels resultats obtinguts en aquest treball preliminar de correlació, es va observar que tant a nivell de la metàfisi proximal tibial interna com a la diàfisi de la tibia els valors de correlació obtinguts van ser excel·lents. Tanmateix, els

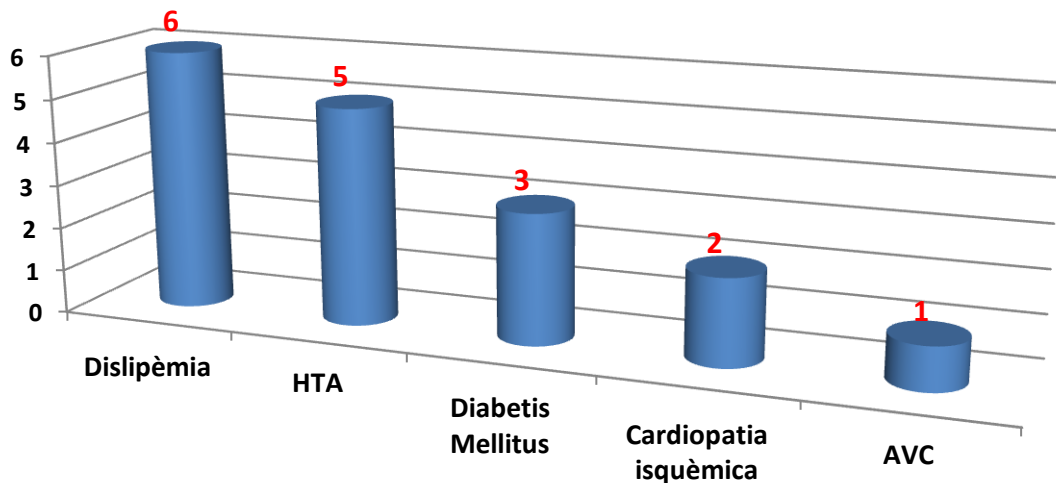
valors del llindar d'aparició de dolor van ser significativament més baixos en el grup de dones que en el d'homes.



## 5.2. Dolor metafisari intern en el genoll var preartròsic

Es van incloure a l'estudi un grup de **25** pacients que complien els criteris d'inclusió i van signar el consentiment informat. Els 25 pacients van poder ser avaluats 6 mesos després de la intervenció. La distribució per sexe, edat, índex de massa corporal i grau d'artrosi va ser la següent:

- **Edat:** el valor mitjà de l'edat va ser de **56,6 (43 – 71)** anys.
- **Sexe:** es van avaluar en total **22** homes i **3** dones.
- **Índex de massa corporal:** mitjana de **32,0 (25,8 – 39,4)**.
- **Ahlbäck:** **1** cas grau 1, **21** casos grau 2, **3** casos grau 3.
- **Antecedents mèdics d'interès:** Es resumeixen al gràfic 27.



Gràfic 27. Antecedents mèdics del grup

### 5.2.1. Avaluació de la deformitat

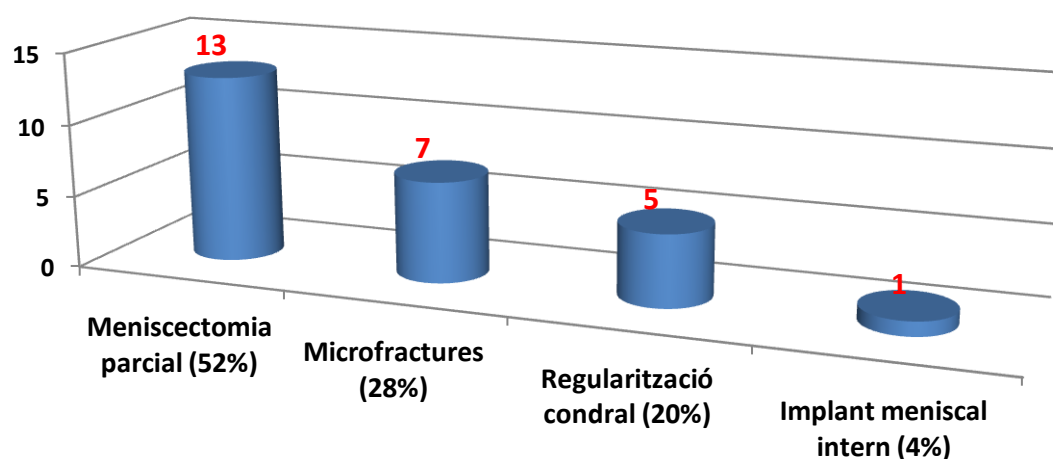
Els resultats de la deformitat en var al preoperatori i sis mesos després de la intervenció es resumeixen a la Taula 10.

	MITJANA	DESV. STD	P=
ANGLE FEMOROTIBIAL PREOP	172,3 (168 – 176)	2,0	-
ANGLE FEMOROTIBIAL ALS 6 MESOS	180,6 (174 – 185)	2,9	-
GRAUS DE CORRECCIÓ OBTINGUTS	8,2 (2 – 14)	3,1	0,0

Taula 10. Resultats radiològics

### 5.2.2. Tècniques artroscòpiques associades

En tots els casos, l'osteotomia tibial es va associar a una artroscòpia prèvia per a avaluar de forma precisa l'estat de l'articulació i confirmar la indicació de l'osteotomia. Els procediments associats es resumeixen al gràfic 28.



Gràfic 28. Tècniques artroscòpiques associades a l'osteotomia tibial



### 5.2.3. Avaluació funcional

Les modificacions que es van produir a l'escala KSS es resumeixen a la Taula 11.

	MITJANA	DESV. STD	P=
<b>KSS GENOLL PREOPERATORI</b>	<b>53,5 (40 – 90)</b>	<b>10,0</b>	-
<b>KSS GENOLL ALS 6 MESOS</b>	<b>92,1 (68 – 100)</b>	<b>6,7</b>	-
<b>KSS FUNCÍÓ PREOPERATORI</b>	<b>69,5 (60 – 90)</b>	<b>8,2</b>	-
<b>KSS FUNCÍÓ ALS 6 MESOS</b>	<b>90,8 (60 – 100)</b>	<b>11,6</b>	-
<b>MILLORA MITJANA DE KSS GENOLL</b>	<b>38,5</b>	<b>12,3</b>	<b>0,0</b>
<b>MILLORA MITJANA DE KSS FUNCÍÓ</b>	<b>21,8</b>	<b>16,0</b>	<b>0,0</b>

**Taula 11.** Resum dels resultats funcionals

### 5.2.4. Avaluació específica del dolor

Els resultats pel que fa a l'escala EVA i als valors obtinguts del llinard d'aparició de dolor en els tres punts d'estudi es resumeixen a la Taula 12.

	MITJANA	DESV. STD	P=
EVA PREOPERATORI	7,1	1,1	-
EVA POSTOPERATORI	3,3	1,7	-
MODIFICACIÓ EVA	3,7	1,9	0,0
LLINDAR COMP. INTERN PREOP	368,4	139,9	-
LLINDAR COMP. INTERN 6 MESOS	572,7	316,3	-
MODIFICACIÓ LLINDAR COMP INTERN	-204,2	308,8	0,0
LLINDAR COMP. EXTERN PREOP	596,0	204,2	-
LLINDAR COMP. EXTERN 6 MESOS	628,0	314,7	-
MODIFICACIÓ LLINDAR COMP. EXTERN	-32,0	274,5	0,5
LLINDAR SUBCLAV. PREOP	480,4	170,5	-
LLINDAR SUBCLAV 6 MESOS	498,2	196,4	-
MODIFICACIÓ LLINDAR SUBCLAV	-17,7	168,7	0,6

Taula 12. Resultats de l'escala EVA i llinar de dolor

El llinar d'aparició de dolor al compartiment intern del genoll va augmentar de forma estadísticament significativa un **35,6%** als sis mesos de la intervenció quirúrgica. En canvi, al compartiment extern només ho va fer un **5,3%** i a la zona de control subclavicular un **3,6%**. Pel que fa al grau de correlació observada entre l'augment del llinar de dolor al compartiment intern després de 6 mesos i els graus de deformitat corregits, el grau de millora a l'escala EVA i a l'escala KSS, els resultats es resumeixen a la Taula 13.

	GRAUS DE CORRECCIÓ	MODIF. EVA	MODIF. KSS GENOLL	MODIF. KSS FUNCIO
DIFERENCIAL COMPARTIMENT INTERN	0,0 / 0,9	-0,2 / 0,1	0,3 / 0,1	0,3 / 0,1
DIFERENCIAL COMPARTIMENT EXTERN	-0,1 / 0,6	-0,2 / 0,3	0,2 / 0,2	0,3 / 0,1
DIFERENCIAL SUBCLAVICULAR	0,0 / 0,8	0,2 / 0,2	-0,0 / 0,7	0,3 / 0,1
MODIF. EVA	0,2 / 0,2	-	-0,3 / 0,1	-0,2 / 0,3
MODIF. KSS GENOLL	0,2 / 0,2	-0,3 / 0,1	-	0,4 / 0,0
MODIF. KSS FUNCIO	-0,2 / 0,2	-0,2 / 0,3	0,4 / 0,0	-

**Taula 13.** Graus de correlació (-1/1) i significació estadística (p=) obtinguts entre l'algometria i la resta de variables

Al compartiment intern del genoll, les modificacions observades en el llinar de dolor no es van correlacionar de forma significativa ni amb els graus de correcció que es va realitzar, ni amb les variacions a l'escala d'EVA i tampoc a les escales de genoll i funció del KSS.

Pel que fa al compartiment extern i subclavicular, tampoc es va trobar cap correlació significativa amb aquests paràmetres.

### 5.2.5. Complicacions i pèrdues de seguiment

En el grup de 25 pacients es van observar les complicacions següents:

- **Infecions:** dos casos van presentar una infecció aguda postoperatòria que es va resoldre amb un desbridament mantenint el material de la osteotomia i antibioteràpia endovenosa durant 2 setmanes i

posteriorment oral durant 4 setmanes. En el primer cas, els cultius intraoperatoris van sortir positius per *Staphylococcus epidermidis* i en el segon per *Streptococcus agalactiae* + *Staphylococcus aureus*.

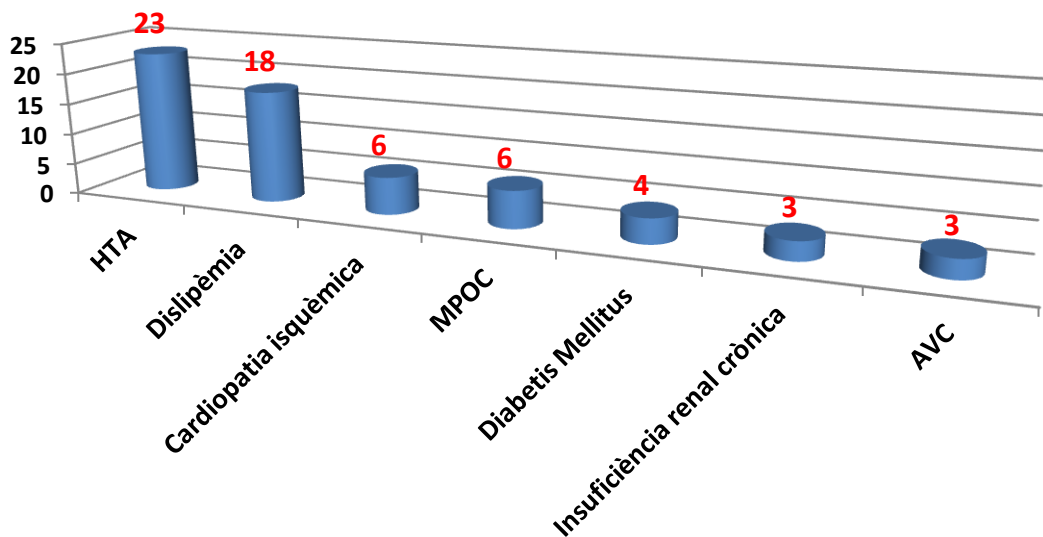
- **Pèrdues de reducció:** un cas va presentar una recidiva de la deformitat després d'unes setmanes de la intervenció amb un col·lapse parcial al compartiment intern. Al final del seguiment l'osteotomia, estava consolidada, però el pacient persistia amb dolor i estava pendent de cirurgia protètica del genoll.

En aquest grup, no es va perdre cap pacient durant el període de seguiment.

### 5.3. Dolor a punta de tija tibial protètica

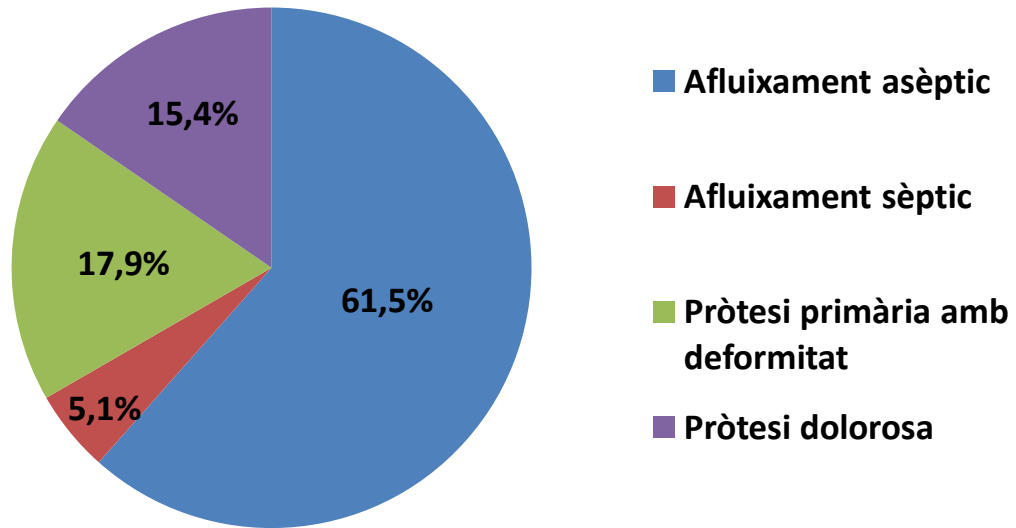
Inicialment, es van incloure a l'estudi un grup de **50** pacients. Tots ells complien els criteris d'inclusió i van signar el consentiment informat. D'aquest grup inicial, **39** pacients van completar el seguiment del protocol després d'un any. La distribució per sexe, edat i índex de massa corporal va ser la següent:

- **Edat:** el valor global mitjà de l'edat va ser de **75,4 (59 – 87)** anys.
- **Sexe:** en aquest cas, es van avaluar en total **13** homes i **26** dones.
- **Índex de massa corporal:** mitjana de **30,4 (22,9 – 42,8)**.
- **Antecedents patològics del pacients:** els principals antecedents mèdics es resumeixen al Gràfic 29.



