

8. LA MARXA HUMANA I LES TORSIONS

Durant la marxa normal es realitza el sosteniment alternatiu a cada cama, amb fases d'oscil.lació, càrrega i impuls amb intensitats i temps simètrics. Al trobar-se en posició bipodal, l'eix de la càrrega es divideix a partir de l'articulació lumbosacra en dos vectors representats pels ossos ilíacs i per cada una de les cames. Per tal que l'estructura corporal estigui amortida, sigui estable i resistent, cal que cada un dels segments se situï amb un cert grau de desequilibri en relació a la resta del cos. Així i tot, s'ha de mantenir una relació vertical entre les seves articulacions, de forma que el centre de l'articulació coxo-femoral, el centre del genoll i el centre del cos astragalí es situïn en el mateix eix. L'estabilitat s'aconsegueix per la congruència de les cares articulars i la tensió de les estructures càpsulolligamentoses, acompanyades de la tensió muscular necessària per a mantenir el centre de gravetat en una posició d'equilibri (50).

Durant el cicle de la marxa, a la fase d'oscil.lació, l'extremitat inferior realitza un moviment de rotació interna en el pla transversal. Des de la càrrega màxima fins a la fase oscil.lant realitza un moviment de rotació externa. En el moment de màxima càrrega, el fèmur rota més que la tibia, produint-se el mecanisme conegut com *sinclitisme rotatori*. En el pla frontal es realitza un moviment d'adducció-abducció (altrament dit, varus-valgus). L'adducció màxima s'aconsegueix amb la màxima càrrega; durant el període oscil.lant el genoll torna a la posició neutre mitjançant una abducció de 8°. En el pla sagital, durant la càrrega hi ha una flexió del genoll que comporta una disminució del centre de gravetat per tal d'amortir el contacte entre el taló i el terra, que es recupera amb l'impuls i la càrrega monopodal (51).

Un estudi d'Adriacchi i Schipplein conclou que el 70% de les càrregues passen pel compartiment intern durant el sosteniment monopodal. Els pacients amb gonartrosi i genus varus tenen un moment alt d'adducció amb una mitjana d'un 4.2% del pes multiplicat per l'alçada. El màxim augment pot ser el 25% dels valors normals. Després d'una osteotomia tridimensional de genoll, tant en el grup de pacients normals (baix moment d'adducció) com en els que tenen un alt moment d'adducció, es disminueix el moment però molt més en el grup primer. Això explica per què després de 6 anys d'una osteotomia tridimensional es manté, en el 70% dels casos, la correcció en un valgus correcte, mentre que en els pacients amb un gran moment d'adducció aquesta correcció es manté només en el 20% dels casos passat aquests anys (52).

Thomine i els seus col.laboradors van definir el concepte de desviació varitzant (*écart varisant*) en el pla frontal que es realitza en la fase de recolzament monopodal. En ella, la cama ha de suportar el pes del cos mantenint un cert equilibri. Així, en el moment de la força de gravetat és proporcional a la distància, que existeix entre la línia de gravetat i el centre del genoll. Aquesta separació es va anomenar *desviació varitzant global*. També existeix la

desviació varitzant intrínseca que fa referència a l'eix mecànic de l'extremitat inferior: segons per on passa la resultant tindrem genu varus, o valgus amb sobrecàrregues a un o l'altre compartiment (53).

El mecanisme que adopten alguns pacients per a disminuir el moment torsional és col·locar la cama en rotació externa. Quan el peu gira cap a fora disminueix el moment d'adducció i quan el peu mira a dins augmenta el moment d'adducció. Si els estabilitzadors dinàmics i estàtics no poden controlar el moment d'adducció es produeix una obertura del compartiment extern durant el pas. El lligament lateral extern i la bandeleta ileotibial són els primers estabilitzadors de les parts toves per impedir l'obertura del compartiment lateral. Si aquestes estructures i els múscles estan laxes, el compartiment extern s'obrirà fins que aquestes es tensin. El bíceps i el quàdriceps són els múscles que es poden oposar millor a l'obertura del compartiment. També el lligament encreuat anterior s'oposa a la decoaptació lateral (52).

En el moment de la càrrega unipodal, la pronació del peu comporta una rotació interna de l'extremitat, mentre que l'acció dels rotadors externs del maluc exerceix una rotació externa, en què la cama està sotmesa a un parell de forces oposades, és a dir, a una torsió. L'excés de pronació o la insuficiència dels rotadors externs del maluc, forcen una rotació interna exagerada, i per tant, una compressió externa al turmell i al genoll. Si hi ha un varisme o una limitació en la rotació fisiològica del maluc o un escurçament dels glutis o piramidal, es generarà una compressió a la interlínia interna del genoll. A més a més de la compressió, en el moment de la fricció intersegmentària també s'afectarà quan entre els dos extrems no existeixi una compensació, és a dir, una pronació del peu amb una limitació de la rotació interna del maluc o retroversió femoral. En aquest moment, augmenta a més a més el moment torsional, d'igual manera que un varisme amb una anteversió del fèmur. Aquestes forces axials també es veuen incrementades quan la cama estructuralment no té una relació fisiològica ja sigui en el pla frontal (genu varum o genu valgum), com en el pla horitzontal, com la variació de la torsió fisiològica d'algun dels seus components, (augment o disminució de la torsió de la tíbia o del fèmur) (50).

9. LES TORSIONS I L'ARTROSI

Les anomalies torsionals del genoll poden facilitar alteracions a les articulacions adjacents i en general a tota la dinàmica i estàtica de l'extremitat inferior. Per exemple, un excés d'anteversió femoral pot provocar una bàscula anterior amb verticalització de la còtila i una hiperlordosi lumbar compensadora per recentrar l'eix de la cama.

Per altra banda, aquestes anomalies poden acabar influint de manera determinant, en l'aparició precoç dels fenòmens artròsics en diferents localitzacions. Molta literatura ha estat escrita referent a aquest tema, realitzant mesures clíniques, sobre cadàvers, radiografies o TACs (37, 42, 43, 44, 49, 54, 55, 56, 57, 58, 59).

Els estudis que s'han fet han volgut demostrar les diferències presents entre poblacions normals i altres que presenten una clínica determinada, uns valors de torsions determinats o l'aparició precoç de fenòmens artròsics. S'ha realitzat atenent a totes les articulacions grans de l'extremitat inferior: maluc, genoll i turmell.

A nivell del genoll els estudis han anat encaminats a demostrar la influència de la TTE i l'AF sobre la clínica d'inestabilitat o el dolor al genoll, o bé sobre la patologia artròsica a nivell de les articulacions fèmoro-patel·lar i fèmoro-tibial.

Lerat ja relaciona abans de la dècada dels 90, les diferents torsions amb les condropaties i la inestabilitat rotuliana (19). Eckhoff i col.laboradors demostren, el 1994, que l'augment d'anteversió femoral es relaciona amb el dolor a la cara anterior del genoll i reconeix que els factors dinàmics com la contracció muscular poden influir-hi (60).

Alguns autors relacionen la hipertorsió externa tibial amb la patologia fèmoro-patel·lar. Sharrard, el 1971, estableix una relació causal entre elles. Berard, Turner i Smillie insisteixen en aquestes tesis arribant a mesurar la relació entre inestabilitat fèmoro-patel·lar i condromalàcia (44, 61, 62).

Segons Eckhoff, l'augment de la torsió de la tibia es segueix d'increments de les pressions generades a la faceta rotuliana corresponent. Si augmenta l'angle Q augmenten les pressions a la faceta externa i la tendència subluxant de la ròtula, mentre que la torsió interna actua en sentit contrari (63, 64).

