

# La tissue sparing surgery computer assistita nel trattamento degli esiti artrosici delle fratture del piatto tibiale

N. Confalonieri\* - A. Manzotti\* - C. Chemello°

\* 1° Struttura Complessa di Ortopedia

Ospedale CTO - Istituti Clinici di Perfezionamento - Dir. Dott. N. Confalonieri

° Università degli studi di Padova

Scuola di Specializzazione in Ortopedia e Traumatologia - Dir. Prof. R. Aldegheri

## Introduzione

Razionalmente, appare scontato che le fratture che coinvolgono articolazioni sottoposte a carico, possono predisporre, più facilmente, all'instaurarsi di una degenerazione artrosica delle superfici articolari, anche se, alcuni report, presenti in letteratura, hanno ipotizzato che ciò sia ancora tutto da dimostrare.

Nell'ambito delle fratture del piatto tibiale, tuttavia, studi recenti hanno evidenziato come tale predisposizione sia effettiva, con un'incidenza, addirittura, suggerita di oltre il 20%, soprattutto a follow-up lunghi, ma che in realtà non si spingono mai oltre i 15 anni, facendo ipotizzare che questa incidenza sia ancora maggiore, qualora si effettuassero studi a follow-up più lunghi (1,2). Volpin et al., nel 1990 in uno studio retrospettivo con un follow-up di 14 anni, ha riportato una incidenza del 23%, senza una diretta correlazione con la tipologia della frattura (2). Honkonen et al., nel 1995 hanno sottolineato, in accordo ad altri autori, come questa incidenza sia notevolmente più alta in paziente anziani, suggerendo un'incidenza del 44%, in pazienti con età superiore ai 60 anni (1), accreditando quanto già ipotizzato da Moskowitz et al. nel 1972, ossia di una maggiore "suscettibilità" cartilaginea nei pazienti meno giovani, nei quali la frattura giocava un ruolo di acceleratore (3).

Altresì non esistono studi in letteratura che dimostrino una corrispondenza diretta tra l'evoluzione artrosica ed il tipo di trattamento effettuato, ma, generalmente, diversi autori sono concordi che la qualità di ripristino delle superfici articolari, possa rappresentare un

"key-point" nell'evoluzione artrosica della frattura, ovviamente, associata ad un corretto ripristino dell'asse, della stabilità articolare e della precoce funzione articolare (4). Inoltre, nessuna correlazione è stata provata riguardo a sede/tipo di frattura e l'incidenza di artrosi, evidenziando solo un'influenza dell'entità del trauma, ossia in traumi ad alta energia, probabilmente, anche per l'associata compromissione dei tessuti molli, sull'incidenza di artrosi post-traumatica.

Nell'ambito dei possibili trattamenti chirurgici, l'approccio protesico emerge come l'indicazione più razionale nel trattamento degli esiti artrosici delle fratture del piatto tibiale (5,6,7). Rivisto, però, alla luce delle nuove metodiche di chirurgia ricostruttiva articolare, accompagnate dalle innovazioni tecnologiche, quali la chirurgia computer assistita.

Questa ricerca di nuove soluzioni, sia chirurgiche sia tecnologiche, appare, infatti, ancora più giustificata nella chirurgia protesica negli esiti traumatici del piatto tibiale, anche alla luce dei risultati non certo esaltanti, fin'ora riportati, con tecnica tradizionale. Weiss et al nel 2003 ha evidenziato, in una serie di 62 pazienti, sottoposti a PTG, in seguito ad esiti di frattura del piatto tibiale, una percentuale di complicazioni, che si aggira intorno al 36% (7). Roffi et al., hanno evidenziato come l'outcome di questi pazienti, non sia certo paragonabile a protesi eseguite in artrosi primaria (8). Lonner et al. ha, successivamente, sottolineato come la percentuale di outcomes soddisfacenti si aggirino, nella sua esperienza a non più del 70%, ma con un aumento importante di complicazioni post-operatorie quali: problemi

nella guarigione dei tessuti molli, rigidità post-operatoria ed infezioni. Senza contare quelle intra-operatorie, quali la rottura dell'apparato estensorio in seguito a gesti chirurgici altamente invasivi (9). Tutti gli autori concordano, quindi, nel sottolineare la necessità di sistemi di posizionamento accurati, chirurghi esperti e spesso la necessità di impianti da revisione.