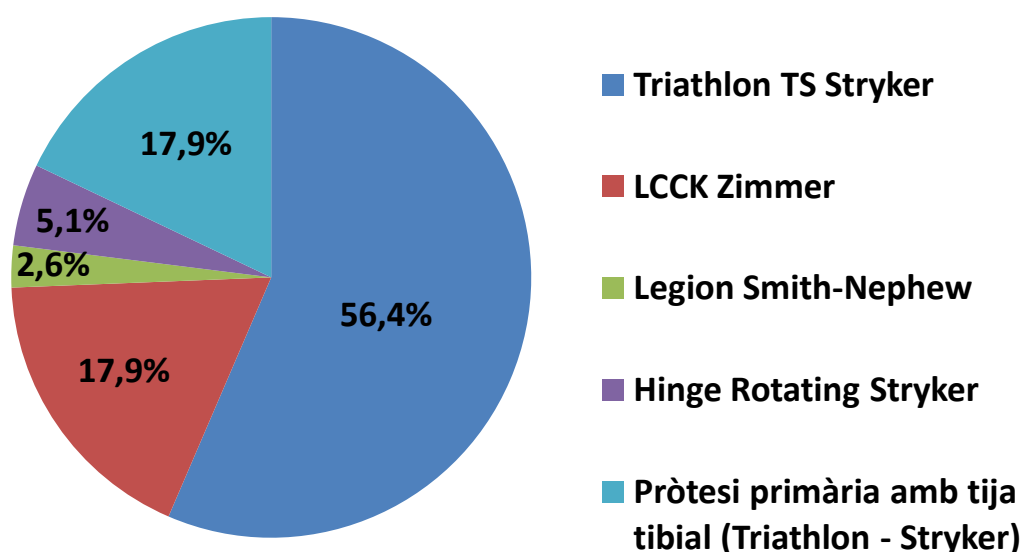
**Gràfic 29.** Antecedents patològics dels pacients

- **Indicacions:** Les indicacions que van motivar la col·locació d'una pròtesi amb una tija tibial es resumeixen al Gràfic 30.



**Gràfic 30.** Causes que van motivar la implantació d'una pròtesi amb tija a la tibia

- **Models protètics utilitzats:** els models protètics utilitzats es resumeixen al Gràfic 31.



Gràfic 31. Distribució dels implants col·locats

- **Característiques de la tija tibial:** les tiges tibials que es van utilitzar tenien la llargada i diàmetre següents:
  - **Longitud:** mitjana de **103,5 (100-160)** mm i desviació estàndard de **15,6**.
  - **Diàmetre:** mitjana de **13,5 (10-18)** mm i desviació estàndard de **2,1**.
- **Avaluació radiològica:** pel que fa a l'avaluació radiològica, es mesurava l'angle mecànic femorotibial al final del seguiment i la presència o no de reacció cortical a nivell de la punta de tija protètica tibial.

- **Angle femorotibial:** la mitjana va ser de **178,3° (173-181)** i desviació estàndard d'**1,9**.
  
- **Reacció òssia cortical:** no es va observar la presència de reacció òssia cortical després d'un any de seguiment. Tanmateix, en **3** dels casos que van referir dolor a la punta de la tija es va observar una certa reacció escleròtica al voltant d'aquesta.
  
- **Balanç articular pre- i postoperatori:** pel que fa al balanç articular que s'observava al genoll dels pacients en el moment de la col·locació de la pròtesi i després d'un any de seguiment, els resultats es resumeixen a la Taula 14.

	EXTENSIÓ PREOPERATÒRIA	FLEXIÓ PREOPERATÒRIA	EXTENSIÓ 1 ANY	FLEXIÓ 1 ANY
MITJANA	5,1º	101,9º	1,1º	103,9º
MARGES	0 - 30º	60 -120º	0 - 20º	70 - 130º
DESV. STD	7,4	15,6	3,7	13

**Taula 14.** Balanç articular pre- i postoperatori del grup

### 5.3.1. Resultats de l'algometria

El llinard d'aparició de dolor en el període preoperatori i a nivell de la diàfisi tibial que havia d'allotjar la tija, la diàfisi tibial contralateral i a la zona subclavicular es resumeixen a la Taula 15.



	MITJANA (Kpa)	DESV. STD.
<b>DIÀFISI TIBIAL PENDENT IQ</b>	<b>292,6</b> (89 – 624,5)	<b>122,3</b>
<b>DIÀFISI TIBIAL CONTRALATERAL</b>	<b>315,4</b> (133 – 911)	<b>152,8</b>
<b>SUBCLAVICULAR</b>	<b>376,7</b> (134 - 1035)	<b>168,7</b>

**Taula 15.** Valors del llindar de dolor preoperatoris

Els valors obtinguts després d'un any de la intervenció quirúrgica es resumeixen a la Taula 16.

	MITJANA (Kpa)	DESV. STD.
<b>DIÀFISI TIBIAL AMB TIJA</b>	<b>274,6</b> (75,5 – 682,0)	<b>144,2</b>
<b>DIÀFISI TIBIAL CONTRALATERAL</b>	<b>290,5</b> (106,0 – 774,5)	<b>158,4</b>
<b>SUBCLAVICULAR</b>	<b>324,1</b> (125,5 – 699,0)	<b>129,2</b>

**Taula 16.** Valors del llindar de dolor 1 any després de la intervenció

Les modificacions que es van produir en el llindar de dolor al final del seguiment es resumeixen a la Taula 17.

	DIFERÈNCIA MITJANA (Kpa)*	DESV. STD.	P=
<b>TÍBIA INTERVINGUDA</b>	<b>18,0</b>	<b>127,3</b>	<b>0,3</b>
<b>TÍBIA CONTRALATERAL</b>	<b>24,9</b>	<b>157,7</b>	<b>0,3</b>
<b>SUBCLAVICULAR</b>	<b>48,6</b>	<b>145,5</b>	<b>0,05</b>

**Taula 17.** Variacions dels valors del llindar en el control anual \*Diferències entre les mitjanes preoperatoria i del control anual

En els tres punts d'estudi es va observar una disminució dels valors del llinar de dolor. Des del punt de vista de significació estadística només la mesura subclavicular va presentar modificacions marginalment significatives. Tant a la tibia intervinguda com a la contralateral, no es van produir modificacions significatives després d'un any de la intervenció.

### 5.3.2. Resultats de l'escala àlgica – funcional i escala visual – analògica (EVA)

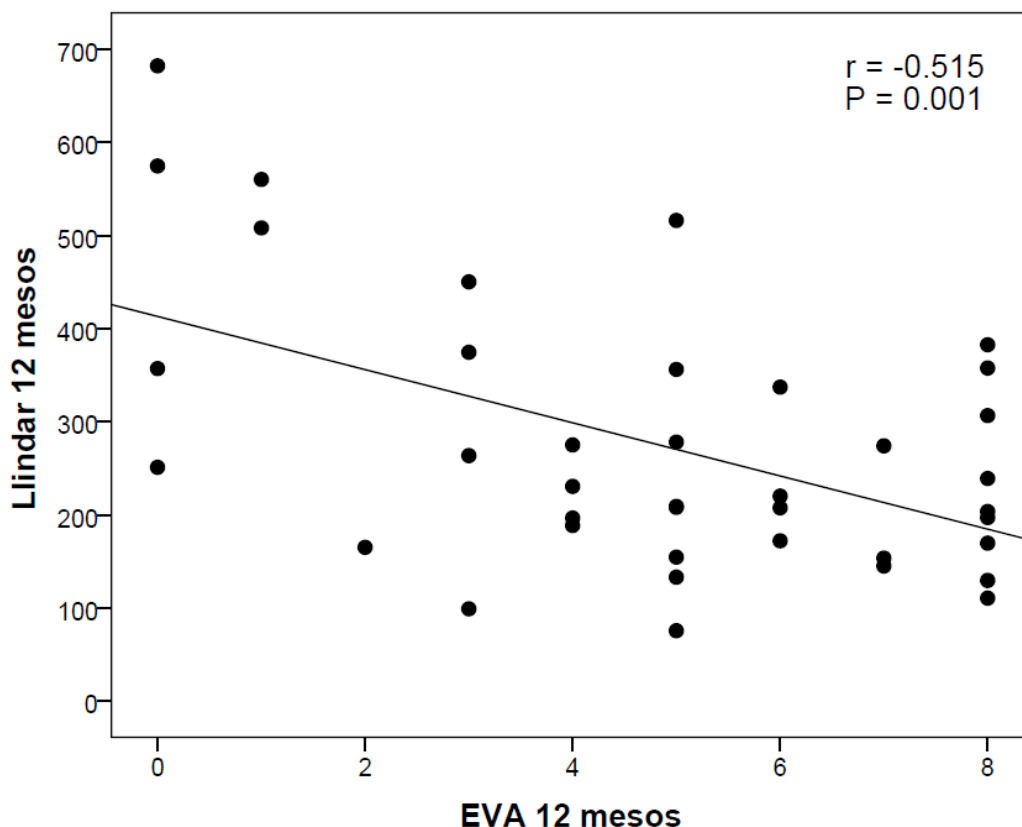
Els resultats obtinguts a l'escala de dolor i funcional preoperatoria i després d'un any i també els de l'escala analògica visual es resumeixen a la Taula 18.

	MITJANA (DESV STD)	P=
ESCALA DE DOLOR PREOPERATORIA	1,0 (0,2)	-
ESCALA DE DOLOR 1 ANY POSTOP	2,2 (1,0)	-
DIFERENCIAL (PREOPERATORI – 1ANY)	-1,1 (1,0)	0,0
ESCALA EVA 1 ANY POSTOP	4,8 (2,6)	-

**Taula 18.** Valors obtinguts a l'escala de dolor i analògica visual

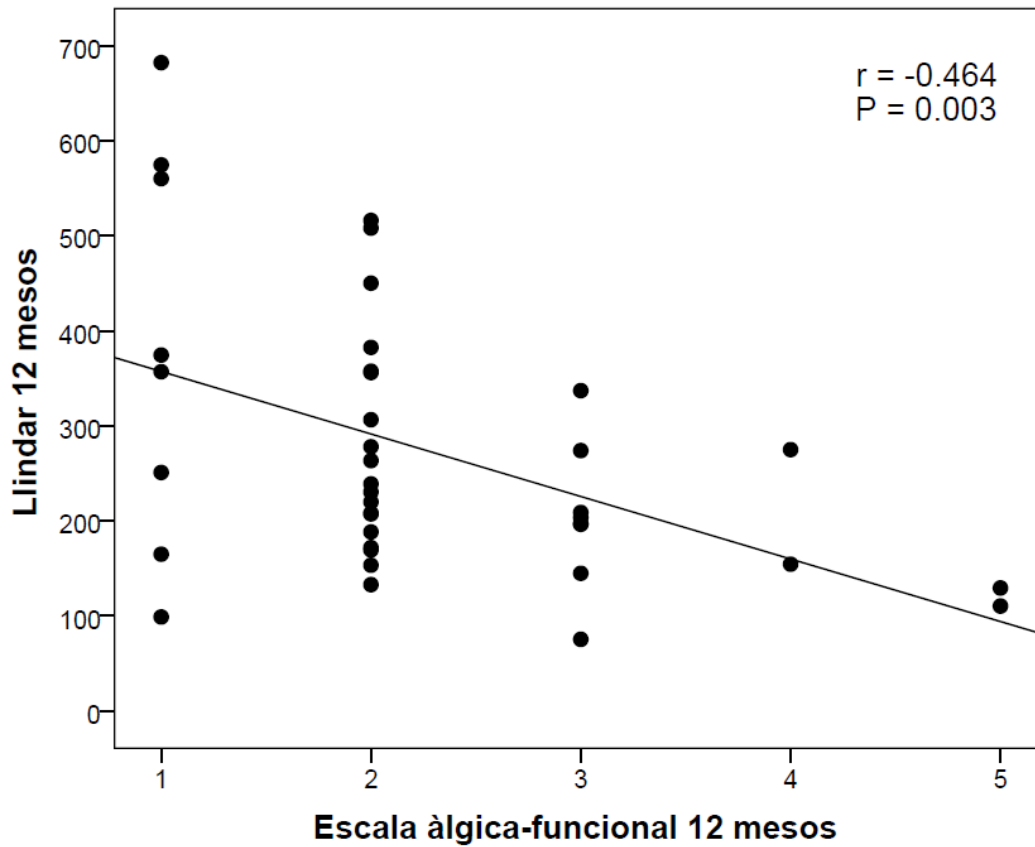
Pel que fa a la variació observada a l'escala de dolor, es va produir una modificació estadísticament significativa després d'un any de seguiment. La traducció clínica d'aquesta troballa es reflecteix en el fet que els pacients no tenien dolor a la diàfisi tibial abans de la intervenció quirúrgica (valor mitjà d'1,0) i després d'un any de seguiment tenien dolor a la palpació local a la zona de la punta de la tija (valor mitjà de 2,2).