Les relacions entre el morfotip i l'artrosi del genoll també han ocupat un lloc central en les discussions científiques. Per exemple, Yagi o Turner relacionen l'excès de la TTE amb l'artrosi fèmoro-tibial externa mentre que Goutallier fa el propi amb l'artrosi fèmoro-tibial interna (42, 49, 55).

Totes aquestes relacions entre torsions alterades i patologia de l'extremitat inferior estan tractades detalladament en l'apartat de la discussió.

10. DIAGNÒSTIC I TRACTAMENT NO QUIRÚRGIC DE LES ANOMALIES TORSIONALS

La immensa majoria de les alteracions torsionals de la infància es compensen espontàniament amb el temps i són desviacions fisiològiques conegudes. Sovint, es cau en un excessiu control de les anomalies i en tractaments innecessaris. Per tot això, és important tenir molt clara l'anomalia i la seva història natural (65, 66, 67, 68).

Hensinger opina que les alteracions rotacionals, sovint, donen problemes a la vida adulta, malgrat aparèixer a la infantesa. Tot i així, segons Hensinger, els problemes rotacionals solen solucionar-se amb un tractament conservador: els estiraments i la potenciació muscular (24).

En un estudi, Ballester va trobar que de 2500 pacients en edat infantil controlats per aquests motius, només el 2.9 % dels casos va precisar d'una intervenció quirúrgica (69). Segons altres autors aquest percentatge és molt més petit. Per Caton i Neyret, el 0.01% dels infants que camina en rotació interna acaba necessitant cirurgia (3).

El motiu de consulta acostuma a ser molt diferent segons l'edat. En la població infantil, sol ser l'alteració de la marxa, tant en rotació interna com externa (són els dos perfils rotacionals típics en la infantesa). La que es realitza en rotació interna és molt més freqüent. En aquesta edat, és molt important diferenciar els processos patològics dels fisiològics (24, 70, 71, 72). En edats més tardanes (adolescents i adults joves) la consulta acostuma a ser per problemes de sobrecàrrega al realitzar qualsevol tipus d'esport o a la vida diària. En persones més grans, el motiu sol ser el dolor amb la presència de fenòmens artròsics (70, 71, 72).

El cas típic que ens interessa és el d'una noia d'uns 20 anys que consulta per un dolor a la fèmoro-patel·lar que s'irradia molts cops a la interlínia interna. A l'exploració clínica en bipedestació i peus junts, s'observa que presenta un morfotip torsional convergent (les ròtules "miren" cap a dintre) i un genu varus en moltes ocasions. Aquesta actitud de les ròtules es corregeix al col·locar els peus en 20° de rotació externa (quan aquest gest s'exagera recorda la imatge del "Charlot") (Figura 8). Malgrat això, camina amb un angle del pas normal i és en aquest moment quan s'observa que les ròtules miren cap a la línia mitja (és a dir, són "guenyetes").



Fig 8. Posició en rotació externa per alinear les ròtules en el sentit de la marxa. Malgrat això, caminen amb un angle del pas normal "ròtules guenyes".

El dolor no millora amb els tractaments conservadors com el repós esportiu, la fisioteràpia, els condroprotectors i altres. Més endavant poden passar dues coses: que la persona sigui intervinguda o no. Si no és intervinguda el dolor pot remetre, bàsicament, perquè disminueixi el grau d'exigència del genoll (disminueix l'activitat física) o assumeixi el dolor com a basal. Llavors, va presentant episodis de vessaments articulars, clínica de condromalàcia fèmoro-patel·lar i dolor a la interlínia interna. A la llarga pot presentar una ruptura degenerativa de la banya posterior del menisc intern. En el cas que sigui operada, desapareix la clínica fèmoro-patel·lar i també el morfotip torsional convergent. En cas que l'osteotomia es realitzi a l'inici de la clínica, aquesta és curativa. En canvi, si es practica a partir dels 45 anys (quan ja va presentant les complicacions abans esmentades), aquesta és només pal·liativa (Figura 9).

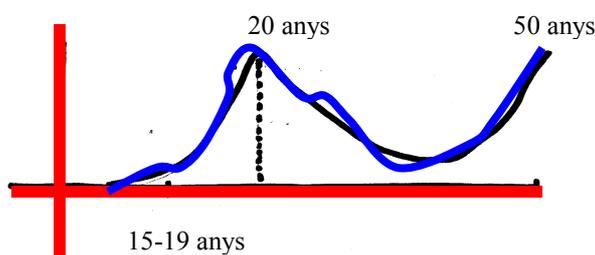


Figura 9. Evolució de la clínica per dolor fèmoro-patel·lar segons l'edat (en cas de que no sigui intervingut).

Segons Caton, les anomalies torsionals són generalment ben tolerades en l'adult. Alguns factors poden empitjorar la clínica: l'edat superior als 45 anys, la sobrecàrrega ponderal, el morfotip frontal en genu varus o l'alteració de l'índex torsional de Lerat o Duparc (3).

Turner i Yagi també afirmen que en adults de més de 45 anys el dolor és conseqüència de l'existència d'una artrosi degenerativa (fèmoro-tibial interna amb meniscopatia degenerativa o síndrome fèmoro-patel·lar). També sostenen que la indicació quirúrgica de l'osteotomia en aquests casos, és paliativa i té com a objectiu evitar que el dolor persisteixi durant un temps indefinit (42, 44).

En l'examen inicial, cal estudiar molt bé el tipus d'anomalia que presenta el pacient anotant rigorosament la morfologia del peu, l'angle de pas i l'alineació dels genolls amb altres possibles alteracions superiors (raquis, bàscula pèlvica...). També cal anotar els balanços articulars del maluc. Dins de l'apartat de l'estudi inicial cal descartar una sèrie de causes orgàniques que tenen una solució sovint diferent: displàsies de maluc, dismetria de les extremitats inferiors, *hemiparèssia fustre* associada a un equinisme discret, distròfies musculars... (20, 30, 70, 73).

L'exploració clínica comentada ha d'estar associada a una bona exploració radiològica. Dins la radiologia hi ha un protocol que es segueix al Servei i inclou radiografies en diferents projeccions. Vull destacar la visió que s'obté en la radiografia telemètrica en càrrega de les extremitats inferiors. En cas de morfotip torsional convergent s'observa una asimetria dels còndils: el còndil femoral lateral talla les espines tibials i donant una falsa imatge de subluxació lateral (falsa perquè és deguda a la torsió); la ròtula té una posició juxtacondilar i s'observa un reforç de la tuberositat tibial anterior i una posició relativa posterior del peroné (74) (Figura 10).