Rimane evidente, perciò, dai dati presenti in letteratura, come gli esiti delle fratture compartimentali o bi-monocompartimentali trattati o non, chirurgicamente, siano spesso candidati ideali per essere sottoposti a protesi totale di ginocchio (5,6,7). Ma, a fronte dei risultati riportati, con questi impianti tradizionali, esistono però situazioni in cui, considerata l'età del paziente, l'esclusiva localizzazione ad 1 o 2 compartimenti della deformità-artrosi e l'assenza di lesioni legamentose importanti, anche i più esperti chirurghi ortopedici, avanzano perplessità, riguardo ad un utilizzo di una protesi totale, rimanendo però, altresì scettici, di fronte a qualsiasi altra soluzione chirurgica mini-invasiva quali debridment artroscopici o correzioni delle eventuali deformità intra-articolari.

Come già accennato, seguendo il concetto di Tissue Sparing Surgery, in questi ultimi anni, si è assistito ad una riscoperta di protesi meno invasive, sia da un punto di vista chirurgico sia da un punto di vista biomeccanico, quali la protesi monocompartimentale del ginocchio (10,11,12), dimostrandone un'estrema efficacia, nelle corrette indicazioni (13,14).

A tutto ciò, va associato un evidente risparmio della spesa sanitaria, vantaggio non ultimo in tema di gestione delle risorse economiche. Anzi, oggi, il pericolo è opposto, un'apertura indiscriminata delle indicazioni, stimolati da risultati esaltanti, a breve termine, ricoveri abbreviati e DRG favorevoli (15).

Nell'ambito della nostra esperienza, abbiamo quindi ritenuto applicabile il concetto di protesi mono e bi-monocompartimentale, anche in casi clinici selezionati, in età e patologia, riconducibili ad esiti di frattura del piatto tibiale, ritenendo l'indicazione terapeutica sovrapponibile a quella classica di artrosi monocompartimentale e, spesso, associando l'utilizzo della navigazione, quale importante aiuto nella gestione intra-operatoria di questi casi.

### Mini impianti nella chirurgia protesica di ginocchio in esiti traumatici del piatto tibiale

A nostro giudizio, nell'approccio degli esiti artrosici delle fratture del piatto con mini-impianti, è fondamentale, guardare alle regole ed indicazioni attuate nelle artrosi primarie.

Per quanto riguarda la protesi monocompartimentale, essa ha ormai assunto un ruolo ben preciso nella chirurgia del ginocchio. Le casistiche, riportate in letteratura, con queste indicazioni, sono molto incoraggianti anche se non esistono lavori riguardanti al suo utilizzo in esiti traumatici, con ampie casistiche e lunghi follow-up. Ad ogni modo, in letteratura nell'artrosi primaria sono riportate curve di sopravvivenza superiori al 90%, con follow-up ormai di lungo termine, sovrapponibili a quelle delle totali. Ciò è valido sia per impianti mediali che per i comparti laterali, meno frequenti e con meno "reports" in letteratura, fino ad alcuni anni fa (13,14).

I risultati attuali, pertanto, smentiscono le prime pubblicazioni che descrivevano insuccessi, oltre il 35%, anche se, tutti quegli autori concor-

davano nell'individuare, quale principale causa, la scorretta selezione dei pazienti e difficoltà di tecnica chirurgica (16,17,18,19).

Nel 2009, Newman et al., hanno riportato, in uno studio prospettico randomizzato di 102 ginocchia, dove sono state impiantate protesi totali (Kinematic) o protesi monocompartimentali (St George Sledge), gli stessi risultati precoci migliori, per le protesi mono, anche dopo 15 anni (20).

Rimangono comunque comuni le cause di fallimento per errori di tecnica chirurgica: imperizia, scorretta correzione delle deformità assiali, cattivo allineamento delle componenti protesiche, errori nella cementazione, utilizzo di polietilene con spessore insufficiente.(17).

Per tutte queste ragioni, la curva di apprendimento, rispetto ad altre metodiche, risulta più lunga e spesso scoraggia il chirurgo. Forse, negli esiti di frattura, in cui è necessaria la correzione di deformità intra-articolari, quali lo slope, essa appare ancora più "demanding".