En el control anual, el grau de correlació existent entre els valors obtinguts per l'algometria a la punta de la tija i les escales d'EVA i de dolor es resumeixen als Gràfics 33 i 34.



**Gràfic 32.** Correlació obtinguda entre els valors del llinar de dolor i l'escala EVA després d'un any de la intervenció

Malgrat la variabilitat observada en els valors de cada pacient, en el control anual es va observar una correlació moderada ( $r: -0.5$ ) i estadísticament significativa ( $p=0.001$ ) entre el llinar de dolor i els valors d'EVA que manifestaven els pacients. Així doncs, valors més baixos del llinar s'associaven a valors més alts a l'escala d'EVA i viceversa.



**Gràfic 33.** Correlació obtinguda entre els valors del llindar de dolor i l'escala de dolor després d'un any de la intervenció

En el cas de l'escala de dolor definida, els valors obtinguts en el control anual també es correlacionaven de forma moderada ( $r:-0.4$ ) i estadísticament significativa ( $p=0.003$ ) amb els del llindar de dolor. D'aquesta forma, valors més elevats a l'escala de dolor (major invalidació del pacient) corresponien a valors més baixos del llindar de dolor i viceversa.

### 5.3.3. Incidència de dolor a punta de tija tibial

Els criteris establerts pel diagnòstic de dolor a punta tija tibial eren els següents:

1. Disminució del llindar de dolor **igual o superior a 200 Kpa** en el control anual
2. Presentar una puntuació de **4 o superior** a l'escala de dolor prèviament definida
3. Presentar un valor de **7 o superior** a l'escala d'EVA en relació al dolor diafisiari de la tibia intervinguda

Els resultats obtinguts per a aquests tres paràmetres es resumeixen a la Taula 19.

	nre PACIENTS	PERCENTATGE
<b>ESCALA ÀLGICA <math>\geq 4</math></b>	<b>4 / 39</b>	<b>10,2%</b>
<b>EVA <math>\geq 7</math></b>	<b>14 / 39</b>	<b>35,9%</b>
<b>DISMINUCIÓ LLINDAR <math>\geq 200</math> kPA</b>	<b>5 / 39</b>	<b>12,8%</b>

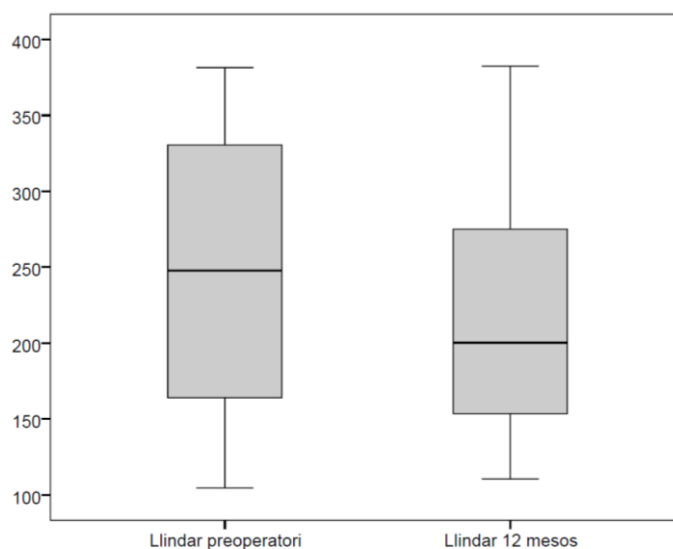
**Taula 19.** Nombre de pacients amb dolor a punta de tija segons els diferents criteris definits

El criteri definit amb l'escala EVA és la que va diagnosticar un percentatge superior de pacients amb dolor a la punta de tija tibial. Pel que fa als valors del llindar de dolor, només 5 van presentar una disminució del llindar superior als 200 Kpa.

Les modificacions que es van produir en els valors del llindar de dolor en el grup de 14 pacients que van presentar una escala d'EVA  $\geq 7$  a la diàfisi tibial, es resumeixen a la Taula 20 i Gràfic 34.

	DIFERÈNCIA MITJANA (Kpa)*	DESV. STD.	p
TÍBIA INTERVINGUDA	28,1	105,8	0,3
TÍBIA CONTRALATERAL	-0,32	157,7	0,9
SUBCLAVICULAR	58,9	134,0	0,1
ESCALA ÀLGICA	-1,9	1,2	0,0

**Taula 20.** Modificacions observades en el grup de pacients amb un valor a l'escala d'EVA  $\geq 7$  en el control anual



**Gràfic 34.** Modificació del llindar de dolor preoperatori i després d'un any en el grup de 14 pacients amb una EVA  $\geq 7$

En aquest grup específic que referia un dolor a la punta de la tija tibial  $\geq 7$  a l'escala d'EVA, no es va observar una modificació significativa del llinar de dolor en cap de les tres localitzacions. En canvi, l'escala àlgica definida sí va presentar un augment significatiu del seus valors.

#### 5.3.4. Complicacions i pèrdues de seguiment

Les complicacions més significatives observades després d'un any de seguiment les podem resumir de la manera següent:

- **Neurovasculars:**
  - 1 cas d'axonotmesi del nervi ciàtic popliti extern, que es va tractar amb una fèrula antiequí
  - 1 cas de lesió vascular intraoperatòria que va requerir un bypass femoropopliti
  
- **Clíniques:**
  - 3 casos amb una limitació de la flexió inferior als 80°. Donada la baixa demanda funcional d'aquests pacients, es van tractar de forma conservadora.
  - 2 pacients amb complicacions cutànies postoperatòries que es van resoldre amb tractament local.
  - No es va observar cap cas d'infecció protètica.
  - No es va produir cap èxitus durant el temps de seguiment.

Pel que fa a les pèrdues de seguiment, dels **50** pacients que es va incloure inicialment al grup, van completar el seguiment un total de 39. Les causes de

no completar el seguiment en els 11 pacients restants **(22%)** van ser les següents:

- **1** pacient a qui es va col·locar una tija protètica de 30 mm. Tenint en compte que no arribava a tenir contacte estret amb la diàfisi, es va considerar que era una longitud insuficient com per poder causar dolor a la punta de la tija protètica.
- **4** pacients que van ser inclosos per una deformitat primària severa i finalment no van requerir una tija protètica en el moment de la intervenció.
- **4** pacients que estaven inclosos en un altre estudi on simultàniament es realitzava una mesura de microindentació òssia a la diàfisi tibial en el control anual, es van negar a realitzar el control per haver patit un dolor excessiu a la mesura preoperatòria.
- **2** pacients no van voler acudir al control anual.



## **6. DISCUSSIÓ**

L'avaluació i mesura específica del dolor segueix sent un tema controvertit i multifactorial. Probablement el motiu es fonamenta en dues raons principals. En primer lloc, per la impossibilitat de poder quantificar-lo i discriminar el dolor físic de l'emocional. El dolor provoca de forma inherent un grau de patiment al pacient que difícilment és quantificable. Per altra banda, existeixen diversos factors individuals que poden influir en la quantificació objectiva del dolor. Per tant, cal tenir-los presents i analitzar-los amb detall a continuació.

### **6.1. Dels valors obtinguts a l'estudi de correlació en voluntaris sans**

Tant a nivell de la metàfisi interna com a la diàfisi de la tibia, els graus de correlació observats intra- i interobservador van ser excel·lents. Això confirma que l'algometria de pressió aplicada en aquestes dues localitzacions permet determinar de forma fiable i reproductible el llindar d'aparició de dolor. Amb aquest mateix objectiu, diversos autors van estudiar la utilitat de l'algometria en diferents localitzacions anatòmiques del cos humà i van obtenir resultats similars en grups de pacients sans (138, 150-151, 163-164). No obstant això, a totes les sèries publicades s'observava una certa variabilitat entre els llindars de dolor a diferents localitzacions del cos humà i en diferents grups de pacients. Aquesta variabilitat es pot explicar per diversos factors que cal tenir en compte.

**6.1.1. De les característiques anatòmiques de la regió.** En el nostre estudi, ambdues localitzacions presentaven algunes característiques comunes. En els dos punts avaluats la pressió es realitzava fonamentalment sobre el periosti. En el cas de la metàfisi tibial interna, la pressió s'exercia des de la pell sobre el teixit cel·lular subcutani, el lligament lateral intern del genoll i s'aplicava directament sobre el periosti medial de la tibia. En el cas de la diàfisi tibial, l'estímul de pressió es transmetia de la mateixa forma des de la pell cap al teixit gras subcutani i el periosti de la tibia. Alguns autors van demostrar que les zones anatòmiques per on discorren branques nervioses sensibles o bé a les zones musculars que protegeixen trajectes neurològics, com per exemple el plexe braquial, presentaven valors del llindar de dolor significativament menors que les zones on s'estudiava el periosti (142-143). En un treball en un grup de 12 voluntàries sanes on es determinava el valor del llindar de dolor a diferents localitzacions, es van observar mitjanes als punts amb característiques similars; com l'epicòndil humeral lateral de 388 Kpa, a l'espina ilíaca posterosuperior de 369 Kpa o al trocànter major femoral de 343 Kpa (142). Aquests valors van ser similars als 387 Kpa que vàrem obtenir en el grup de dones a la metàfisi tibial interna i de 358 Kpa a la diàfisi tibial.

Si s'avalua el gruix del teixit cel·lular subcutani, semblaria raonable pensar que un major pannicle adipós podria alterar la

mesura del llinar del dolor sobre el periosti tibial. En aquest aspecte, alguns estudis realitzats en models amb elements finits comparant les pressions rebudes en diferents gruixos de teixit adipós, no van observar diferències significatives en els llinars de dolor obtinguts (170). Per tant, tenint en compte les característiques de la regió anatòmica estudiada, els valors obtinguts van ser similars a altres regions amb característiques comunes i no sembla que les variacions existents en el gruix del teixit adipós subcutani entre diferents pacients pogués modificar de forma significativa els resultats obtinguts.

**6.1.2. Del grau de sensibilitat cutània.** Diferències en el grau de sensibilitat cutània en diferents localitzacions poden influir en aquesta variabilitat (142). Per evitar-ho almenys en part, es van excloure de l'estudi els pacients que poguessin patir qualsevol alteració de la sensibilitat cutània; antecedent de fractura local, cicatrius annexes, patir una neuropatia perifèrica o bé haver pres algun fàrmac analgèsic o antiinflamatori l'última setmana. En el grup de pacients estudiats, el grau de variabilitat mitjana observat a la sèrie va ser de **43,7 Kpa**. Diverses sèries publicades van considerar que una modificació del llinar de dolor inferior a 200 Kpa probablement no tenia cap rellevància clínica (137, 152). Aquest "punt de tall" arbitrari de 200 Kpa és el que vàrem utilitzar també a la nostra sèrie precisament per evitar que variacions de menor magnitud,

degudes entre altres a la diferent sensibilitat cutània dels pacients, pogués influir en els resultats obtinguts.

**6.1.3. Del tipus de capçal utilitzat amb l'algòmetre.** En el nostre cas, el capçal que es va utilitzar a les tres parts del treball va ser el d'1 cm. La morfologia era esfèrica i la superfície plana. Fonamentalment es va fer d'aquesta forma perquè és un dels més utilitzats a les diferents sèries publicades (29, 139, 143, 150, 163). Tanmateix, la mida i la morfologia de la superfície del capçal poden influir en els valors del llindar de dolor. Estudis amb elements finits van demostrar que capçals de medicció amb morfologia esfèrica en la seva superfície podien provocar un increment de la tensió sobre un grup muscular significativament més elevada que un amb morfologia plana (170). A la vegada, un capçal de major superfície, provocaria també una modificació de les tensions sobre una major àrea muscular i podria modificar els valors del llindar de dolor. En general, es considera que un capçal de mida gran resulta més útil per a valorar el llindar de dolor quan s'exerceix la pressió sobre un grup muscular i un de mida menor resulta més útil per a avaluar el dolor a nivell de superfície (171-173). Així doncs, per a evitar que aquest factor pogués influir negativament en els resultats, es van realitzar les tres parts del treball utilitzant el mateix capçal d'1 cm. Cal tenir present, doncs, que els valors del llindar obtinguts podrien modificar-se

de forma significativa en cas de realitzar les medicions utilitzant un capçal amb diferent morfologia.

**6.1.4. Del mètode de mesura.** La forma com determinar el llindar d'aparició de dolor en un determinat punt anatòmic ha estat discutit en els últims anys. En el nostre estudi no es va realitzar una mesura simple de l'algòmetre per determinar el llindar de dolor. Alguns autors van utilitzar aquest mètode per a mesurar-lo en diferents grups musculars i amb diferents intervals de temps i, tot i acceptar una certa imprecisió en el resultat de les mesures, no van observar diferències significatives (137, 142, 147-149). Altres autors van estudiar els valors obtinguts realitzant sèries de 5 mesures simples a la zona de la musculatura facial utilitzant un algòmetre digital amb intervals de 4 a 5 minuts entre elles i després de l'anàlisi dels resultats van arribar a la conclusió que les dues primeres mesures eren les que donaven una major precisió i que realitzar-ne més de tres no estava justificat (174). No obstant això, diversos treballs també van alertar d'una menor fiabilitat de la primera mesura, argumentant motius relacionats amb la inexperiència de l'avaluador o del pacient estudiat (174-175). Més recentment, Nussbaum et al. va demostrar un increment de la fiabilitat de la mesura considerant la primera avaluació com a prova i decidint el llindar de dolor realitzant la mitjana entre la segona i tercera mesures (164). Per aquest motiu,

aquest darrer mètode és el que vàrem utilitzar en el nostre estudi.