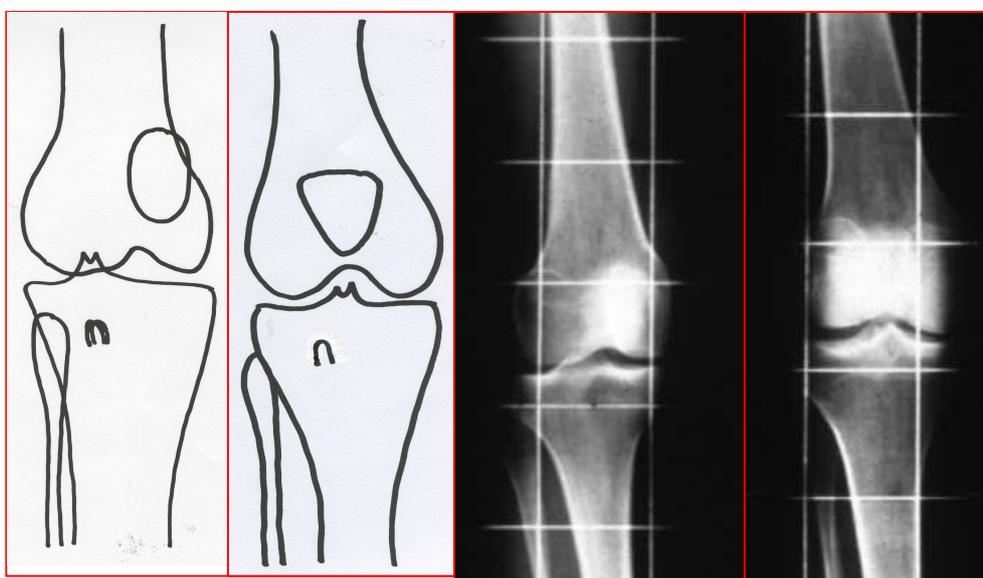


Figura 10. Anomalia torsional per morfotip torsional convergent (correcció amb 20° de rotació extern). Esquema i radiologia.

Les exploracions radiològiques ajuden a fer el diagnòstic del morfotip torsional convergent, però és la TAC la que permet quantificar l'alteració torsional. Les mesures tomodensitomogràfiques són actualment molt fiables i les més

utilitzades, malgrat que pel seguiment a la consulta, es pugui emprar sovint l'exploració clínica, ja que alguns autors consideren que sols té un 5% d'error de mitjana (75).

En el cas dels infants, en les visites progressives, cal repetir les exploracions per observar si la correcció espontània es va realitzant. La informació donada als pares és fonamental, per disminuir l'angoixa i anar valorant els canvis. Molts familiars exigeixen "fer quelcom actiu" i no accepten la repetició dels controls sense més actituds terapèutiques actives (76). En aquestes situacions pot estar indicat fer tractaments ortopèdics i/o fisioterapèutics.

En aquestes primeres fases i en edat infantil pot ser beneficiosa la pràctica d'exercici físic, la cinesiteràpia i, en determinats casos, algun tipus d'ortesi. A nivell del maluc i del peu, les ortesis poden ser força efectives (plantilles pel peu cavus valgus, falques varitzants de retropeu, ...) però a nivell del genoll, l'ús de fèrules correctores té una eficàcia dubtosa. Alguns ortopedes usen la fèrula de Denis-Browne per a la correcció de la torsió tibial interna però és important comprovar que la correcció es realitzi a nivell ossi i no a nivell de l'articulació del genoll. Si la deformitat i el dolor persisteixen pot estar indicada la cirurgia (20, 77). A Bedouelle no el convencen els tractaments conservadors ja que segons ell, la seva eficàcia està molt poc contrastada (aparells de Codivilla, ortesis plantars per la marxa...). Els consells que ell dóna són: supressió de les postures que impedeixen la correcció de la deformació (com la de "W de Salter"), supressió dels exercicis de dansa i altres que afavoreixen posicions com el genu varum o la torsió tibial externa i evitar esports que afavoreixen la rotació interna del maluc (78). També són reticents als tractaments ortopèdiques Grammont i Trouilloud . En canvi, Chahuzac, opina que poden ser parcialment efectius (30, 78, 79, 80).

Staheli resumeix, en el seu article, les dificultats dels estudis i les possibilitats terapèutiques argumentant que els rangs de normalitat de les torsions són molt amplis, la majoria dels problemes es resolen espontàniament, les ortesis plantars o d'extremitats inferiors són completament ineficaces i la correcció quirúrgica en situacions molt concretes pot estar justificada (76, 81).

Deixant de banda l'etapa inicial, el cas que ens ocupa, com hem dit anteriorment, és el de pacients joves sense potencial de creixement (és a dir, amb les fisis tancades) que presenten en exclusivitat un morfotip torsional convergent.

11. L'APLICACIÓ DE LES NOVES TECNOLOGIES INFORMÀTIQUES A L'ESTUDI I LA QUANTIFICACIÓ DE LES TORSIONS

Mai no es podrà substituir el clínic o el cirurgià en una sèrie d'aspectes com la indicació d'un tractament, el seguiment d'un procés, la detecció d'una complicació... Però hi ha passes molt estandarditzades i repetides que els sistemes informàtics són capaços de reproduir amb molta més precisió i exactitud. L'augment de la reproductibilitat els converteix en elements molt útils i preuats (82).

La millora de les imatges i de les reconstruccions computeritzades ens permet pensar en una cirurgia virtual i aplicar-la en el camp de l'ensenyament o en la pràctica clínica. Tot això porta, per altra banda, a la cirurgia assistida per ordinador (CAO) o a l'ús de navegadors quirúrgics. Aquesta tècnica es va introduir a inicis de la dècada dels 80 per la cirurgia estereotàxica. Posteriorment, es va aplicar a la cirurgia del raquis i, finalment, al camp de l'ortopèdia en general. L'objectiu bàsic de la CAO és permetre millorar la precisió, reduir la morbiditat, disminuir l'exposició als raigs X i permetre la cirurgia mínimament invasiva amb seguretat (83).

La CAO permet el reconeixement dels instruments i dels implants a l'espai intraoperatori i localitzar-los en temps real en una imatge virtual de reconstrucció tridimensional que permet guiar-nos (83). La CAO comprèn bàsicament, tres processos:

- Crear un model informàtic del pacient.
- Planificar una estratègia quirúrgica òptima.
- Posar aquesta informació a disposició del cirurgià per augmentar la precisió de la intervenció (20).

L'aplicació de la informàtica en el camp de les torsions de l'extremitat inferior facilita els següents aspectes, enumerats per Ballester i col.laboradors (20):

- Millor comprensió de les alteracions torsionals i la seva relació amb les anomalies associades dels eixos.
- Estudi i diagnòstic dels casos individuals.
- Planificació de la intervenció.
- Realització de la cirurgia virtual per a preveure els resultats amb models informàtics.
- Utilització dels navegadors per a millorar la precisió de la intervenció.
- Utilització de robots quirúrgics.
- Aplicació de protocols i estudis estadístics.
- Globalització dels coneixements a la xarxa.

D'altra banda, la correcció simultània d'una alteració torsional ens fa veure una triple dificultat: establir el diagnòstic adequat, plantejar i executar la intervenció de manera correcta. La dificultat en el diagnòstic ve donada per la gran variabilitat en la mesura o en l'observació (la informàtica pot ajudar). Per plantejar la intervenció calen uns bons simuladors de les correccions que ens ajudin a obtenir una predicció del resultat final. El tercer punt de l'execució de la intervenció està actualment en fase teòrica i serà la que es podrà dur a terme amb els robots quirúrgics, que permetran una gran precisió (20).

L'aplicació de la CAO a la cirurgia de l'osteotomia del genoll es troba en una fase molt incipient. L'any 1989 Ballester va publicar els seus estudis d'osteotomia tridimensional utilitzant suport informàtic (73).

12. OBJECTIUS DE LA TESI DOCTORAL

Lerat comenta que la major dificultat en l'estudi de les anomalies torsionals és la de conèixer els factors implicats i el seu grau de responsabilitat en la gènesi de la simptomatologia descrita pel pacient (36).