Ma, la soddisfazione che la maggioranza dei pazienti esprime, durante i controlli ambulatoriali, a distanza di tempo, associata alla constatazione

della completa mobilità articolare, del recupero dell'asse anatomico, della stabilità in varo-valgo, dell'assenza del dolore e della zoppia, della facilità nell'alzarsi dalla sedia, nel salire le scale, della possibilità, persino, di correre e saltare, da parte dei più giovani (anche se sconsigliato), dovrebbe indurre ad un maggior utilizzo (19). Ancora più recentemente, Dalury et al. hanno presentato i risultati di un gruppo di pazienti in cui, in un ginocchio era stata impiantata una protesi monocompartimentale e, dall'altro, una protesi totale. Metà dei pazienti analizzati mostravano una preferenza per la monocompartimentale e, nessuno, per la totale (21).

A tutt'oggi, l'artrosi femoro-tibiale mediale e laterale è trattata, nel mondo, con una protesi totale, nell'80% dei casi, sacrificando, spesso, anche il legamento crociato posteriore.

C'è da dire che, la conservazione dei due legamenti crociati, nell'artroprotesi totale di ginocchio è un sogno antico ed era stata presa in considerazione, già dai primi impianti (non a cerniera), alla fine degli anni 60.

In uno studio dell'analisi del passo, effettuato da Andriacchi et al., la flessione del ginocchio risultava normale, nei casi di artroprotesi con risparmio di ambedue i legamenti crociati (22).

Ugualmente, Stiehl et al. (23), hanno mostrato che la ritenzione dei due legamenti crociati in TKR, solitamente, presenta un roll-back posteriore del femore, fisiologico, durante la flessione massima del ginocchio, in accordo con la cinematica normale, in tutto il range di movimento. Malgrado ciò, i primi risultati, riportati nella letteratura, erano quasi sempre scarsi, presentando maggiori percentuali di insuccessi, rispetto agli impianti tradizionali. Lewallen et al. (24) ha riportato, in uno studio con follow-up di 10 anni, con TKR policentrico, con i due crociati, soltanto il 66% di sopravvivenza. Più di recente, sono stati introdotti nuovi modelli, associati a diverse tecniche chirurgiche. Cloutier et al. (25) nel 1991 presenta una percentuale di successo del 96%, con un follow-up che va da nove ad undici anni, con impianti di risparmio bicrociato.

La protesi bi-monocompartimentale femoro-tibiale rappresenta, forse, il più rivoluzionario concetto apparso o meglio rivalutato, in questi ultimi anni, nell'ambito della chirurgia protesica del ginocchio. Essa è basata su una "ricostruzione compartimentale o bi compartimentale" con protesi più piccole, meno aggressive, mono, bimonoco, femoro rotulee, spesso in associazione, con un'indicazione ideale per l'artrosi post-trau-

matica nel giovane-adulto, con apparato legamentoso indenne (26)

I benefici di questa tecnica, comparata alla TKR, includono un maggiore risparmio tessutale (osseo), minor danno chirurgico e una revisione più facile, fondamentale, in pazienti giovani. Studi recenti (10,26,27), dimostrano un comportamento biomeccanico delle protesi a risparmio del LCA, mono e bimonoco, più vicino al ginocchio normale con risultati funzionali superiori alla TKR, senza nessuna progressione dell'osteoartrosi.

Le stesse aziende, ormai, considerano la protesi bimonocompartimentale come parte del loro bagaglio di impianti, offerti al chirurgo ortopedico, proponendo modelli completamente innovativi. Ad esempio, una protesi mono e femoro rotulea unite insieme per protesizzare le ginocchia con artrosi limitata al comparto anteromediale + femoro-rotulea, mantenendo però intatto il comparto laterale ed il pivot centrale.

### Razionale della navigazione nella chirurgia protesica di ginocchio in esiti traumatici

È fondamentale sapere che, la chirurgia protesica del ginocchio necessita di una visione del complesso articolare, considerando, non solo le strutture anatomiche, ma le forze muscolari ed i vincoli legamentosi. È stato, infatti, sottolineato come, intra-operatoriamente, l'utilizzo di strumenti intra od extrarticolari, guide di tagli che non considerino, correttamente, le premesse sopracitate, possano portare, sia a significativi errori nella ricostruzione dell'asse meccanico degli arti inferiori, sia a scorretti bilanciamenti legamentosi articolari, in grado di inficiare la funzionalità dell'impianto, nonché la sua sopravvivenza (28,29). Tali situazioni, altamente valide per impianti in artrosi primaria, sono, ovviamente, ancora più valide, in esiti traumatici. Spesso, la presenza di mezzi di sintesi impedisce l'utilizzo di strumenti endomidollari, l'anatomia è alterata in modo difficile da ricostruire, anche solo per un planning pre-operatorio, oppure, il danno all'"envelope" legamentoso è così marcato, da costringere il chirurgo ad utilizzare impianti "constrained" molto invasivi, spesso a loro volta responsabili di chirurgie ad alto rischio di complicanze.