**6.1.5. De la temporalitat de les mesures.** El temps que discorre entre les diferents mesures també pot ser un factor clau en la variabilitat potencial dels resultats. En el nostre cas el període de temps entre les mesures dels investigadors era de **3 a 6 hores**. En el cas de la metàfisi tibial interna, no es van observar diferències significatives en les variacions mitjanes dels valors de la primera i la segona mesures. A la diàfisi tibial tampoc es van observar diferències significatives. Alguns treballs van observar disminucions de fins el 8% entre la primera i segona mesures amb intervals que anaven des de 10 segons a 30 minuts (142, 149). En altres estudis realitzats aplicant l'algòmetre a nivell de diferents grups musculars perifèrics (174, 176) o a nivell de la musculatura de la regió temporal (147), no van trobar diferències significatives quan les mesures es realitzaven amb un període de diverses hores. Probablement, un interval excessivament curt (segons o pocs minuts) entre les mesures podria provocar certa irritació en el punt d'estudi i justificaria una disminució del llinard a la segona mesura (142). Tot això és coincident amb els resultats obtinguts per altres autors que van demostrar l'absència de modificacions significatives quan 2 mesures es realitzaven amb un interval de 8 setmanes (174), o fins i tot un augment

en el valor del llindar fent les medicions en 5 ocasions amb intervals d'1 setmana entre cada una (147). Altres autors han justificat un augment del llindar en mesures posteriors per un possible efecte "d'habitució" a nivell del sistema nerviós central o bé per una activació de mecanismes inhibidors del dolor intrasegmentaris (177-178).

6.1.6. **Del sexe.** A l'estudi de correlació amb voluntaris sans, es van observar valors del llindar de dolor significativament superiors en el grup d'homes respecte al de les dones. Això es va confirmar tant a nivell del compartiment intern del genoll com a la diàfisi tibial. Malgrat això, en ambdós sexes es van mantenir uns nivells de correlació tant intra- com interobservador excel·lents. Diversos estudis mesurant el llindar de dolor a diferents punts del sistema musculoesquelètic ja van confirmar la presència de llindars de dolor inferiors en el sexe femení (155, 163, 179). Fisher et al. en un estudi en voluntaris sans va estudiar 9 grups musculars diferents prioritàriament a nivell del tronc i va obtenir llindars significativament menors en el grup de dones en 8 de les 9 localitzacions (137). Un altre factor que alguns autors van relacionar com a factor influent en el llindar de dolor és el cicle menstrual. Així, determinacions del llindar fetes en dies diferents del cicle podien causar una modificació en el llindar de dolor (180-181).

En el nostre grup d'estudi, totes les mesures es van registrar amb un marge de **3 a 6 hores**. Així doncs, aquest últim factor probablement no va representar un factor distorsionant.

**6.1.7. De l'edat.** En el nostre estudi, l'edat mitjana del grup de voluntaris sans va ser de **46,9 anys**, el del grup de pacients pendent d'una osteotomia tibial de **56,6 anys** i el del grup de pacients pendent de la col·locació d'una pròtesi amb tija tibial de **75,4 anys**. En aquest cas, es podria plantejar la possibilitat que l'edat pogués representar un factor distorsionant sobretot en el grup de pacients pendent d'un recanvi protètic amb una mitjana d'edat molt superior a la del grup d'estudi preliminar. La influència de l'edat en els valors del llindar de dolor ha estat poc estudiada i resulta encara un tema controvertit. En un treball recent, es van comparar els llindars de dolor a 15 grups musculars diferents en dos grups de voluntaris sans amb una edat mitjana de 22 i 65 anys (158). Els resultats no van mostrar diferències significatives en els dos grups d'estudi. En canvi algunes sèries presenten llindars de dolor lleugerament superiors en el grup de pacients de major edat (155). No obstant això, cal tenir present que en el nostre estudi no es va realitzar cap comparació entre grups de diferent edat. Per tant, tot i la potencial influència que l'edat pogués tenir en el llindar de dolor, no s'hauria de considerar com un factor distorsionant ja que no afectaria la validesa del mètode tenint en compte



que es perseguia avaluar l'evolució del llindar de dolor en els mateixos pacients.

**6.1.8. Del nivell d'activitat física.** La influència del grau d'activitat física sobre el llindar d'aparició de dolor també és controvertit. Tot i que en els tres grups d'estudi no es va registrar específicament el grau d'activitat física de cada pacient i que totes les mesures es van realitzar en situació de repòs, es podria considerar de forma empírica que el grup més jove de voluntaris sans eren més actius que no el de pacients pendents d'una pròtesi de genoll amb una activitat probablement més sedentària. Alguns estudis van avaluar diversos grups musculars del cos humà i van relacionar l'entrenament muscular amb un augment significatiu en el llindar de dolor en aquella localització (158). És un fet conegut que el llindar de dolor augmenta significativament en un grup muscular determinat quan es realitza una contracció voluntària. De fet, l'algometria va demostrar també un augment dels llindars de dolor a nivell de la massa muscular del quàdriceps en els pacients intervinguts d'una pròtesi total de genoll quan s'havia iniciat una rehabilitació precoç promovent l'activitat muscular (30). Alguns dels principals mecanismes pels quals això pot succeir són l'augment d'endorfines que es produeix en sang perifèrica durant l'exercici físic (182), un augment dels nivells plasmàtics d'adrenalina i noradrenalina

(183), o fins tot els canvis en els nivells d'atenció que es produeixen durant la contracció muscular activa (184). Tanmateix, en alguns grups de pacients afectes d'una síndrome de fatiga crònica, els resultats obtinguts van ser els contraris, fonamentalment pel dolor que els generava la contracció muscular voluntària (160).

Cal recordar que en el nostre estudi, el llinard no s'establia aplicant l'algòmetre sobre cap grup muscular sinó sobre el periosti de la metàfisi i la diàfisi tibial. Les mesures, a més, es preniën en situació de repòs per part del pacient. Així doncs, els dos punts d'estudi es trobaven subcutanis i, per tant, sembla raonable pensar que aquest factor no va representar cap element distorsionant.

## **6.2. De l'estudi prospectiu en pacients pendents d'osteotomia valguitzant tibial**

### **6.2.1. Del grup d'estudi**

De les variables epidemiològiques avaluades, tant l'edat mitjana del grup (**56,6 anys**) com el grau d'artrosi segons l'escala d'Ahlbäck (grau II majoritàriament) corresponen als valors més habituals a les diferents sèries publicades a la literatura (92-93, 99, 185). No obstant això, cal comentar algunes variables, com la distribució per sexes i l'índex de massa corporal.

1. **Distribució per sexe.** Del grup de 25 pacients avaluats, 22 van ser homes. En el nostre cas, l'avaluació dels resultats pel que fa a la modificació del dolor, el grau de correcció i els resultats funcionals es va realitzar de forma conjunta. Aquesta desproporció pel que fa al sexe es va observar també en altres sèries amb proporcions similars (186-188), tot i que en algunes ocasions també a la inversa (189). Per evitar aquest potencial factor de confusió en la interpretació dels resultats, alguns d'aquests treballs van analitzar-los en funció del sexe. Malgrat això, si analitzem aquestes sèries sabem que les principals diferències observades entre sexes van estar en relació amb dos factors fonamentalment:

- **Modificació de la qualitat de vida**, que resultava ser pitjor a les dones en el preoperatori i s'igualava amb la dels homes en el període postoperatori (190-192).
- **Índex de fracàs del tractament**, que s'interpretava habitualment amb un augment del nombre de cirurgies protètiques de rescat en el grup de dones (69, 188, 193).

A la nostra sèrie, no es va registrar cap qüestionari de qualitat de vida en aquest grup de pacients. Per altra banda, després d'un seguiment de 6 mesos, les úniques reintervencions realitzades van ser els dos casos d'infecció aguda postoperatòria. Com que l'objectiu fonamental del treball era avaluar quina era l'evolució del llindar de dolor després del

procediment quirúrgic, sembla raonable pensar que l'anàlisi dels resultats de forma conjunta no suposava un biaix metodològic important.

**2. Índex de massa corporal.** La mitjana del nostre grup va ser de **32,0**. La influència de l'índex de massa corporal sobre els resultats de les osteotomies valguitzants tibials també segueix sent un tema encara en discussió. Algunes sèries van presentar resultats equivalents amb grups de pacients que superaven un IMC de 30 (194-195). No obstant això, altres autors van observar un major índex de fracassos en els pacients amb aquests valors (77, 196). Pel que fa al nostre grup d'estudi, es podria analitzar la possible relació d'aquest elevat IMC amb les complicacions observades (2 casos amb infecció i un amb una recidiva de la deformitat), però no sembla raonable pensar que aquest factor hagi influït els resultats globals del grup pel que fa a l'anàlisi i mesura del dolor.

### **6.2.2. Dels resultats del llinar d'aparició de dolor i escala EVA**

- **Llinar d'aparició de dolor:** En el grup de 25 pacients als quals es va realitzar una osteotomia valguitzant tibial, només es va observar una modificació estadísticament significativa dels valors del compartiment intern de la metàfisi tibial. L'osteotomia no va produir cap modificació estadísticament significativa del llinar al compartiment extern del genoll i tampoc es van produir modificacions a la zona subclavicular. L'augment mitjà del llinar de dolor al compartiment intern va ser de 204,2 Kpa. Tot

i que la decisió de quina havia de ser la modificació del llinar per considerar-la clínicament rellevant era arbitrària, diferents sèries van considerar que una modificació d'almenys 200 Kpa, permetia atribuir el canvi al tractament realitzat i no a tots els factors que podien modificar el llinar de dolor que ja hem mencionat prèviament (137, 152). Així doncs, sembla que els valors del llinar de dolor obtinguts al compartiment intern del genoll, milloren significativament 6 mesos després d'una osteotomia valguitzant tibial i no sembla que això provoqui cap repercussió sobre el compartiment extern. En aquest sentit, sembla que aquesta tècnica es podria considerar com una eina útil per poder quantificar de forma més precisa el grau de millora del dolor després d'una osteotomia de tibia. Això podria ser d'utilitat per exemple a l'hora de comparar diferents tècniques, sistemes de fixació, etc.

Per a tenir alguns exemples, algunes sèries van utilitzar l'algometria per avaluar l'efectivitat de diferents tipus de TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation) sobre el llinar de dolor en determinats grups musculars (197). Un altre cas és l'anàlisi de l'efectivitat de les infiltracions de corticoides sobre la tendinopatia aquília i rotuliana comparada amb infiltracions de placebo. En un estudi comparatiu es van observar increments mitjans del llinar de dolor després de 6 mesos de seguiment de 148 Kpa per a la tendinopatia aquília i de 112 Kpa per a la rotuliana a la vegada que no es van observar modificacions en el grup tractat amb placebo. Amb això, els autors recomanaven la tècnica justificant una millora en els resultats terapèutics (29). En altres estudis avaluant específicament la tendinopatia rotuliana, es van prendre com a

referència els valors del llindar de dolor provinents d'un grup de pacients asimptomàtics (31). Al nostre grup d'estudi no es va comparar el tractament amb un grup control, però es va utilitzar com a control la mesura subclavicular, que no va presentar modificacions en el control als 6 mesos. Una alternativa a aquesta mesura hauria estat l'estudi de la tibia contralateral com a control. Tanmateix, cal tenir present que l'osteotomia tibial modifica l'eix de càrrega de l'extremitat intervinguda i indirectament durant els primers mesos després de la intervenció l'extremitat contralateral està sotmesa a unes modificacions potencials de les seves sol·licitacions mecàniques. Per aquest motiu es va utilitzar com a control la zona subclavicular, que no va patir cap modificació abans i després del procediment.

- **Escala d'EVA.** Al grup d'estudi vàrem obtenir una millora mitjana del valor de l'escala EVA de 3,7 punts, passant d'un valor de **7,1** al preoperatori a **3,3** després de 6 mesos. No obstant això, el grau de millora de l'escala d'EVA no es va correlacionar significativament ni amb el grau de correcció angular realitzada, ni amb el grau de millora a l'escala de KSS. Algunes sèries publicades realitzant osteotomies tibials valguitzants de sostracció externa o addició interna, van observar millores en el valor mitjà de l'EVA entre 3,1 i 4,6 sense observar diferències en funció de l'edat del grup d'estudi o de la tècnica utilitzada (14, 92, 96, 99-100, 198), (Taula 21).

SÈRIE	EVA MITJÀ PREOP	EVA MITJÀ POSTOP	MILLORA EVA
Bonasia 2014	7,4	3,5	3,9
Zaffagnini 2013	7,3	4,2	3,1
Kohn 2013	7,5	3,8	3,7
El-Azab 2011	6,9	2,3	4,6
Cho SW 2013	No avaluat	2,5	No avaluat
Minzlaff P 2014	6,7	2,5	4,2

**Taula 21** . Millora de l'EVA després d'una osteotomia valguitzant tibial

Així doncs, el grau de millora observat a l'EVA va ser equiparable als obtinguts per altres autors. Malgrat això, fins al moment actual no s'ha pogut relacionar el grau de millora a l'escala d'EVA amb la magnitud de la correcció realitzada de l'angle femorotibial o bé amb el grau de millora a les escales funcionals. En aquest aspecte, l'algometria tampoc es va correlacionar de forma significativa amb cap d'aquestes dues variables. Sembla clar, doncs, que l'osteotomia valguitzant millora tant els límits de dolor com els valors de l'escala EVA al compartiment intern del genoll independentment d'aquests altres factors.