En l'estudi de les anomalies torsionals pel morfotip convergent entren moltes variables que, en certa manera, es poden comportar com a distorsionadores, ja que no estan necessàriament relacionades amb l'anomalia de les "ròtules guenytes" però que cal referir-se a elles constantment. Exemples concrets són les displàsies, l'artrosi de la fèmoro-patel·lar i de la interlínea interna o també la variació del morfotip frontal amb aquesta cirurgia. El que ens interessa a nosaltres és estudiar una síndrome dolorosa que es troba en pacients tipus definits com noies joves de 18 a 25 anys amb dolor a la fèmoro-patel·lar filiat com a condromalàcia i que no respon a mesures terapèutiques conservadores locals (repós esportiu, analgèsia, rehabilitació, condroprotectors). En aquestes pacients s'aprecia unes ròtules que miren cap a dintre a l'observar-les en bipedestació amb els peus junts. Aquesta actitud es corregeix al col·locar els peus en 20° de rotació externa. Ens interessa estudiar aquest pacient tipus: la clínica, el diagnòstic i els resultats obtinguts amb la cirurgia objecte de la tesi.

Tornant a Gaudí, ell deia que la ment de l'home és capaç d'analitzar els fenòmens que l'envolten i de sintetitzar-ne, d'entre llur complexa amalgama, idees netes i senzilles. L'objectiu que ens hem proposat en aquest treball és esbossar què ha passat amb aquesta cirurgia i per què. Per tant, el plantejament central serà fer una auditoria del procediment i dels resultats.

Objectius:

L'objectiu és valorar els resultats clínics i per imatge de l'osteotomia tridimensional valgaderrotativa de genoll, realitzada per solucionar el morfotip torsional convergent amb genus varus a gent jove amb clínica rebel a tractaments previs conservadors i sense intervencions prèvies sobre el genoll per altres motius. S'ha eliminat els pacients amb osteotomia derrotativa pura (traç de l'osteotomia horitzontal) i els genus valgus.

Els objectius específics són:

- a) Conèixer les indicacions de la cirurgia, els resultats i el seu grau de complicacions.
- b) A la llum dels resultats obtinguts, determinar-ne els factors predictius.
- c) Trobar les tipologies dels pacients atenent a un grup de variables rellevants que ens marcaran el pronòstic.
- d) Trobar la fórmula teòrica que ens indiqui la correcció de l'angulació en el pla frontal i de la torsió, segons els paràmetres inicials.

M A T E R I A L

MATERIAL

Des de fa més de 25 anys, el Servei de Traumatologia de l'Àparell Locomotor de l'Institut Universitari Dexeus – Icatme, practica l'osteotomia valgaderrotativa tridimensional del genoll. Està indicada per a corregir el morfotip torsional convergent amb genus varus quan el tractament conservador no ha fet desaparèixer la clínica dolorosa.

Així, es varen realitzar 716 osteotomies de genoll entre els anys 1984 i 1995; d'aquestes, 124 eren osteotomies valgderrotatives amb morfotips torsionals. Vint-i-quatre estaven realitzades a gent més gran de 50 anys o amb signes d'artrosi visualitzats a les radiografies. En un total de 27 pacients es va associar una altra cirurgia. La resta de les osteotomies valgderrotatives del genoll complien els requisits però 16 pacients no van ser localitzats, bé per canvi de domicili o no col.laboració (bastants d'ells vivien a més de 300 Km de distància). La distribució d'aquests 16 pacients va ser a l'atzar i no va dependre dels resultats clínics obtinguts, dades aquestes comprovades al revisar les històries clíniques i radiologies (Figura 11).

Els casos restants són els que han estat inclosos a l'estudi, amb un nombre total de 57 genolls (33 pacients operats d'un sol genoll i 12 dels dos genolls). Dos pacients van ser operats a les dues cames però sols va ser considerada la cama operada en primer lloc, ja que el temps de seguiment del genoll operat en darrer lloc era inferior als 5 anys.

Els criteris d'inclusió a l'estudi han estat els següents:

1. Pacients amb morfotip torsional convergent amb genus varus rebel al tractament conservador.
2. Pacients amb edat inferior a 50 anys en el moment de la cirurgia i sense signes d'artrosi radiològics (Alhbach 0) (84).
3. No intervenció quirúrgica oberta prèvia al genoll (els pacients als quals s'ha practicat una artroscòpia queden inclosos en aquest estudi)¹.
4. Balanç articular del maluc complert (condició necessària per a poder realitzar la cirurgia).

No es van considerar els pacients amb osteotomia amb un traç horitzontal ni els que presentaven inicialment un genu valgus (inclosos en els 67 pacients restants dels 124).

El pressupost ha anat dirigit a dos grans apartats. Per una banda, aquell dedicat a la realització de les proves complementàries en els pacients examinats (TAC torsional i radiografies) i per una altra el dedicat a l'estudi estadístic.

¹ La cirurgia oberta modifica com a mínim un aleró rotulià ja que es fa una artrotomia interna o externa alhora que pot accelerar el procés artròsic. L'artroscòpia no s'ha rebutjat ja que no es realitza artrotomia i s'assumeix que la persistència del dolor al compartiment intern indica que és una conseqüència i no la causa de la clínica dolorosa.

A cada pacient se li ha realitzat tres paquets d'exploracions complementàries. El primer ha consistit en una goniometria (radiografia 30x120cm), el segon per 5 radiografies en posicions diferents: front, perfil a 30°, axial de ròtules a 20°, test del recurvatum i Fick en càrrega (radiografies 24x30cm) i el tercer paquet en una TAC torsional (dues radiografies de 35x43cm). Els costos corresponents han estat e 2.94€, 0.8€ i 2.86€ afegint el 7% d'IVA per cada un dels tres blocs. En els casos bilaterals cal restar la goniometria (ja que serveix alhora per a les dues cames). Els càlculs totals ens donen un pressupost en radiologies i exploracions complementàries de 512€. En aquest pressupost no s'ha inclòs el cost corresponent a l'amortització del material ni el temps dels professionals de radiologia dedicat per a fer els mesuraments de la TAC. Per altra banda, la despesa en l'estudi estadístic ha estat de 6.100 € i comprèn les anàlisis multivariants, les anàlisis de components principals, l'estudi matemàtic i les sessions de consulta generals.

El finançament de la primera part ha estat assumida pel centre d'on sortia l'estudi i la de la segona part pel propi autor de la tesi. No s'ha rebut suport de cap casa comercial de manera directa ni indirecta.