Mediamente, la sopravvivenza, descritta in letteratura, delle attuali protesi di ginocchio, si aggira tra il 80 ed il 95%, a 10 anni (30). Tuttavia, diversi autori hanno sottolineato come questa

percentuale scenda, significativamente, qualora vi sia un errore nell'allineamento. Jeffrey et al. hanno dimostrato che la percentuale di mobilizzazione delle protesi di ginocchio, dopo 12 anni, saliva dal 3% al 24%, nei casi di allineamenti peggiori di 4° (29). Associato a ciò, altri autori hanno dimostrato come anche instabilità legamentose possano aumentare la percentuale di revisioni al 27% (16).

Tutti questi dati, ovviamente, sono ancora più consistenti, in casi complessi, come appunto negli esiti di fratture del piatto tibiale, in cui, spesso, al già pregiudicato allineamento dell'arto, in seguito al trauma, sono da aggiungere situazioni articolari con compromissione del bone stock, che certo non aiutano il chirurgo nel posizionamento di impianti bene allineati, secondo un asse meccanico ideale, affidandosi, anche in questo caso, all'utilizzo di lunghi stems, spesso cementati (5,6,7,31).

Alla luce di queste premesse, quali sono i principali obiettivi della navigazione assistita, nella chirurgia protesica di ginocchio, in questi casi complessi? Analogamente ai casi più semplici, il primo obiettivo, più ovvio, è la determinazione dell'asse meccanico dell'arto, in relazione al quale, vengono eseguiti tutti i tagli delle superfici articolari, a cui il chirurgo può rapportarsi, durante tutto l'intervento chirurgico, per un corretto posizionamento dell'impianto. Grazie al riferimento del computer, il chirurgo è in grado, infatti, di sapere, durante tutte le fasi dell'intervento, come rapportarsi ad un allineamento ideale, in relazione anche al range of motion, e con un continuo feedback di verifica, anche in casi in cui, i reperi tradizionali, sono meno evidenti. Tale allineamento ideale è identificato dal computer, ma non vincolante per il chirurgo, con un asse meccanico dell'arto di 0°, uno slope femorale a 90°, rispetto l'asse femorale distale (4-5° di flessione rispetto all'asse meccanico dell'arto inferiore) ed uno slope tibiale a 0°. Mentre, nel piano frontale, sia la componente femorale sia quella tibiale, dovrebbero essere allineate a 90° rispetto all'asse meccanico. La rotazione ideale della componente femorale esce da un complesso calcolo, basato sul bilancio legamentoso in flessione, sull'asse epicondolare, sulla linea di Witherside, sulla linea dei condili posteriori e sul bone morfining dell'epifisi distale del femore (32,33,34).

È possibile inoltre avere un continuo feedback sulla taglia ideale dell'impianto, in modo di potere avere la possibilità di variarla, per un miglior bilancio, in flessione ed estensione. È

possibile ottimizzare il taglio osseo, asportando solo l'osso necessario, consentendo, quindi, di risparmiare sulla necessità di augmentations/wedges, lasciando spazio ad impianti meno invasivi (35,36).

Ulteriori obiettivi possibili, con i sistemi di navigazione più moderni, sono un bilancio legamentoso dei tessuti molli in estensione e flessione attivo, e non semplicemente legato ai tagli ossei od al differente posizionamento della protesi. Ciò grazie a tensori, dotati di sensori identificabili dal computer e, i cui dati, sono integrati dal software nella pianificazione dell'intervento (37,38).