### 6.2.3. Del grau de correcció angular

En el grup d'estudi, els pacients presentaven un valor mitjà preoperatori de l'angle femorotibial de **172,3°** (var de 7,7°) i als sis mesos presentaven una modificació significativa a **180,6°**. Es va realitzar, per tant, una correcció mitjana de **8,2°**. Tot i que predominantment les sèries més recents presenten resultats

d'osteotomies d'addició interna, tant el grau de deformitat preoperatòria existent com el grau de correcció realitzat són similars als obtinguts a la nostra sèrie (Taula 22).

SÈRIE	ANGLE FT PREOP	ANGLE FT POSTOP	GRAUS DE CORRECCIÓ
Barak 2012	172,3º	183,3º	11º
Bonasia 2014	174,1º	182,8º	8,7º
Bode 2013	170,5º	181,2º	10,7º
Sischek 2013	171,1º	180,8º	9,7º
Cho 2013	172,7º	182,3º	9,6º
Chareancholvanich 2013	168,7º	181,8º	13,1º
Ramanoudjame 2012	172,3º	183,1º	10,8º

**Taula 22.** Graus de correcció de l'eix femorotibial després de l'osteotomia tibial

Tanmateix, en els valors de correcció obtinguts, cal tenir present el període de seguiment del nostre grup, que va ser de 6 mesos. Diversos autors van observar com en el cas de les osteotomies valguitzants d'addició interna, l'angle femorotibial postoperatori pot modificar-se amb el pas del temps i conduir a una recidiva de la deformitat fins i tot durant els primers dos anys (199).

Pel que fa referència al grau de precisió en la correcció realitzada, alguns treballs van defensar l'ús de la navegació quirúrgica. No obstant això, però, el



seu ús de forma sistematitzada encara és discutible. Alguns treballs comparatius no van trobar avantatges significatius en l'ús de la navegació respecte a les tècniques convencionals (200-201). En el pla coronal, algunes sèries van estudiar les osteotomies d'addició interna i no van observar diferències significatives en el grau de precisió utilitzant la navegació respecte les tècniques convencionals. Tanmateix, sí que observaven una millora de precisió en el pla sagital pel que fa a la pendent tibial posterior (201-202). Quant a les osteotomies de sostracció externa, alguns treballs van observar una disminució de la pendent tibial de tant sols un grau, fet que es va considerar irrellevant des del punt de vista clínic i funcional (87, 203).

#### 6.2.4. De la millora de la funció

En el grup d'estudi es va observar una millora significativa tant a l'escala de genoll (mitjana de 38,5 punts) com a la de funció (21,8 punts) en el KSS. Aquests resultats són similars als obtinguts per altres autors en pacients als quals es va realitzar una osteotomia valgutzant tibial (14, 95, 194, 204), (Taula 23).

SÈRIE	KSS GENOLL PRE	KSS GENOLL POST/ MODIFICACIÓ	KSS FUNCIÓ PRE	KSS FUNCIÓ POST/ MODIFICACIÓ
Jung 2014	64,6	88,1 / 23,5	57,8	84,3 / 26,5
Bonasia 201	135,6	160,5 / 24,9	-	-
Saito 2014	49,6	88,1 / 38,5	56,6	89,4 / 32,8
Koshino 2004	37	87 / 50	38	80 / 42

**Taula 23.** Resultats funcionals (KSS) a les diferents sèries publicades

Malgrat això, cal tenir present que per a l'anàlisi de resultats de les osteotomies valguitzants de tibia s'han utilitzat una gran diversitat d'escala funcionals, com l'IKDC (93, 99, 185), Tegner (92-93, 99, 185), l'Oxford Knee Score (97), WOMAC (14, 205) i això dificulta poder realitzar comparacions entre les diferents sèries.

Per altra banda, cal recordar que la mitjana d'IMC del grup va ser de 32. Alguns treballs van observar una menor millora funcional quan van estudiar pacients a qui s'havia practicat una osteotomia de tibia amb IMC per sobre de 30 (14, 97, 206).

#### **6.2.5. De les complicacions i de les pèrdues en el seguiment**

Les principals complicacions que vàrem observar van ser la infecció aguda postoperatòria i la recidiva de la deformitat.

- **Infecció aguda postoperatòria:** el fet d'haver observat dos casos amb una infecció aguda situa el percentatge d'infeccions de la nostra sèrie a un valor del 8%. Cal tenir present que, a la majoria de sèries publicades, els índexs d'infecció no superen el 2%, tot i que alguns autors van observar cel·lulitis postoperatòries fins en un 10% dels casos (194, 207). Després de l'anàlisi de quines podien ser les causes d'aquest percentatge tan elevat, no es va trobar cap altra explicació que no fos un factor purament aleatori. De fet, en el moment d'elegir el grup de 25 pacients amb un seguiment de 6 mesos, ja s'havia realitzat el mateix procediment a 25 pacients més sense cap altre cas d'infecció. Així

doncs, no es va realitzar cap modificació específica del protocol quirúrgic establert.

- **Recidiva de la deformitat:** en un cas es va observar una recidiva de la deformitat en var, que suposa un percentatge del 4%. El motiu probablement va ser tècnic, ja que es va produir una ruptura de la cortical interna tibial durant el procediment i actualment el pacient està encara pendent d'una nova intervenció. En aquest cas, la xifra coincideix amb algunes sèries recents revisades, que van situar els índexs de reintervenció per aquest motiu entre el 4 i el 6% (98, 207).

- **Pèrdues en el seguiment**

En aquest grup, després de 6 mesos, no es va produir cap pèrdua del grup inicial de 25 pacients.

### 6.3. De l'estudi prospectiu en pacients portadors d'una tija tibial protètica no cimentada

#### 6.3.1. Del grup d'estudi i de les indicacions

- **Del diàmetre, longitud i característiques de la tija.** La longitud mitjana de les tiges col·locades va ser de **103,5 mm** i el diàmetre mitjà d'aquestes de **13,5 mm**. Aquests valors van ser coincidents amb la majoria de sèries publicades que van utilitzar tiges no cimentades entre 75 i 150 mm i diàmetres d'entre 12,1 i 14,3 mm ( 15, 103, 111, 208).

La longitud i el diàmetre de la tija tibial són dos factors que cal tenir presents per a aconseguir una estabilitat suficient de l'implant. No obstant això, els resultats als treballs publicats són discordants. Per una banda, alguns treballs biomecànics van demostrar que per a aconseguir el mateix grau d'estabilitat en una tija tibial no cimentada que en una de cimentada, la tija no cimentada havia de tenir una major longitud (209). Per l'altra, algunes sèries no van observar diferències en l'estabilitat de l'implant comparant tiges tibiales no cimentades de diferents longituds (125).

Pel que fa al risc d'aparició de dolor a punta de tija tibial, també existeix encara certa controvèrsia. Sembla clar que tant la longitud com el diàmetre de la tija determinaran la zona de contacte i el punt de màxima sol·licitació mecànica entre la tija i la cortical òssia. Alguns treballs van observar un augment significatiu de la pressió de contacte quan la tija era de major diàmetre i ho van relacionar amb un augment del risc

potencial d'aparició de dolor a punta de tija (119, 128). Tanmateix, altres sèries clíniques no van trobar una correlació entre els índexs d'aparició de dolor a punta de tija i el diàmetre de les tiges endomedul·lars col·locades (24). Pel que fa a la longitud de la tija, l'anomenat "peak stress" en terminologia anglosaxona, disminuïa quan la longitud era menor en comparar les de 70, 90 i 115 mm i per tant considerava que les tiges més curtes tenien un menor risc d'aparició de dolor a la punta de la tija (128).

Si valorem la morfologia i les característiques de les tiges utilitzades, el **97,4%** van ser tiges tibials rectes de crom-cobalt. Alguns autors van observar una major incidència de dolor a la punta de tija quan estaven fabricades amb crom-cobalt respecte a materials amb un mòdul d'elasticitat més similar al de l'os, com pot ser el titani (25). Probablement, si avaluem específicament la tija, la combinació de factors com la longitud, el diàmetre, la morfologia i el material d'aquesta, tots seran factors amb una certa influència sobre la potencial aparició de dolor a la punta de la tija tibial.

- **De l'avaluació radiològica.** A la nostra sèrie la mitjana de l'angle mecànic femorotibial postoperatori va ser de **178,3°**, que equival a un var de **1,7°**. No tots els treballs de revisió publicats a la literatura documenten sistemàticament l'angle femorotibial obtingut després del recanvi protètic. En alguns casos es va mesurar l'angle anatòmic femorotibial i es va obtenir un valg resultant d'entre 3,8° - 7,5° depenent de la sèrie (209, 111, 132). En altres casos valoraven la presència o

absència d'una desaxació excessiva quan s'observava una deformitat en var o valg superior a 6° (16). En qualsevol cas, els valors obtinguts van ser equivalents als ressenyats en altres sèries.

Pel que fa referència a la presència o no de reacció òssia cortical a la zona annexa a la punta protètica, a la nostra sèrie no es van observar modificacions radiològiques significatives a nivell de la cortical de la tibia després d'un any. Malgrat això, en 3 casos es va observar una reacció escleròtica al voltant de la tija. A la majoria de sèries de revisió publicades sobre recanvi protètic utilitzant tiges no cimentades, quan es parlava de la incidència de dolor a punta de tija no es realitzava una valoració radiològica específica. No obstant això, algunes sèries van referir també la presència d'una línia escleròtica al voltant de la tija en alguns casos amb dolor. Tanmateix, no es va poder establir una relació clara entre la imatge radiològica i la clínica que referia el pacient (15). Així doncs, la presència d'una línia escleròtica al voltant de la tija, cal considerar-la com una troballa possible però no necessària ni constant en els casos amb dolor a la punta de la tija protètica.

- **De les causes de la col·locació de la tija.** A la nostra sèrie, la causa més freqüent per a la col·locació d'una tija protètica va ser l'afluixament asèptic (**61,5%**), seguida de la pròtesi primària amb deformitat (**17,9%**), la pròtesi dolorosa (**15,4%**) i finalment l'afluixament sèptic (**5,1%**). A la majoria de les sèries publicades, la causa més freqüent del recanvi protètic és l'afluixament asèptic (15, 117). Cal dir que en el nostre treball

es va incloure la pròtesi primària amb deformitat perquè eren pacients que potencialment també podien patir dolor a la punta de la tija. Lògicament, aquest grup de pacients no es van incloure als treballs sobre recanvi protètic. Algunes altres causes menys freqüents per a un recanvi protètic com la mala alineació dels components, la rigidesa o la inestabilitat van quedar incloses de forma genèrica a la nostra sèrie en el grup de "pròtesi dolorosa", ja que el motiu del recanvi probablement no tenia cap repercussió sobre el potencial risc posterior d'aparició de dolor a la punta de tija.

### **6.3.2. Dels resultats de l'algometria**

Després d'un any de seguiment, no es van observar modificacions significatives en els valors del llindar de dolor a nivell de la punta de tija protètica i tampoc a la tibia contralateral. Pel que fa a la zona subclavicular de control, la modificació mitjana després d'un any va ser de només **48,6 Kpa**, que va resultar ser estadísticament significativa tot i que clínicament irrellevant. També es va estudiar de forma independent la modificació obtinguda en els valors del llindar de dolor específicament en el subgrup de **14 pacients (35,9%)** que van manifestar un dolor intens a la punta de la tija protètica amb un EVA igual o superior a 7 i tampoc es van observar modificacions significatives dels valors del llindar a les tres localitzacions. Així doncs, cal fer algunes consideracions:

- **Sobre els valors del llindar de dolor obtinguts.** Si en el subgrup que va manifestar (segons l'escala d'EVA) un dolor intens a nivell de la punta

de la tija les variacions del llindar de dolor van ser similars als del subgrup sense dolor, l'algometria de pressió no va resultar suficientment precisa en el diagnòstic de dolor a punta de tija tibial. Basant-nos en els nostres resultats, alguns pacients amb un EVA igual o superior a 7 no es van diagnosticar amb els valors obtinguts per l'algòmetre. A la vegada, alguns pacients que manifestaven tenir poc dolor a la diàfisi segons l'escala d'EVA, presentaven una disminució del valor del llindar similar al dels pacients que manifestaven tenir molt dolor. Així doncs, l'algometria no ens va permetre precisar quins pacients tenien més dolor a la punta de la tija protètica.

- **Sobre els criteris establerts en els valors de l'algometria.** Igual que va succeir en el grup de pacients a qui es va realitzar una osteotomia valgutzant tibial, la disminució necessària del valor de llindar que s'havia de produir per considerar-la com a dolor a punta de tija era de 200 Kpa. Cal tenir present que el valor mitjà del llindar de dolor preoperatori d'aquests pacients a la tibia pendent d'intervenció ja era de **292,6 Kpa**, un valor molt menor al que tenia el grup de 50 voluntaris sans de **457,2 Kpa**. Aquest fet podria justificar no haver diagnosticat dolor a punta de tija en alguns pacients amb un valor d'EVA elevat ja que globalment tot el grup tenia d'entrada un llindar de dolor molt baix. Així doncs, assumint els criteris de diagnòstic que es van establir, l'algometria no va resultar útil en el diagnòstic de dolor a punta de tija en aquest grup de pacients.



### 6.3.3. Dels resultats de l'escala àlgica – funcional i EVA

A la nostra sèrie, es va incloure la valoració específica del dolor a punta de tija tibial utilitzant l'escala àlgica - funcional creada específicament i l'escala d'EVA. Cal recordar que a la literatura revisada fins al moment, no es va utilitzar l'escala d'EVA en cap cas per avaluar el dolor a punta de tija. El motiu principal de la creació de l'escala específica de dolor i de l'utilització de l'escala d'EVA va ser perquè els dos mètodes tenien dos avantatges:

- En primer lloc, permetien donar un valor quantitatiu al dolor que manifestava el pacient, fet que suposava una alternativa a altres mètodes utilitzats fins al moment, com els esquemes anatòmics per a localitzar el dolor (24), les escales genèriques d'avaluació del genoll com el KSS o les escales genèriques de satisfacció que no mesuraven de forma específica el dolor a la diàfisi tibial (16, 23-25, 106, 109, 112-113, 117, 119, 132).
- El fet de poder utilitzar un valor quantitatiu en aquestes dues escales, ens va permetre estudiar el grau de correlació entre aquestes mesures i els valors del llindar de dolor obtinguts en el control anual. Així doncs, es va poder observar com valors més elevats a la escala àlgica - funcional o a l'escala d'EVA es van correlacionar de forma estadísticament significativa amb uns llindars de dolor inferiors.