124 genolls (osteotomies valgderrotatives)

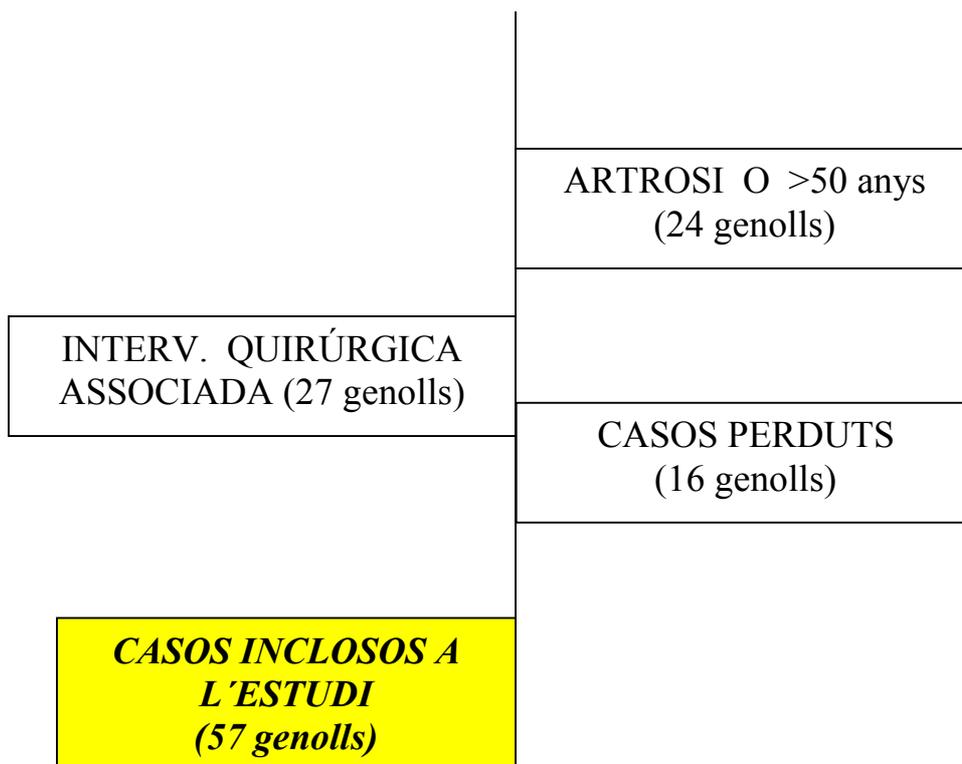


Figura 11: Origen dels pacients exclosos de l'estudi.

MÈTODE

MÈTODE

Apartats:

1. Introducció. Metodologia de l'estudi.
2. Protocol Radiològic.
 - 2.1.- Radiografia de les extremitats inferiors senceres en bipedestació.
 - 2.2.- Radiografia de perfil a 30° de flexió del genoll.
 - 2.3.- Radiografies axials de ròtules bilaterals (20°).
 - 2.4.- Radiografia anteroposterior del genoll.
 - 2.5.- Radiografia en projecció de Fick en càrrega o Rosemberg.
 - 2.6.- Test del recurvatum.
 - 2.7.- Variables obtingudes de les radiografies
 - 2.7.1. Variables parelles mesurades a les radiografies.
 - 2.7.2. Mesures obtingudes de les radiografies al postoperatori immediat.
 - 2.7.3. Altres variables mesurades.
 - 2.7.4. Variables referents a l'osteotomia.
3. Protocol TAC.
 - 3.1.- Introducció TAC torsional Extremitats Inferiors.
 - 3.2.- Característiques tècniques de l'aparell utilitzat.
 - 3.3.- Protocol.
 - 3.4.- Variables mesurades.
4. Estadística:
 - 4.1.- Introducció.
 - 4.2.- Fonament de les anàlisis descriptives.
 - 4.3.- Fonament de les anàlisis la Regressió Logística Múltiple.
 - 4.4.- Fonament de les anàlisis de Components Múltiples.
 - 4.4.1. Introducció.
 - 4.4.2. Anàlisis factorials descriptives.
 - 4.4.3. Algorismes de classificació.
 - 4.4.3.1. La classificació jeràrquica.
 - 4.4.3.2. L'algorisme de k-means.
 - 4.4.4. Caracterització d'una tipologia o partició.
 - 4.5.- Fonaments de la fórmula.
5. Llistat de les variables.

- 5.1.- Primer paquet:
 - 5.1.1.- Identificadors.
 - 5.1.2.- Dades inicials i antropomètriques.
 - 5.1.3.- Dades prèvies a la intervenció quirúrgica.
 - 5.1.4.- Tipus d'activitat i esport realitzat.
 - 5.1.5.- Dades obtingudes a la intervenció quirúrgica.
 - 5.1.6.- Exploració física a la revisió.
 - 5.1.7.- Puntuació a l'escala de Lysholm.
- 5.2.- Segon Paquet (variables obtingudes de TACs torsionals).
- 5.3.- Tercer Paquet (variables obtingudes de medicions radiogràfiques).
- 5.4.- Variables intermitges.
- 6. Tècnica quirúrgica.

1. INTRODUCCIÓ. METODOLOGIA DE L'ESTUDI

Els objectes de l'estudi són els pacients intervinguts al Servei de l'Àparell Locomotor de l'Institut Universitari Dexeus – ICATME entre els anys 1984 i 1995 (amb un mínim de 5 anys de seguiment).

La revisió es va realitzar entre el juny i el novembre del 2000. L'estudi estadístic es va fer entre gener i novembre del 2002.

Els pacients inclosos a l'estudi van ser sotmesos a un protocol que va consistir en²:

1. Revisió de la història clínica.
2. Qüestionari que inclou: valoració del genoll abans i després de la intervenció, incidències i problemes en el postoperatori, escala de Lysholm (estat en el preoperatori, als 6 mesos postcirurgia i actual)³ etc.
3. Exploració Clínica.
4. Estudi radiològic estàndard que es practica en el centre (11, 85).
5. TAC torsional d'Extremitats Inferiors (segons el protocol estàndard del Servei) (11, 85).

² A l'annex 1 es presenta el qüestionari base que s'ha utilitzat per l'estudi.

³ La puntuació del test de Lysholm està expressat a la figura 49.

2. PROTOCOL RADIOLÒGIC

2.1.- Radiografia de les extremitats inferiors senceres en bipedestació

Es realitzen dues projeccions en càrrega telemètriques i amb una placa radiològica de 30x120 cm, la primera amb els peus junts i paral·lels, la segona, amb 20° de rotació externa dels peus (Figura 12).

Amb aquestes radiografies es pot constatar la correcció de la posició de les ròtules i de la tuberositat anterior, al repetir la projecció amb els peus en rotació externa de 20° (11, 54, 86).

Amb aquesta projecció es mesuren l'eix fèmoro-tibial anatòmic i el mecànic, la longitud tibial, l'angle femoral, l'obliquïtat de la interlínia del genoll i del turmell, la dismetria, l'angle tibial anatòmic i, fonamentalment, el recentratge rotulià.



Figura 12. Projecció de les Extremitats Inferiors en càrrega.

2.2.- Radiografia de perfil a 30° de flexió del genoll

La importància d'aquesta projecció ja ha estat demostrada per Brattstrom (1964), Ficat (1970), Merchant (1974) i Larson (1978) (87, 88, 89, 90, 91) (Figura 13).

S'ha aprofitat aquesta projecció per a mesurar l'alçada rotuliana, el pendent tibial, l'angle de l'osteotomia en el perfil, la distància de l'osteotomia a la interlínia (anterior i posterior), la traslació anterior i posterior de l'osteotomia i l'existència de displàsia femoral.



Figura 13. Projecció de Perfil.

2.3.- Radiografies axials de ròtules bilaterals (20°)

S'ha mesurat la subluxació externa tibial, la bàscula rotuliana, la distància tròclea-rotuliana, l'angle de la tròclea femoral, l'angulació de les vessants rotulianes, els quocients de les vessants rotulianes i troclears i l'existència d'una displàsia femoral (89, 90, 91, 92) (Figura 14).



Figura 14. Projecció axial de ròtules a 20°.

2.4.- Radiografia anteroposterior del genoll

S'ha mesurat l'eix epifisari proximal tibial, l'angle de l'osteotomia en el front i les distàncies de l'osteotomia a la interlínia des del marge intern i extern (Figura 15).



Figura 15. Projecció anteroposterior del genoll.

2.5.- Radiografia en projecció de Fick en càrrega o Rosemberg

Es realitza amb una flexió de 30° (Figura 16).