### Nostra esperienza

Dal settembre 1999 abbiamo sottoposto ad intervento di protesi monocompartimentale e bi-monocompartimentale, in esiti di frattura del piatto tibiale, 24 pazienti (13 protesi mono e 11 bi-mono). La frattura del piatto tibiale, all'origine, era classificabile secondo la classificazione di Schatzker come: tipo I in 8 casi, tipo II in 10 casi, tipo III in 4 casi, tipo IV in 1 caso, e tipo 5 in 1 caso. Tutti pazienti erano stati sottoposti a numerosi interventi chirurgici (rimozione mezzi di sintesi, artroscopie, ecc.) con una media di 1,9 interventi/paziente. Pre-operatoriamente, non erano presenti deformità degli arti inferiori in varo-valgo maggiori di 15° e gli esami clinici e strumentali escludevano lassità a carico del legamento crociato anteriore.

L'età media era di 53,4 anni (range: 40-68), in 10 casi è stato trattato il ginocchio sinistro, in 14 il destro. In tutti casi, l'approccio chirurgico è stato effettuato considerando i pregressi esiti cicatriziali, utilizzando un nuovo accesso (pararotuleo anteriore con artrotomia mediale) solo per gli impianti bi-monocompartimentali, sempre in campo esangue, grazie all'uso di un tourniquet. Le protesi sono sempre state fissate, utilizzando cemento con antibiotico, inoltre, è sempre stato posizionato un drenaggio in aspirazione, rimosso dopo 48 ore, Post-operatoriamente, è stato utilizzato un identico protocollo riabilitativo, basato su di carico precoce, non appena tollerato dai pazienti. Pre-operatoriamente, ed all'ultimo follow-up, tutti i pazienti sono stati valutati da 2 chirurghi ortopedici non coinvolti nell'intervento chirurgico. Per la valutazione è stata utilizzata una scheda a punti (GIUM score), appositamente creata per la valutazione di questo tipo di impianto protesico, ideata dal Gruppo Italiano

Utilizzatori Protesi Monocompartimentali, ed utilizzata, ormai, internazionalmente. Questa scheda è altamente selettiva, in quanto formata sia da punteggi negativi sia da positivi. Essa, inoltre, identifica 4 categorie di risultati: normale (tra i 100 ed i 76 punti), quasi normale (tra i 75 ed i 51 punti), anormale (tra i 50 ed i 26 punti) e cattivo (tra i 25 e 0 punti). Il follow-up medio è stato di 5.8 anni (range: 1-9).

Intra-operatoriamente, abbiamo utilizzato la navigazione come sistema di allineamento e bilancio legamentoso in tutti i casi di protesi bimonocompartimentale (Fig 1a-1b, Fig 2a-2b-2c) ed in 4 casi di protesi monocompartimentale (fig 3a-3b, fig 4a-4b) avvalendosi di sistemi Orthopilot e BrianLab. In 20 casi abbiamo dovuto ricorrere all'utilizzo di cemento di calcio-fosfato (Norian

SRS) per colmare perdite ossee del piatto tibiale (tipo 1 e 2 sec Engh) e i fori lasciati dai mezzi di sintesi (39). In 1 caso abbiamo registrato una frattura intraoperatoria del piatto tibiale trattata con osteosintesi mediante una vite, senza alcuna conseguenza nel posizionamento della protesi monocompartimentale e nel risultato finale. Il GIUM score preoperatorio era di 42 punti (28-60) mentre all'ultimo follow-up esso era salito a 77 (48-95) punti (40,41). Abbiamo ottenuto 9 risultati normali, 13 quasi normali, 1 risultato anormale (una bi-mono dolente ma che non vuole essere rioperata) ed 1 caso cattivo (protesi mono mediale dolente in maniera aspecifica con problema persistente dopo revisione con totale). All'ultimo controllo, nessun impianto mostrava, radiologicamente, segni di mobilitazione e tutti i pazienti erano ritornati ad una normale vita sociale.



A



B

Fig 1a-1b - Esiti di frattura piatto tibiale in paziente di 50 aa.



A



B



C

Fig. 2a-2b-2c - Radiografia di controllo a 4 anni di follow-up



Fig. 3a-3b - paziente di 49 aa affetta da gonartrosi monocompartimentale in esiti progressiva sintesi chirurgica.