#### 6.3.4. De la incidència de dolor a punta de tija tibial protètica

La incidència de dolor a punta de tija a la nostra sèrie va ser del **35,9%** basant-nos en els valors de l'escala d'EVA, del **12,8%** en base a la disminució del llindar de dolor i del **10,2%** en base a l'escala àlgica – funcional. Els percentatges descrits a les diferents sèries publicades són extremadament variables. Els valors van oscil·lar entre el **0%** i el **23,3%** (24-25, 111, 120-121). Probablement, la major dificultat en aquest punt rau a definir quins són els criteris més adequats per a diagnosticar un dolor a punta de tija tibial. En algunes sèries, simplement s'hi feia referència sense cap criteri diagnòstic més que l'anamnesi amb el pacient (15, 109, 112). En altres, a la sospita clínica s'hi va afegir una gammagrafia òssia per valorar una potencial hipercaptació del traçador a nivell de la diàfisi tibial (134, 210).

Així doncs, fins al moment actual, els criteris diagnòstics no s'han establert. En el nostre cas, basant-nos en els tres criteris definits vàrem obtenir també tres percentatges diferents. Tot i que l'escala d'EVA no s'ha utilitzat de forma habitual per a quantificar el dolor a punta de tija tibial, sembla clar que si teníem un **35,9%** dels pacients del grup d'estudi portadors d'una tija tibial no cementada amb un EVA igual o superior a 7 a nivell de la diàfisi tibial sense cap altra complicació identificada, aquest grup de pacients presentaven clarament un dolor a punta de tija tibial. Aquest fet ens ha de fer pensar que l'escala d'EVA va resultar més sensible en el diagnòstic de dolor a punta de tija tibial que l'escala àlgica-funcional definida, o que els valors del llindar de dolor definits utilitzant l'algometria de pressió.

### 6.3.5. De les complicacions i les pèrdues en el seguiment

A la nostra sèrie, després d'un any de seguiment, algunes de les complicacions observades van ser molt infreqüents:

- Una pacient va patir una lesió vascular intraoperatòria que va requerir un bypass femoropopliti. Tot i que el risc és més elevat a la cirurgia de revisió, la incidència aproximada d'aquesta complicació està al voltant del 0,01% (211). Probablement, no cal donar més explicació a aquest fet que l'atzar.
- Pel que fa als casos que van presentar complicacions cutànies en el postoperatori o bé una limitació del balanç articular, diverses sèries a la literatura amb temps de seguiment majors han presentat uns índexs de complicacions similars (15, 109, 112).
- Cal destacar l'absència d'infeccions en aquest grup. En aquest cas, cal tenir presents dues consideracions: en primer lloc, el temps de seguiment, que va ser més curt que a la majoria de sèries publicades; i en segon, el fet que en quasi un 20% dels pacients es va realitzar una cirurgia primària amb tija protètica i no una de revisió i, per tant, amb un risc potencial d'infecció menor (109, 111-112, 119).



## **7. CONCLUSIONS**

- **L'algometria de pressió presenta un grau de correlació tant intra- com interobservador excel·lent quan s'aplica a nivell de la metàfisi proximal interna i a la diàfisi tibial.**
- **L'algometria de pressió no és una tècnica útil en el diagnòstic del dolor a punta de tija tibial protètica en pacients portadors d'una pròtesi de genoll amb una tija tibial no cimentada.**
- **L'algometria de pressió és una tècnica útil en el diagnòstic i seguiment del dolor compartimental intern de genoll en pacients amb genoll var preartròsic pendent d'osteotomia valguitzant tibial.**



## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Insall JN, Dorr LD, Scott RD. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res* 1989;248:13.
2. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee injuries. *Clin Orthop* 1985;198:43-9.
3. Ross EM, Ross HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynonn BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) – development of a self- administrated outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:88-96.
4. Ross EM, Toksvig-Larsen S. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) – validation and comparison to the WOMAC in total knee replacement. *Health Qual Life Outcomes* 2003;1:17.
5. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med* 2001;29:600-13.
6. Maquet P. Biomécanique des membres inférieurs. *Acta Orthop Belg* 1966;32:705.
7. Maquet P. Biomécanique du genou et gonarthrose. *Rev Chir Orthop* 1967;53:111.
8. Maquet P. La sollicitation mécanique du genou durant la marche. *Acta Orthop Belg* 1975;41:119.
9. Maquet P. Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1976;120:143.

10. Maquet P. Pathogénie de la gonarthrose. *Acta Orthop Belg* 1982;48:45.
11. Debeyre J, Patte D. Place des ostéotomies de correction dans le traitement de la gonarthrose. *Acta Orthop Belg* 1961;27:374.
12. Agneskirchner JD, Hurschler C, Wrann CD, Lobenhoffer P. The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: a biomechanical study. *Arthroscopy* 2007;23:852-61.
13. Amis A. Biomechanics of high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:197-205.
14. Bonasia D, Dettoni F, Sito G, Blonna D, Marmotti A, Bruzzone M, Castoldi F, Rossi R. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee. *Am J Sports Med* 2014;42:690-8.
15. Sah AP, Shukla S, Della Valle CJ, Rosenberg AG, Paprosky WG. Modified hybrid stem fixation in revision TKA is durable at 2 to 10 years. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469:839-46.
16. Gofton WT, Tsigaras H, Butler RA, Patterson JJ, Barrack RL, Rorabeck CH. Revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2002;404:158-68.
17. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:780-5.



18. Kim YH, Kim JS. Revision total knee arthroplasty with use of a constrained condylar knee prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:1440-7.
19. Langlais F, Belot N, Ropars M, Lambotte JC, Thomazeau H. The long-term results of press-fit cemented stems in total knee prostheses. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88:1022-6.
20. Mabry TM, Hanssen AD. The role of stems and augments for bone loss in revision knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2007;22:56-60.
21. Mabry TM, Vessely MB, Schleck CD, Harmsen WS, Berry DJ. Revision total knee arthroplasty with modular cemented stems: long term follow-up. *J Arthroplasty* 2007;22:100-5.
22. Parsley B, Sugano B, Bertolusso R, Conditt M. Mechanical alignment of tibial stems in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2003;18:33-6.
23. Fehring TK, Odum S, Olekson C, Griffin WL, Mason JB, McCoy TH. Stem fixation in revision total knee arthroplasty: a comparative analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2003;416:217-24.
24. Barrack RL, Rorabeck C, Burt M, Sawhney J. Pain at the end of the stem after revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Rel Res* 1999;367:216-25.
25. Barrack R, Stanley T, Burt M, Hopkins S. The effect of stem design on end-of-stem pain in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2004;19:119-24.

26. Glenn JC, Sokoloski SN, Damer BM, Tabit JM. Tibia pain at end of stem with stemmed revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2010;25:497.e1-5.
27. Jensen MP, Miller L, Fisher LD. Assessment of pain during medical procedures: a comparison of three scales. *Clin J Pain* 1998;14:343-9.
28. Sterling M. Pressure algometry; what does it really tell us? *J Orthop Sports Phys Ther* 2011;41:623-4.
29. Fredberg U, Bolvig L, Pfeiffer-Jensen M, Clemmensen D, Jakobsen BW, Stengaard-Pedersen K. Ultrasonography as a tool for diagnosis, guidance of local steroid injection and, together with pressure algometry, monitoring of the treatment of athletes with chronic jumper's knee and Achilles tendinitis: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Scand J Rheumatol* 2004;33:94-101.
30. Lunn TH, Kristensen BB, Gaarn-Larsen L, Kehlet H. Possible effects of mobilisation on acute post-operative pain and nociceptive function after total knee arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Scand* 2012;56:1234-40.
31. Wilgen P, Noord R, Zwerver J. Feasibility and reliability of pain pressure threshold measurements in patellar tendinopathy. *J Sci and Med in Sport* 2011;14:477-81.
32. Insall JN, Shoji H, Mayer V. High tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 1974;56:1397.
33. Ballester J. Anomalías de torsión de las extremidades inferiores. *Rev Orthop Traum* 1989;33:136-43.

34. Goutallier D, Garabedian JM, Allain J. Influence of lower limb torsional deformities on the development of femoro-tibial degenerative arthritis. *Rev Chir Orthop* 1997;83:613.
35. Pauwels F. Biomécanique de l'appareil locomoteur: Contribution a l'étude de l'anatomie fonctionnelle. Berlin, Ed. Springer Verlag 1979.
36. Akamatsu Y, Koshino T, Saito T. Changes in osteosclerosis of the osteoarthritic knee after high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1997;334:207.
37. Wu DD, Burr DB, Boyd RD. Bone and cartilage changes following experimental varus or valgus tibial angulation. *J Orthop Res* 1990;8:572.
38. Frain PH. Retentissement sur le genou des atteintes de la hanche: Bases théoriques. *Rev Chir Orthop* 1967;53:713.
39. Thomine JM, Boudjemaa A, Gibon Y. Les écarts varizants dans la gonarthrose: Fondement théorique et essai d'évaluation pratique. *Rev Chir Orthop* 1981;67:319.
40. Prodromos CC, Andracchi TP, Galante JO. A relationship between gait and clinical changes following high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:1188.
41. Wada M, Imura S, Nagatani K. Relationship between gait and clinical results after high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1998;354:180.
42. Wang JW, Kuo KN, Andriacchi TP. The influence of walking mechanics and time on the results of proximal osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:905.

43. Eckhoff DG. Effect of limb malrotation on malalignment and osteoarthritis. *Orthop Clin North Am* 1994;25:405.
44. Hernborg JS, Nilsson BE. The natural course of untreated osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1977;123:130.
45. Odenbring S, Lindstrand A, Egund N. Prognosis for patients with medial gonarthrosis: A 16-year follow-up study of 189 knees. *Clin Orthop Relat Res* 1991;266:152.
46. Brinkman JM, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Staubli AE, Wymenga AB, van Heerwaarden RJ. Osteotomies around the knee: patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(12):1548-57.
47. Ogata K, Whiteside LA, Lester PA. The effect of varus stress on the moving rabbit knee joint. *Clin Orthop Relat Res* 1977;129:313.
48. Radin EL, Paul IL, Rose RM. Role of mechanical factors in pathogenesis of primary osteoarthritis. *Lancet* 1972;1:519.
49. Reimann I. Experimental osteoarthritis of the knee in rabbits induced by alteration of the load-bearing. *Acta Orthop Scand* 1973;44:496.
50. Mckellop HA, Sim FH, Redfern FC. The effect of simulated fracture-angulations of the tibia on cartilage pressures in the knee joint. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:1382.
51. Mckellop HA, Llinas A, Sarmiento A. Effects of tibial malalignment on the knee and ankle. *Orthop Clin North Am* 1994;25:415.
52. Fugisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee: an arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am* 1979;10:585-608.

53. Sprenger TR, Doerzbacher JF. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(3):469-74.
54. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy with varus deformity. A 10 to 13-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:332-54.
55. Hofmann AA, Wyat RW, Beck SW. High tibial osteotomy: Use of an osteotomy jig. rigid fixation, and early motion versus conventional surgical technique and cast immobilization. *Clin Orthop Relat Res* 1991;271:212.
56. Coventry MB. Upper tibial osteotomy for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:1136.
57. Rudan JF, Simurda MA: Valgus high tibial osteotomy: A long-term follow-up study. *Clin Orthop* 1991;268:157.
58. Langlais F, Thomazeau H. Osteotomies du genou. A Encyclopedie medico-chirurgicale. Paris, Edicions scientifiques et medicales. Elsevier 1989; p1.
59. Merle d'Auvigné R. Joint realignment in the management of osteoarthritis. A Straub LR, Wilson PD. Clinical trends in orthopaedics. New York, Thieme-Stratton 1982;p246.
60. Postel M, Langlais F. Osteotomies du genou pour gonarthrose. A Encyclopedie medico-chirurgicale. Paris, Editions Techniques 1977;p1.

61. Debeyre J, Artigou JM. Long-term results of 260 tibial osteotomies for frontal deviations of the knee. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1972;58:335.
62. Debeyre J, Artigou JM. Indications and results of tibial osteotomy: influence of laxity. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1973;59:641.
63. Staubli AE, De Simoni C, Babst R, Lobenhoffer P. Tomofix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia-early results in 92 cases. *Injury* 2003;34:55-62.
64. Aydogdu S, Sur H. High tibial osteotomy for varus deformity of more than 20 degrees. *Rev Chir Orthop* 1997;84:439.
65. Hsu R. The study of Maquet dome high tibial osteotomy. Arthroscopic-assisted analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1989;243:280.
66. Korn MW. A new approach to dome high tibial osteotomy. *Am J Knee Surg* 1996;9:12.
67. Ballester J, Muñoz I, Molina A, Aguilar L, Alvarez P. Osteotomia tridimensional de tibia. A; Desalineaciones torsionales de las extremidades inferiores. Implicaciones clinicopatológicas. Monografías SECOT, Ed. Masson, 2001.
68. Judet J. La triple deformation. Clinique et traitement. *Acta Orthop Belg* 1977;43:550-1.
69. Niinimäki TT, Eskelinen A, Mann BS, Junnila M, Ohtonen P, Leppilahti J. Survivorship of high tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee: Finnish registry-based study of 3195 knees. *J Bone Joint Surg Br* 2012;94:1517-21.