Amb aquesta projecció s'ha mesurat l'espai entre el còndil i el plat tibial (tant intern com extern) i els signes d'artrosi intercondilar (93, 94, 95, 96, 97).



Figura 16. Projecció de Fick en càrrega.

2.6.- Test del recurvatum

El test del recurvatum permet mesurar l'angulació i es realitza en una radiografia de perfil forçant al màxim aquesta posició. El valor és important ja que un recurvatum important contraindica aquesta cirurgia (Figura 17).



Figura 17. Test del recurvatum.

2.7.- Variables obtingudes de les radiografies

2.7.1. Variables parelles mesurades a les radiografies (referents a l'aparell extensor, eixos i desviacions, variables parelles abans-després) (23 variables)

- Alçada rotuliana: mesurada segons la medició de Caton-Dechamps (N: 0.8-1.2) (graus) (*HROT*) (Figura 18).

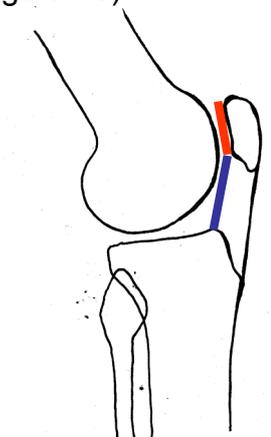


Figura 18: Medició de l'alçada rotuliana.

- Inclínació del plat tibial: angulació entre el plat tibial i la perpendicular a la cortical posterior. Hi ha una correspondència entre aquesta mesura i la mesura estàndard realitzada amb la perpendicular a l'eix de la tíbia (al comparar les dues mesures s'observa que l'estàndard és superior amb 2.7° de diferència de mitjana, i es consideren valors normals l'interval $5-12^\circ$) (graus) (54, 98) (*PTIB*)⁴ (Figura 19).

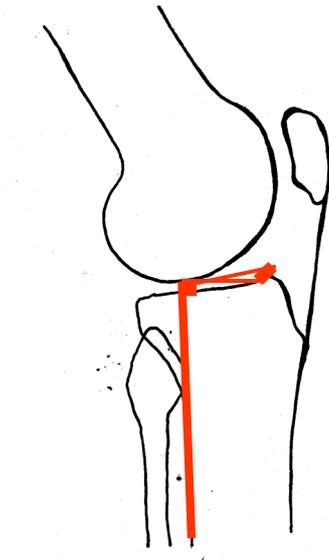


Figura 19: Medició de la inclinació del plat tibial.

- Subluxació externa rotuliana: mesura la desviació externa de la ròtula a la radiografia axial de 20° , segons l'angle de congruència de Merchant (graus) (*LUX*) (89, 90) (Figura 20).

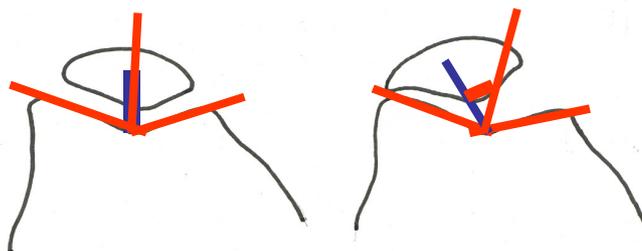


Figura 20: Medició de la subluxació externa rotuliana.

⁴ La diferència entre aquesta mesura i la que pren com a referència l'eix diafisari és de 2.7° (1.8) (comparat en mesures realitzades). S'ha triat la referència de la cortical posterior perquè les radiografies, en moltes ocasions, eren curtes i la diàfisi estava poc representada.

- Bàscula rotuliana: mesura la relació entre la tangent dels còndils i l'eix lateral de la ròtula a la radiografia axial a 20° (graus) (*BASC*) (99) (Figura 21).

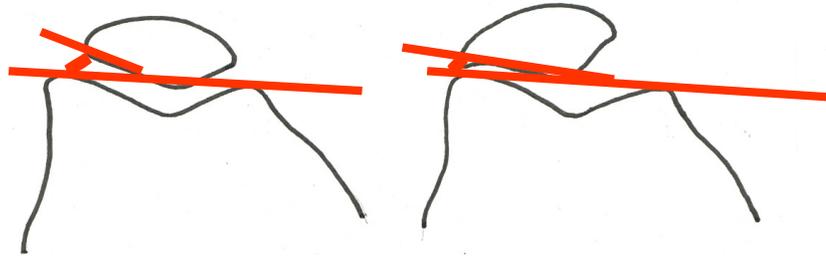


Figura 21: Medició de la bàscula rotuliana.

- Distància entre la cresta rotuliana i l'angle del vèrtex a la radiografia axial de ròtules a 20° (mm) (*DTRROT*) (Figura 22).

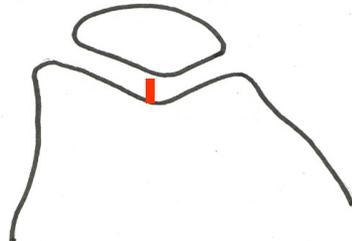


Figura 22: Medició del cartílag a la tròclea- cresta rotuliana.

- Longitud de la tibia: mesurada entre la base de les espines tibials i el límit inferior del piló tibial (mm) (*LONGTIB*) (Figura 23).

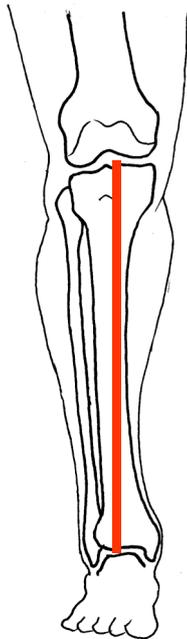


Figura 23: Medició de la longitud de la tibia.

- Angulació de la interlínia: es mesura entre l'horitzontal i la línia que uneix els dos punts mitjos entre els còndils i els plats tibials. Positiva si és vara, negativa si és valga. Es mesura a la goniometria en càrrega (graus) (*INTERL*) (Figura 24).

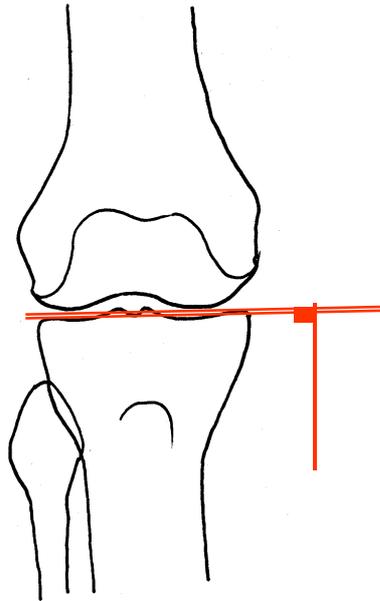


Figura 24: Medició de l'angulació de la interlínia.

- Dismetria de les extremitats: es mesura a les radiografies 30x120 de les extremitats inferiors comparant l'alçada dels dos caps femorals (positiva si l'extremitat esquerra és més llarga que la dreta) (mm) (*DISM*) (Figura 25).