## Conclusioni

In questi ultimi anni, la chirurgia protesica ha rivolto il suo interesse verso una chirurgia sempre meno invasiva, in grado di portare all'utilizzo di "small implants", potenzialmente risparmiatori dei tessuti più importanti del ginocchio (classificazione di Bizzozzero) (42), offrendo così una biomeccanica articolare, il più normale possibile (10,11,12,26,40,41). Tutta un'altra cosa, rispetto alla minincisione, propugnata dagli americani, per posizionare protesi totali, magari a sacrificio del LCP, ed ottenere una cicatrice cutanea più corta, rischiando, però, tutti i pericoli di una chirurgia attraverso il buco della serratura.

Negli esiti di fratture del piatto tibiale la letteratura ha, fino ad ora, evidenziato l'alta percentuale di complicazioni e la necessità di impianti tradizionali e, spesso, molto invasivi (5,6,7,8,9). Tuttavia, proprio in questo ambito, le indicazioni all'utilizzo dei piccoli impianti possono, a nostro giudizio, essere estese a pazienti selezionati, gio-

vani con artrosi mono-bimonocompartimentale, frutto di traumi, con necessità di un recupero funzionale il più possibile simile al normale. Analogamente, anche pazienti anziani, in esiti traumatici, con spesso associate comorbidity quali diabete od insufficienza venosa, avrebbero necessità di impianti meno invasivi, in grado di esporli meno alle comuni complicanze, descritte in letteratura. L'utilizzo, poi, della navigazione potrebbe consentire al chirurgo un controllo continuo su tutto l'atto chirurgico, ricevendo dati preziosi, in grado di consentire al chirurgo di ritornare ad un impianto tradizionale, qualora fosse necessario. Quindi, anche alla luce della nostra esperienza, in casi selezionati la protesi monocompartimentale e bimonocompartimentale può rappresentare una valida alternativa alla protesi totale, grazie proprio alle sue caratteristiche di mini-invasività, offrendo al chirurgo ortopedico la possibilità di trattare deformità intrarticolari, localizzate ad un solo compartimento, nel rispetto complessivo della biomeccanica articolare.

**A****B**

**Fig. 4a-4b** - Radiografia di controllo a 4 anni di follow-up dopo rimozione mezzi di sintesi e protesi mono-compartmentale.