70. Ramappa M, Anand S, Jennings A. Total knee replacement following high tibial osteotomy versus total knee replacement without high tibial osteotomy: a systematic review and meta analysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2013;133:1587-93.
71. Preston S, Howard J, Naudie D, Somerville L, McAuley J. Total Knee Arthroplasty after high tibial osteotomy. No differences between medial and lateral osteotomy approaches. *Clin Orthop* 2014;472:105-10.
72. Dahl A, Robertsson O, Lohmander LS. High tibial osteotomy in Sweden, 1998-2007. A population-based study of the use and rate of revision to knee arthroplasty. *Acta Orthopaedica* 2012;83:244-8.
73. Harris JD, McNeilan R, Siston RA, Flanigan DC. Survival and clinical outcome of isolated high tibial osteotomy and combined biological knee reconstruction. *The Knee* 2013;20:154-61.
74. Robertsson O, Annette W. The risk of revision after TKA is affected by previous HTO or UKA. *Clin Orthop* 2014;Jun 5.
75. Valenzuela GA, Jacobson NA, Buzas D, Korecki TD, Valenzuela RG, Teitge A. Unicompartamental knee replacement after high tibial osteotomy. *Bone Joint J* 2013;95:1348-53.
76. Huy C, Salmon LJ, Kok A, Williams HA, Hockers N, van der Tempel WM, Chana R, et al. Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med* 2011;39:64-70.

77. Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, Yamazaki I, Horiuchi H. The long-term outcome of high tibial osteotomy: a ten- to 20-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:592-6.
78. Gstöttner M, Pedross F, Liebensteiner M, Bach C. Long-term outcome after high tibial osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128:111-5.
79. Papachristou G, Plessas S, Sourlas J, Levidiotis C, Chronopoulos E, Papachristou C. Deterioration of long-term results following high tibial osteotomy in patients under 60 years of age. *Int Orthop* 2006;30:403-8.
80. Cerciello S, Vasso M, Maffulli N, Neyret Ph, Corona K, Panni AS. Total knee arthroplasty after tibial osteotomy. *Orthopedics* 2014;37:191-8.
81. Javidan P, Adamson G, Miller J, Durand P, Dawson P, Pink M, Lee T. The effect of medial opening wedge proximal tibial osteotomy on patellofemoral contact. *Am J Sports Med* 2013;41:80-6.
82. Hosam E, Morgenstein M, Ahrens P, Schuster T, Imhoff A, Lorenz S. Limb alignment after open-wedge high tibial osteotomy and its effect on the clinical outcome. *Orthopedics* 2011;34:e622-8.
83. Rossi R, Bonasia D, Amendola A. The role of high tibial osteotomy in the varus knee. *J AAOS* 2011;590-9.
84. Hanada M, Takahashi M, Koyama H, Matsuyama Y. Comparison of the change in patellar height between opening and closed wedge high tibial osteotomy: measurement with a new method. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014;24:567-70.



85. Amzallag J, Pujol N, Maqdes A, Beaufile P, Judet T, Catonne Y. Patellar height after tibial osteotomy by either medial open wedge or lateral closing-wedge osteotomies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:255-9.
86. Bastos R, Magnussen R, Duthon V, Demey G, Servien E, Granjeiro J, Neyret P. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a comparison of opening and closing wedge osteotomy. *Int Orthop* 2013;37:427-31.
87. Ducat A, Sariali E, Lebel B, Merti P, Hernigou P, Flecher X, Zayni R I cols. Posterior tibial slope changes after opening- and closing-wedge high tibial osteotomy: A comparative prospective multicenter study. *Orthop and Traumatol* 2012;98:68-74.
88. Lustig S, Scholes C, Costa A, Coolican M, Parker D. Different changes in slope between the medial and lateral tibial plateau after open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:32-8.
89. Song IH, Song EK, Seo HY, Lee KB, Yim JH, Seon JK. Patellofemoral alignment and anterior knee pain after closing- and opening wedge valgus high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2012;28:1087-93.
90. Longino PD, Birmingham TB, Schultz WJ, Moyer RF, Giffin JR. Combined tibial tubercle osteotomy with opening wedge high tibial osteotomy minimizes changes in patellar height. A prospective cohort study with historical controls. *Am J Sports Med* 2013;41:2849-57.

91. Wong KL, Lee KB, Tai B, Law P, Lee E, Hui J. Injectable cultured bone marrow-derived mesenchymal stem cells in varus knees with cartilage defects undergoing high tibial osteotomy: A prospective, randomized controlled clinical trial with 2 years' follow-up. *Arthroscopy* 2013;29:2020-8.
92. Kohn L, Sauerschnig M, Iskansar S, Lorenz S, Meidinger G, Imhoff AB, Hinterwimmer S. Age does not influence the clinical outcome after high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:146-51.
93. Bode G, Heyden J, Pestka J, Schmal H, Salzmann G, Südkamp N, Niemeyer P. Prospective 5-year survival rate data following open-wedge valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;Nov 19.
94. Jung WH, Chun CW, Lee JH, Ha JH, Kim JH, Jeong JH. Comparative study of medial opening-wedge high tibial osteotomy using 2 different implants. *Arthroscopy* 2013;29:1063-71.
95. Jung WH, Takeuchi R, Chun C, Lee J, Ha JH, Kim JH, Jeong JH. Second-look arthroscopic assessment of cartilage regeneration after medial opening-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2014;30:72-9.
96. Cho SW, Kim DH, Lee GC, Lee SH, Park SH. Comparison between autogenous graft and allogeneous cancellous bone graft in medial open wedge high tibial osteotomy with 2-year follow-up. *Knee Surg Relat Res* 2013;25:117-25.

97. Floerkemeier S, Staubli A, Schroeter S, Golghahn S, Lobenhoffer P. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:170-80.
98. Floerkemeier S, Staubli A, Schroeter S, Golghahn S, Lobenhoffer P. Does obesity and nicotine abuse influence the outcome and complication rate after open-wedge high tibial osteotomy? A retrospective evaluation of five hundred and thirty three patients. *Int Orthop* 2014;38:55-60.
99. Zaffagnini S, Bonanzinga T, Grassi A, Muccioli G, Musiani C, Raggi F, Iacono F i cols. Combined ACL reconstruction and closing-wedge HTO for varus angulated ACL-deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:934-41.
100. El-Azab H, Morgenstern M, Ahrens P, Schuster T, Imhoff A, Lorenz G. Limb alignment after open-wedge high tibial osteotomy and its effect on the clinical outcome. *Orthopedics* 2011;34:622-8.
101. Batlle-Gualda E, Esteve-Vives J, Piera MC, Hargreaves R, Cutts J. Adaptación transcultural del cuestionario WOMAC específico para artrosis de rodilla y cadera. *Rev Esp Reumatol* 1999;26:38-45.
102. Dawson J, Fitzpatrick R, Carr A: Questionnaire on the perceptions of patients about total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80:63-9.
103. Beckmann J, Lüring C, Springorun R, Köck FX, Grifka J, Tingart M. Fixation of revision TKA: a review of the literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:872-9.

104. Oduwole KO, Molony DC, Walls RJ, Bashir SP, Mulhall KJ. Increasing financial burden of revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:945-8.
105. Burns AW, Bourne RB, Chesworth BM, MacDonald SJ, Rorabeck CH. Cost effectiveness of revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2006;446:29-33.
106. Whaley A, Trousdale R, Rand J, Hanssen A. Cemented long-stem revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2003;18:592-9.
107. Garcia RM, Hardy BT, Kraay MJ, Goldberg VM. Revision total knee arthroplasty for aseptic and septic causes in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468:82-9.
108. Ghomrawi HM, Kane RL, Eberly LE, Bershadsky B, Saleh KJ, North American Knee Arthroplasty Revision Study G. Patterns of functional improvement after revision knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2009;2838-45.
109. Peters C, Erickson J, Kloepper R, Mohr A. Revision total knee arthroplasty with modular components inserted with metaphyseal cement and stems without cement. *J Arthroplasty* 2005;20:302-8.
110. Rawlinson JJ, Peters LE, Campbell DA, Windsor R, Wright TM, Bartel DL. Cancellous bone strains indicate efficacy of stem augmentation in constrained condylar knees. *Clin Orthop Relat Res* 2005;440:107-16.
111. Haas SB, Insall JN, Montgomery W, Windsor RE. Revision total knee arthroplasty with use of modular components with stems inserted without cement. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:1700-7.

112. Peters CL, Erickson JA, Gililand JM. Clinical and radiographic results of 184 consecutive revision total knee arthroplasties placed with modular cementless stems. *J Arthroplasty* 2009;24:48-53.
113. Wood GC, Naudie DD, MacDonald SJ, McCalden RW, Bourne RB. Results of press-fit stems in revision knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467:810-7.
114. Hanssen AD. Cemented stems are requisite in revision knee replacement. *Orthopaedics* 2004;27:990-1003.
115. Whiteside LA. Cementless fixation in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2006;446:140-8.
116. Gustke K. Cemented tibial stems are not requisite in revision. *Orthopaedics* 2004;27:991-2.
117. Bottner F, Laskin R, Windsor RE, Haas SB. Hybrid component fixation in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2006;446:127-31.
118. Burnett RS, Keeney JA, Maloney WJ, Clohisy JC. Revision total knee arthroplasty for major osteolysis. *Iowa Orthop J* 2009;29:28-37.
119. Shannon BD, Klassen JF, Rand JA, Berry DJ, Trousdale RT. Revision total knee arthroplasty with cemented components and uncemented intramedullary stems. *J Arthroplasty* 2003;18:27-32.
120. Alexander GE, Bernasek TL, Crank RL, Haidukewych GJ. Cementless metaphyseal sleeves used for large tibial defects in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2013;28:604-7.

121. Cameron HU, Jung YB: Noncemented stem tibial component in total knee replacement: the 2 to 6 year results. *Can J Surg* 1993;6:555.
122. Reilly D, Walker PS, Ben-Dov MS, Ewald FC. Effects of tibial components on load transfer in the upper tibia. *Clin Orthop Relat Res* 1982;165:273-82.
123. Bourne RB, Finlay JB. The influence of tibial component intramedullary stems and implant-cortex contact on the strain distribution of the proximal tibia following total knee arthroplasty. An in vitro study. *Clin Orthop Relat Res* 1985;208:95-9.
124. Completo A, Fonseca F, Simoes JA. Strain shielding in proximal tibia of stemmed knee prosthesis: experimental study. *J Biomechanics* 2008;41:560-566.
125. Stern SH, Wills RD, Gilbert JL. The effect of tibial stem design on component micromotion in knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1997;345:44-52.
126. Completo A, Fonseca F, Simoes JA. Finite element and experimental cortex strains of the intact and implanted tibia. *J Biomechanical Engineering* 2007;129:791-7.
127. Completo A, Rego A, Fonseca F, Ramos A, Relvas C, Simoes JA. Biomechanical evaluation of proximal tibia behavior with the use of femoral stems in revision TKA: An un vitro and finite element analysis. *Clinical Biomechanics* 2010;25:159-65.

128. Kim HK, Kwon OS, Kim K. Analysis of biomechanical effect of stem-end design in revision TKA using digital Korean model. *Clinical Biomechanics* 2008;23:853-8.
129. Completo A, Fonseca F, Simoes JA, Ramos A, Relvas C. A new press-fit stem concept to reduce the risk of end-of-stem pain at revision TKA: A pre-clinical study. *Knee* 2012;19:537-42.
130. Ewald FC. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res* 1989;248:9.
131. Chon JG, Lombardi AV, Berend KR. Hybrid stem fixation in revision total knee arthroplasty (TKA). *Surg Technol Int* 2004;12:214-20.
132. Vince KG, Long W. Revision knee arthroplasty. The limits of press fit medullary fixation. *Clin Orthop Relat Res* 1995;317:172-7.
133. Borens O, Sen MK, Huang RC. Anterior tension band plating for anterior tibial stress fractures in high-performance female athletes. *J Orthop Trauma* 2006;20:425.
134. Ranawat VS, Atkinson HD, Paterson RS. Tibial stem tip pain in stemmed revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2012;27:1580e5-7.
135. Scott CEH, Biant LC. The role of the design of tibial components and stems in knee replacement. *J Bone Joint Surg* 2012;94:1009-15.
136. Keele KD. Pain-sensitivity tests – The pressure algometer. *Lancet* 1954:636-639.

137. Fisher A. Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain* 1987;30:115-26.
138. Antonaci F, Sand T, Lucas G. Pressure algometry in healthy subjects: Inter.-examiner variability. *Scand J Rehab Med* 1998;30:3-8.
139. Farasyn A, Meeusen R, Nijs J. Validity of cross-friction algometry procedure in referred muscle pain syndromes. *Clin J Pain* 2008;24:456-62.
140. Vanderweën L, Oostendorp RA, Vaes P, Duquet W. Pressure algometry in manual therapy. *Manual Therapy* 1996;5:258-65.
141. Sand T, Zwart JA, Helde G, Bovim G. The reproducibility of cephalic pain pressure thresholds in control subjects and headache patients. *Cephalalgia* 1997;17:748-55.
142. Kosek E, Ekholm J, Nordemar R. A comparison of pressure-pain thresholds in different tissues and body regions. *Scand J Rehabil Med* 1993;25:117-24.
143. Kosek E, Ekholm J, Hansson P. Pressure pain thresholds in different tissues in one body region. The influence of skin sensitivity in pressure algometry. *Scand J Rehab Med* 1999;31:89-93.
144. Börso B, Liedberg GM, Wallin M, Gerdle B. Subgroups based on thermal and pressure pain thresholds in women with chronic whiplash display differences in clinical presentation. An explorative study. *J Pain Research* 2012;5:511-21.
145. Grossi DB, Chaves TC, Gonçalves MC, Moreira VC, Canonica AC, Florencio LL, Bordini CA, et al. Pressure pain threshold in the



craniocervical muscles of women with episodic and chronic migraine.