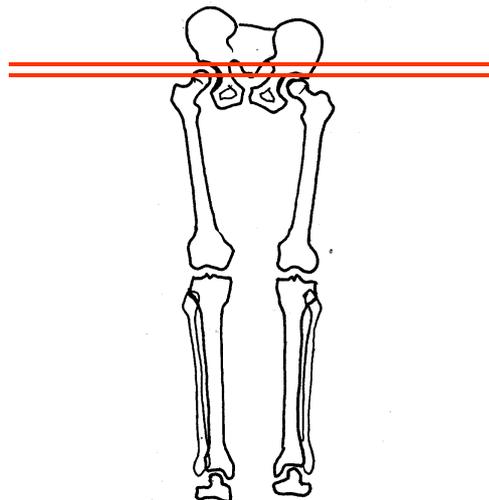


Figura 25: Medició de la dismetria de les extremitats inferiors.

- Eix epifisari proximal tibial: angulació entre l'eix diafisari de la tibia i la línia que uneix el punt mig de la fisi de creixement amb el centre de les espines tibials. És una mesura molt utilitzada a l'artrosi del genoll en relació al genu varus i no a les torsions, però aquí s'ha fet servir per abarcar el màxim d'informació possible (positiu si és valgus, negatiu si és varus) (graus) (*EEPT*) (100) (Figura 26).

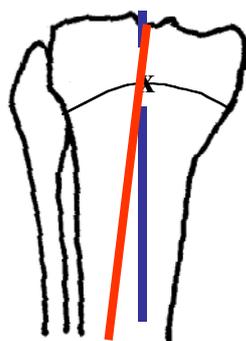


Figura 26: Medició de l'eix epifisari proximal tibial.

- Angle anatòmic tibial: s'obté calculant l'angulació entre l'eix anatòmic de la tibia i la perpendicular al pla tibial (N: $+3^\circ$) (varus positiu, valgus negatiu) (graus) (*ATA*) (14) (Figura 27).

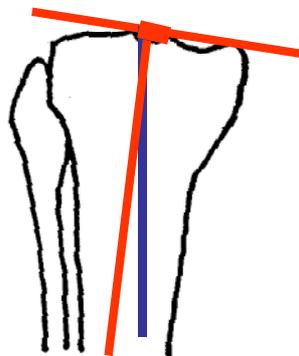


Figura 27: Medició de l'angle anatòmic tibial.

- Eix fèmoro-tibial anatòmic: angulació obtinguda al superposar els eixos anatòmics de la tibia i el fèmur (N: 0 a +4°) (varus si és positiu i valgus si és negatiu) (graus) (*EIXFTAN*) (Figura 28).

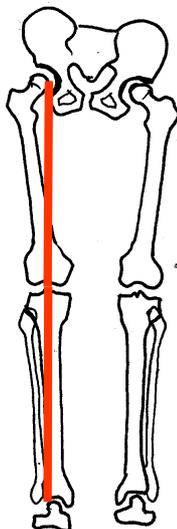


Figura 28: Medició de l'eix fèmoro-tibial anatòmic.

- Eix fèmoro-tibial mecànic: s'obté al traçar una línia recte entre el cap del fèmur i l'espai intermal·leolar. A partir d'aquí s'ha elaborat la variable percentatge de desviació de l'eix fèmoro-tibial mecànic (*EIXICAT*) (Figura 29).

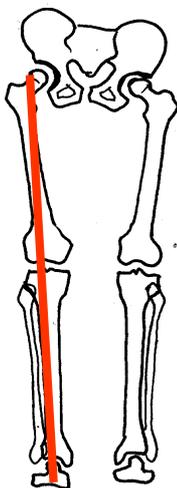


Figura 29: Medició de l'eix fèmoro-tibial mecànic.

2.7.2. Mesures obtingudes de les radiografies al postoperatori immediat (4 variables)

- Eix epifisari tibial proximal en el postoperatori immediat (graus) (*IMEEPT*).

- Angle tibial anatòmic en el postoperatori immediat (graus) (*IMATA*).
- Eix fèmoro-tibial anatòmic en el postoperatori immediat (graus) (*IMEIXFTANAT*).
- Eix fèmoro-tibial mecànic en el postoperatori immediat (graus) (*IMICATME*).

2.7.3. Variables mesurades a les radiografies (referents a l'osteotomia, signes de desgast i altres) (11 variables)

- **DISPLÀSIA:** mesura de la incongruència fèmoro-patel·lar per dèficit de solc (bàsicament de la part alta del solc). S'utilitzen els criteris del Dr Tuneu. Segons aquests, es pot definir una tròclea displàsica en les radiografies de perfil estricte i en les axials de ròtules a 20°. En les radiografies de perfil es diagnostica al comprovar la línia del fons de la tròclea que connecta amb la cortical anterior demostrant en aquest punt que la profunditat és nul·la. En les radiografies axials de ròtula es defineix displàsia en casos d'un angle troclear superior a 145° i quan el vessant extern de la tròclea és igual o superior al doble de la longitud del vessant intern. (Sí o No) (*DISPLÀSIA*) (101) (Figura 30).

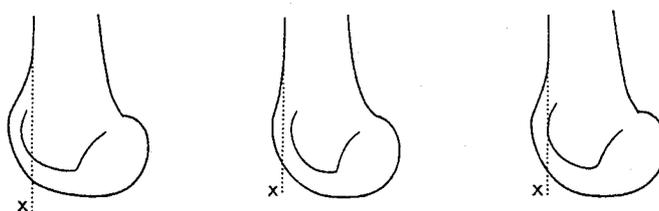


Figura 30: Mesura de la displàsia troclear.

- Angle que formen els dos vessants troclears mesurat a la radiografia axial (graus) (*ASULCUSE*) (Figura31).

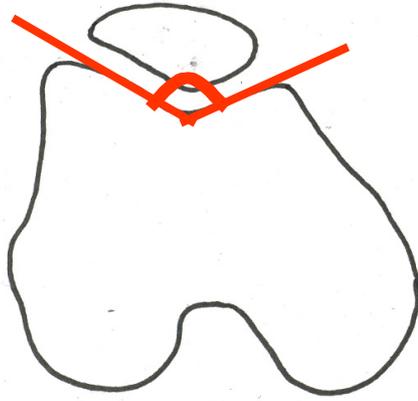


Figura 31: Medició dels vessants troclears.

- Quocient de la longitud del sulcus de la tròclea del fèmur distal mesurat a l'axial de la ròtula (*TROCLI/E*) (Figura 32).

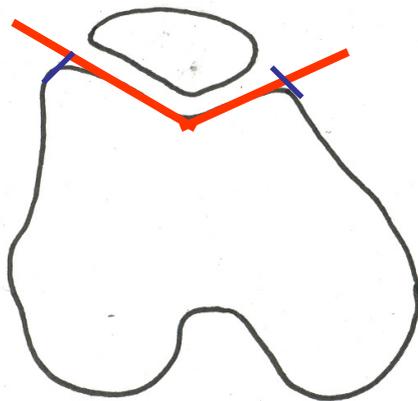


Figura 32: Medició del quocient del sulcus troclear.

- Angle d'obertura de les facetes de la ròtula (graus) (*AAPERFAC*) (Figura 33).

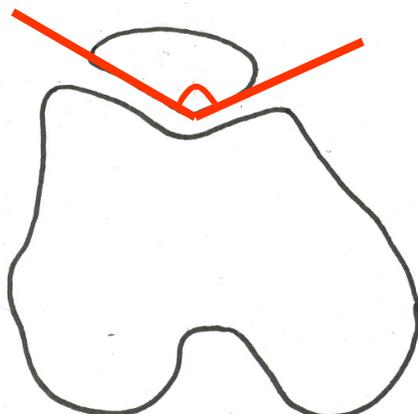


Figura 33: Medició de l'angle d'obertura de les facetes rotulianes.

- Quocient de la longitud de les facetes rotulianes: (*VI/VE*) (Figura 34).

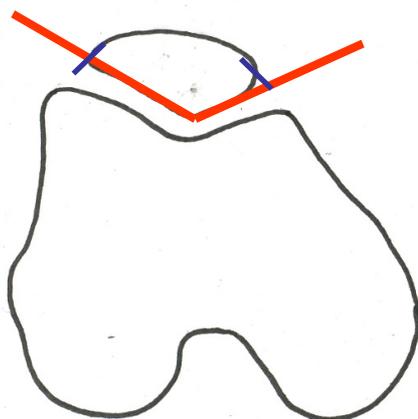


Figura 34: Medició del quocient de les facetes rotulianes.

- Morfotip de la tibia (qualitatiu). Es traça una recta que va del centre de les espines tibials al punt mig del piló tibial. Si la línia contacta o sobrepassa la cortical externa parlem de tibia valga i si passa el mateix amb la cortical interna parlem de tibia vara (*Varus, Valgus, Normoaxat*) (*TIBIA*).
- Espai articular del compartiment fèmoro-tibial intern mesurat a la radiografia de Fick en càrrega (mm) (*FICKESPAIINTPOST*).
- Espai articular del compartiment fèmoro-tibial extern mesurat a la radiografia de Fick en càrrega (mm) (*FICKESPAIEXTPOST*).

- Valoració qualitativa de l'existència de signes artròsics a l'intercòndil. Valorat a la projecció del Fick en càrrega al postoperatori segons la situació del signe artròsic. (0: no, 1: espina interna, 2: espina externa, 3: osca interna, 4: osca externa, 5: artrosi evolucionada o politòpica (*OSTEOFIT*)).
- Artrosi fèmoro-patel·lar al postoperatori: definit per la presència d'osteòfits a la faceta externa així com esclerosi subcondral, geodes adjacents a l'articulació o pinçament articular (Sí o No) (*ARTFP*).
- Artrosi al compartiment intern: disminució de l'espai a la interlínia interna inferior a 5 mm mesurat a la projecció de Fick en càrrega (Sí o No) (*ARTIINT*).

2.7.4. Variables referents a l'osteotomia (10 variables) (Figura 35)

- Angulació de l'osteotomia respecte l'eix anatòmic de la tibia (graus) (*OTANT*) (1).
- Angulació de l'osteotomia respecte la cortical posterior, a la radiografia de perfil (graus) (*OTPERFIL*) (2).
- Distància entre la interlínia i l'osteotomia a la vora externa, a la radiografia de front (mm) (*OT1*) (3).
- Distància entre la interlínia i l'osteotomia a la vora interna, a la radiografia de front (mm) (*OT2*) (4).
- Distància entre la interlínia i l'osteotomia pel marge anterior a la radiografia de perfil. Representaria un fals efecte Maquet ja que la tuberositat anterior de la tibia parteix d'una posició negativa i amb la intervenció es reposa a la seva posició anatòmica normal (mm) (*OT3*) (5).
- Distància entre la interlínia i l'osteotomia pel marge posterior a la radiografia de perfil (mm) (*OT4*) (6).
- Graó existent entre les dues vores de l'osteotomia (superior i inferior) mesurat a la cortical anterior (mm) (*TRASLACANT*) (7).
- Graó existent entre les dues vores de l'osteotomia (superior i inferior) mesurat a la cortical posterior (mm) (*TRASLACPOST*) (8).
- Tipus d'osteosíntesi utilitzada per a realitzar la fixació de l'osteotomia (grapes): a: recta, b: angulada, c: esglaonada, d: grapa de Cabot. (Possibles combinacions entre elles: 1:a, 2:b, 3:c, 4:d, 5:cc, 6:ac, 7:bc) (*GRAPES*).

- Osteotomia del peroné (al cap del peroné, al 1/3 mig consolidada, al 1/3 mig en pseudoartrosi) (*PERONE*).

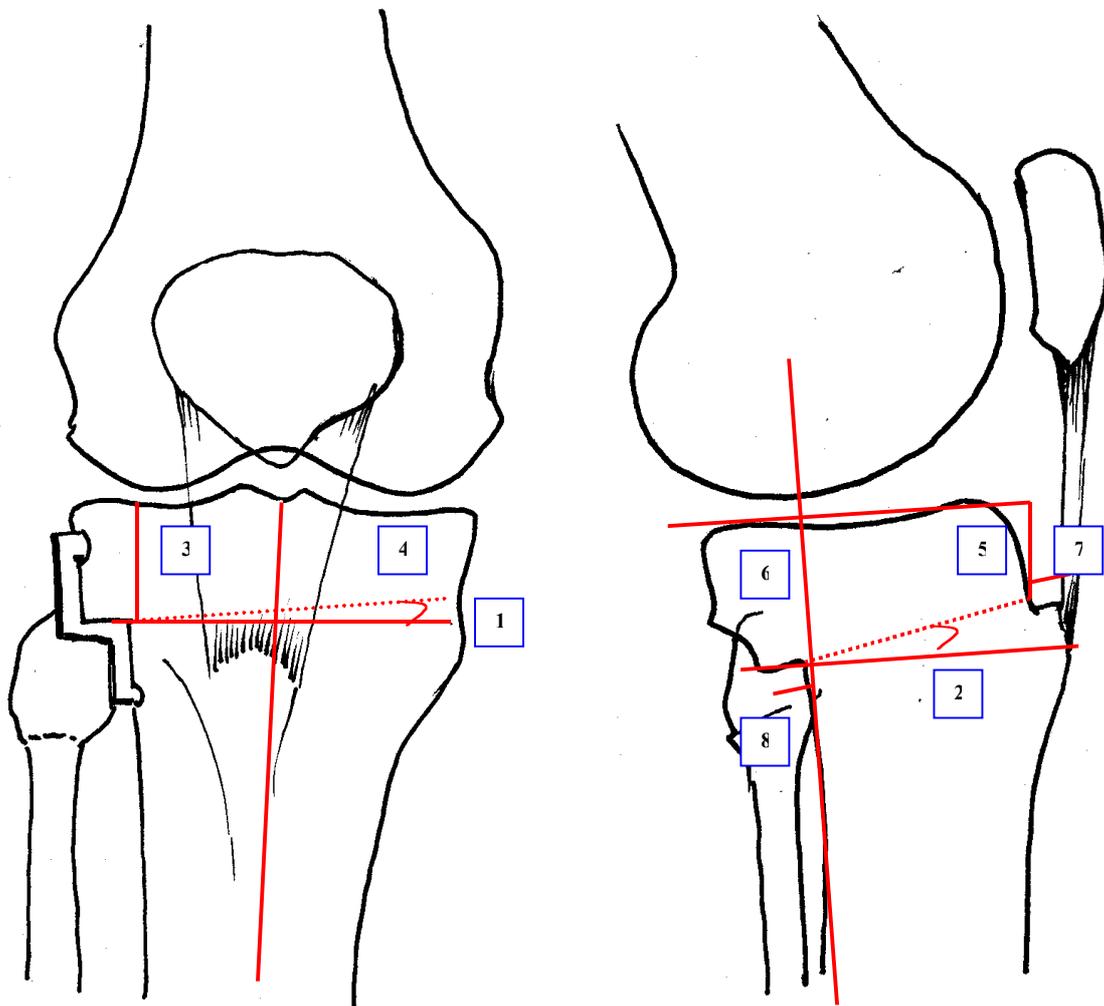


Figura 35: Medició de l'osteotomia realitzada.