A controlled study. *Arq Neuropsiquiatr* 2011;69:607-12.

146. Nikolajsen L, Kristensen AD, Pedersen LK, Rahbek O, Jensen TS, Moller-Madsen B. Intra- and interrater agreement of pressure pain thresholds in children with orthopaedic disorders. *J Child Orthop* 2011;5:173-8.
147. Jensen K, Andersen HO, Olesen J, Lindblom U. Pressure-pain threshold in human temporal region: evaluation of a new pressure algometer. *Pain* 1986;25:313-23.
148. Vatine J, Shapira SC, Magora T. Electronic pressure algometry of deep pain in healthy volunteers. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:526-530.
149. Brennum J, Kjeldsen, Jensen K, Jensen T. Measurements of human pressure-pain thresholds on fingers and toes. *Pain* 1989;38:211-7.
150. Chesterton LS, Sim J, Wright C, Foster N. Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *Clin J Pain* 2007;23:760-6.
151. Chaves TC, Nagamine HM, Melo de Sousa L, Siriani A, Grossi DB. Intra- and interrater agreement of pressure pain threshold for masticatory structures in children reporting orofacial pain related to temporomandibular disorders and symptom-free children. *J Orofacial Pain* 2007;21:133-42.

152. Ylinen J, Nykänen M, Kautiainen H, Häkkinen A. Evaluation of repeatability of pressure algometry on the neck muscles for clinical use. *Manual Therapy* 2007;12:192-7.
153. Levoska S, Keinanen-Kiukaanniemi S, Bloigu R. Repeatability of measurement of tenderness in the neck-shoulder region by a dolorimeter and manual palpation. *Clinical J Pain* 1993;9:229-35.
154. Walton D, Macdermid J, Nielson W, Teasell R, Chiasson M, Brown L. Reliability, standard error, and minimum detectable change of clinical pressure pain threshold testing in people with and without acute neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011;41:644-50.
155. Walton D, Macdermid J, Nielson W, Teasell R, Nailor T, Maheu P. A descriptive study of pressure pain threshold at 2 standardized sites in people with acute or subacute neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011;41:651-7.
156. Fisher A. Pressure threshold meter: its use for quantification of tender spots. *Arch Phys Med Rehabil* 1986;67:836-8.
157. Lautenbacher S, Kunz M, Strate P, Nielsen J, Arendt-Nielsen L. Age effects on pain thresholds, temporal summation and spatial summation of heat and pressure pain. *Pain* 2005;115:410-8.
158. Andrzejewski W, Kassolik K, Brzozowski M, Cymer K. The influence of age and physical activity on the pressure sensitivity of soft tissues of the musculoskeletal system. *J Bodywork Mov Ther* 2010;14:382-90.

159. Chesterton LS, Barlas P, Foster NE, Baxter GD, Wright CC. Gender differences in pressure pain threshold in healthy humans. *Pain* 2003;101:259-66.
160. Meeus M, Roussel N, Truijen S, Nijs J. Reduced pressure pain thresholds in response to exercise in chronic fatigue syndrome but not in chronic low back pain: an experimental study. *J Rehabil Med* 2010;42:884-90.
161. Jespersen A, Dreyer L, Kendall S, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L, Bliddal H, et al. Computerized cuss pressure algometry: A new method to assess deep-tissue hypersensitivity in fibromyalgia. *Pain* 2007;131:57-62.
162. Fenton BW, Palmieri PA, Durner C, Fanning J. Quantification of abdominal wall pain using pain pressure threshold algometry in patients with chronic pelvic pain. *Clin J Pain* 2009;25:500-6.
163. Hogeweg JA, Langereis MJ, Bernards AT, Faber JA, Helders JM. Algometry. Measuring pain threshold. Method and characteristics in healthy subjects. *Scan J Rehab Med* 1992;24:99-103.
164. Nussbaum E, Downes L. Reliability of clinical pressure-pain algometric measurements obtained on consecutive days. *Physical Therapy* 1998;78:160-9.
165. Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee: a radiographic investigation. *Acta Radiol Stockholm* 1968;(suppl 277):7-72.
166. Engh GA, Ammeen DJ. Bone loss with revision total knee arthroplasty: defect classification and alternatives for reconstruction. *InstrCourse Lect* 1999;48:167-75.

167. Engh GA, Parks NL. The management of bone defects in revision total knee arthroplasty. *Instr Course Lect* 1997;46:227-36.
168. Fleiss JL, Levin B, Paik MC. Statistical methods for rates and proportions, ed 3. Hoboken, NJ: John Wiley&Sons, 2003.
169. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
170. Finocchietti S, Nielsen M, Morch C, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Pressure-induced muscle pain and tissue biomechanics: A computational and experimental study. *European Journal of Pain* 2011;15:36-44.
171. Greenspan JD, McGillis SLB. Stimulus features relevant to the perception of sharpness and mechanically evoked cutaneous pain. *Somatsens Mot Res* 1991;8:137-47.
172. Takahashi T, Taguchi T, Itoh K, Okada K, Kawakita K, Mizumura K. Influence of surface anesthesia on the pressure pain threshold measured with different-sized probes. *Somatsens Mot Res* 2005;22:299-305.
173. Treede RD, Rolke R, Andrews K, Magerl W. Pain elicited by blunt pressure: neurobiological basis and clinical relevance. *Pain* 2002;235-40.
174. Ohrbach R, Gale E. Pressure pain threshold in normal muscles; reliability, measurement effects, and topographic differences. *Pain* 1989;37:257-63.

175. Delaney GA, Mckee AC. Inter- and intra-rater reliability of the pressure threshold meter in measurement of myofascial trigger point sensitivity. *Am J Phys Med Rehabil* 1993;72:136-9.
176. Reeves J, Jaeger B, Graff-Radford, S: Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity. *Pain* 1986;24:313-21.
177. Chung JM, Fang Z, Hori Y, Lee KH. Prolonged inhibition of primate spinothalamic tract cells by peripheral nerve stimulation. *Pain* 1984;19:259-75.
178. Chung JM, Fang Z, Hori Y, Lee KH. Factors influencing peripheral nerve stimulation produced inhibition of primate spinothalamic tract cells. *Pain* 1984;19:277-93.
179. Magora A, Vatine J, Magora F. Quantification of musculoskeletal pain by pressure algometry. *Pain Clinic* 1992;5:101-4.
180. Cimino R, Farella M, Michelotti A, Pugliese R, Martina R. Does the ovarian cycle influence the pressure pain threshold of the masticatory muscles in symptom-free women? *J Orofacial Pain* 2000;14:105-11.
181. Isselee H, De Laat A, Bogaerts K, Lysens R. Long-term fluctuations of pressure pain thresholds in healthy men, normally menstruating women and oral contraceptive users. *European Journal of Pain* 2001;5:27-37.
182. Paulev PE, Thorboll JE, Nielsen U, Kruse P, Jordal R, Bach FW, Fenger M, Pokorski M. Opioid involvement in the perception of pain due to endurance exercise in trained man. *Jpn J Physiol* 1989;39:67-74.

183. Kjaer M, Secher NH, Bach FW, Galbo H, Reeves DR, Mitchell JH. Hormonal, metabolic, and cardiovascular responses to static exercise in humans: influence of epidural anesthesia. *Am J Physiol* 1991;264:e214-20.
184. Bushnell MC, Duncan GH, Dubner R, Jones RL, Maixner W. Attentional influences on noxious and innocuous cutaneous heat detection in humans and monkeys. *J Neurosci* 1985;5:1103-10.
185. Osti M, Gohm A, Schlick B, Benedetto KP. Complication rate following high tibial open-wedge osteotomy with spacer plates for incipient osteoarthritis of the knee with varus malalignment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;nov 6.
186. Mcnamara IR, Birmingham TB, Marsh JD, Chesworth BM, Bryant DM, Giffin JR. A preference-based single-item measure of quality of life following medial opening wedge high tibial osteotomy: Large improvements similar to arthroplasty. *The Knee* 2014;21:456-61.
187. Birmingham TB, Giffin JR, Chesworth BM, Bryant DM, Litchfield RB, Willits K, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy: a prospective cohort study of gait, radiographic, and patient-reported outcomes. *Arthritis Rheum* 2009;61:648-57.
188. Robertsson O, Lohmander LS. High tibial osteotomy in Sweden, 1998-2007. *Acta Orthop* 2012;83:244-8.
189. Soleimanpour J, Elmi A, jafari MA, Goldust M. Comparison of genu varum treating results using open and closed wedge high tibial osteotomy. *Pak J Sci* 2013;16:686-91.

190. Dakin H, Gray A, Fitzpatrick R, Mclennan G, Murray D. Rationing of total knee replacement: a cost-effectiveness analysis on a large trial data set. *BMJ Open* 2012;2:e000332.
191. Paradowski PT, Bergman S, Sunden-Lundius A, Lohmander LS, Roos EM. Knee complaints vary with age and gender in the adult population. Population-based reference data for the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) *BMC Musculoskelet Disord* 2006;7:38.
192. Van Essen GJ, Chipchase LS, O'Connor, Krishnan J. Primary total knee replacement: short-term outcomes in an Australian population. *J Qual Clin Pract* 1998;18:135-42.
193. Niinimäki TT, Eskelinen A, Ohtonen P, Puhto AP, Mann BS, Leppilähti J. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a registry-based case-control study of 1036 knees. *Acta Orthop Trauma Surg* 2014;134:73-7.
194. Saito T, Kumagai K, Akamatsu Y, Kobayashi H, Kusayama Y. Five- to ten-year outcome following medial opening-wedge high tibial osteotomy with rigid plate fixation in combination with an artificial bone substitute. *J Bone Joint Surg* 2014;96:339-44.
195. Kolb W, Guhlmann H, Windisch C. Opening-wedge high tibial osteotomy with a locked low-profile plate. *J Bone Joint Surg (Am)* 2009;91;2581-8.
196. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy: a critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg (Am)* 1993;75:196-201.

197. Chen CC, Johnson MI. An investigation into effects of frequency-modulated transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimentally-induced pressure pain in healthy human participants. *J Pain* 2009;10:1029-37.
198. Minzlaff P, Saier T, Brucker P, Haller B, Imhoff A, Hinterwimmer S. Valgus bracing in symptomatic varus malalignment for testing the expectable “unloading effect” following valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;Jan 17.
199. Lee YS, Lee BK, Kwon JH, Kim JI, Reyes FJ, Suh DW, Nha KW. Serial assessment of weight-bearing lower extremity alignment radiographs after open-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2014;30:319-25.
200. Lee DH, Kyung-Wook N, Sung-Joon P, Seung-Beom H. Preoperative and postoperative comparisons of navigation and radiologic limb alignment measurements after high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2012;12:1842-50.
201. Picardo NE, Khan W, Johnstone D. Computer-assisted navigation in high tibial osteotomy: a systematic review of the literature. *Open Orthop J* 2012;6:305-12.
202. Ribeiro CH, Severino NR. Opening wedge osteotomy: navigation system compared to the conventional technique in a controlled clinical study. *Int Orthop* 2014;38:1627-31.
203. El-Azab H, Halawa A, Anetzberger H, Imhoff AB, Hinterwimmer S. The effect of closed- and open-wedge high tibial osteotomy on tibial



- slope: a retrospective radiological review of 120 cases. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:1193-7.
204. Koshino T, Yoshida T, Ara Y, Saito I, Saito T. Fifteen to twenty-eight years' follow-up results of high tibial valgus osteotomy for osteoarthritic knee. *Knee* 2004;11:439-44.
205. Chareancholvanich K, Pornrattanamaneewong C, Narkbunnam R. Increased cartilage volume after injection of hyaluronic acid osteoarthritis knee who underwent high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:1415-23.
206. Ferruzzi A, Buda M, Cavallo M, Timoncini A, Natali S, Giannini S. Cartilage repair procedures associated with high tibial osteotomy in varus knees: Clinical results at 11 years' follow-up. *The Knee* 2014;21:445-50.
207. Martin R, Birmingham TB, Willits K, Litchfield R, LeBel ME, Giffin JR. Adverse event rates and classifications in medial opening wedge high tibial osteotomy. *Am J Sports Med* 2014;42:1118-26.
208. Mow CS, Wiedel JD. Revision total knee arthroplasty using the porous-coated anatomic revision prosthesis. Six- to twelve- year results. *J Arthroplasty* 1998;13:681-6.
209. Whiteside L. Cementless revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1993;286:160-7.
210. Glenn JC, Sokoloski SN, Damer BM, Tabit JM. Tibia pain at end of stem with stemmed revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2010;25:497e1-5.

211. Bernhoff K, Rudström H, Gedeberg R, Björck M. Popliteal artery during knee replacement: a population-based nationwide study. *Bone Joint J* 2013;95:1645-9.

## **9. ANNEX**

### **Distribució de les variables incloses a l'estudi**

#### **1. Variables contínues**

- Edat
- Índex de massa corporal
- Angle mecànic femorotibial
- Valor de l'escala de funció KSS
- Escala visual analògica de dolor (EVA)
- Llindar d'aparició del dolor (Kpa)
- Longitud i diàmetre de la tija tibial col·locada
- Balanç articular del genoll intervingut
- Escala àlgica-funcional

#### **2. Variables categòriques**

- Sexe
- Antecedents mèdics del pacient
- Complicacions mèdiques i quirúrgiques
- Causes per la implantació d'una pròtesi amb una tija a la tibia
- Model protètic col·locat