## BIBLIOGRAFIA

1. Honkonen SE. Degenerative arthritis after tibial plateau fractures. Journal of Orthopaedic Trauma. 1995; ; 9(4): 273-7.
2. Volpin G, Dowd GS, Stein H, Bentley G. Degenerative arthritis after intra-articular fractures of the knee. Long-term results. The Journal of Bone and Joint Surgery Br. 1990 Jul; 72(4): 634-8.
3. Moskowitz RW, Kelly MA, Lewallen DG. Understanding osteoarthritis of the knee-causes and effects. American Journal of Orthopaedic. 2004 Feb; 33(2 Suppl): 5-9.
4. Gausewitz S, Hohl M. The significance of early motion in the treatment of tibial plateau fractures. Clinical Orthopaedic and Related Research. 1986 Jan; (202): 135-8.
5. Nau T, Pfliegerl E, Erhart J, Vecsei V. Primary total knee arthroplasty for periarticular fractures. Journal of arthroplasty 2003 Dec; 18(8): 968-71.
6. Gerich T, Bosch U, Schmidt E, Lobenhoffer P, Krettek C. Knee joint prosthesis implantation after fractures of the head of the tibia. Intermediate term results of a cohort analysis. Unfallchirurgische 2001 May; 104(5): 414-9.
7. Weiss NG, Parvizi J, Hanssen AD, Trousdale RT, Lewallen DG. Total knee arthroplasty in post-traumatic arthrosis of the knee. Journal of Arthroplasty. 2003 Apr; 18 (3 Suppl 1): 23-6.
8. Roffi RP, Merritt PO. Total Knee replacement after fractures about the knee. Orthopaedic review 1990 Jul; 19(7): 614-20.
9. Lonner JH, Pedlow FX, Siliski JM. Total knee arthroplasty for post-traumatic arthrosis. Journal of Arthroplasty. 1999 Dec; 14(8): 969-75.
10. Banks SA, Frely BJ, Boniforti F, Reischmidt C, Romagnoli S. Comparing in vivo kinematics of unicondylar and bi-unicondylar knee replacement. Knee Surgery Sports Traumatologic Arthroscopic 2005; 13: 551-6.
11. Fuchs S, Tibesku CO, Frisse D, Genkinger M, Laab H, Rosemnbbaum D. Clinical and functional of uni and bicondylar sledge prostheses. Knee Surgery Sports Traumatologic Arthroscopic 2005; 13: 197-202.
12. Fuchs S, Tibesku CO, Frisse D, Genkinger M, Laab H, Rosemnbbaum D. Proprioceptive functional, clinical results and quality of life after unicondylar sledge prostheses. American Journal of Physical medicine and rehabilitation 2002; 81: 478-482.
13. Eickmann TH, Collier MB, Sukezaki F, McAuley JP, Engh GA. Survival of medial unicondylar arthroplasties placed by one surgeon 1984-1998. Clinical Orthopaedic and Related Research 2006 Aug; 17: 167-175.
14. Swienckowski JJ, Pennington DW. Unicompartment knee replacement in patient sixty years of age or younger. The Journal of Bone and Joint Surgery 2004 Sep; 86-A Suppl 1(Pt2): 131-42.
15. Beard DJ, Murray DW, Rees JL, Price AJ, Dodd CAF Accelerated recovery for unicompartmental knee replacement – a feasibility study. The Knee 2002; 9: 221-224.
16. Fehring TK, Odum S, Griffin WL, Mason JB, Nadaud M. Early failures in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2001 Nov; (392): 315-8.
17. Bohm I, Landsiedl F. Revision surgery after failed unicompartmental knee arthroplasty: a study of 35 cases. Journal of Arthroplasty 2000 Dec; 15 (8): 982-9.
18. Newman JH, Achroyd CE, Shah NA Unicompartmental total knee replacement. Five year results of a prospective, randomised trial of 102 osteoarthritis knees with a unicompartmental arthritis. The Journal of Bone and Joint Surgery (Br) 1998; 80B: 862-865.
19. Weale AE, Halabi OA, Jones PW, White SH. Perceptions of out-comes after unicompartmental and total knee replacements. Clinical Orthopaedic 2001; 382: 143-153.
20. Newman J, Pydisetty RV, Ackroyd C. Unicompartmental or total knee replacement: the 15-year results of a prospective randomised controlled trial. J Bone Joint Surg Br. 2009 Jan; 91 (1): 52-7.
21. Dalury DF, Fisher DA, Adams MJ, Gonzales RA. Unicompartmental knee arthroplasty compares favourably to total knee arthroplasty in the same patient. Orthopedics 2009 Apr; 32(4).
22. Andriacchi T.P., Galante J.O.: "The influence of TKR design on walking and stair-climbing" The Journal of Bone and Joint Surgery 1998; 64A, 1328-1335.

23. Stiehl JB, Komistek RD, Cloutier JM, Dennis DA The cruciate ligaments in total knee arthroplasty: a kinematic analysis of 2 total knee arthroplasties. *Journal of Arthroplasty* 2000; 15: 545–550.
24. Lewallen DG, Bryan RS, Peterson LF Polycentric total knee arthroplasty. A ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg* 1984; 66: 1211–1218.
25. Cloutier JM, Sabouret P, Deghrar A Total knee arthroplasty with retention of both cruciate ligaments. A nine to elevenyear follow-up study. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1999; 81: 697–702.
26. Confalonieri N., Manzotti A., Montironi F., Pullen C. “Tissue Sparing Surgery (TSS) in Knee Reconstruction: Unicompartamental (UKA), Patellofemoral (PFA), UKA + PFA, Bi-Unicompartamental (Bi-UKA) Arthroplasties” *Journal of Orthopaedics and Traumatology* 2008; Vol. 9(3) 171-177 Sept.
27. Confalonieri N, Manzotti A, Cerveri P., De Momi Bi-Unicompartamentale versus Total Knee arthroplasty: a Matched paired study with early clinical results. *Arch Orthop Trauma Surg*.2008; 713–718.
28. Rand JA, Coventry MB. The accuracy of femoral intramedullary guides in total knee arthroplasty. *Clinical Orthopedic* 1988; 232: 168-173.
29. Jeffery RS, Morris RW, Denham RA. Coronal alignment after total knee replacement. *The Journal of Bone and Joint Surgery Br.* 1991 Sep; 73(5): 709-14.
30. Lonner JH Minimally invasive approaches to total knee arthroplasty: results. *Am J Orthop* 35: 27–33 bone-sparing technique. *Surg Technol Int* 2006; 11: 282–286.
31. Buechel FF. Knee arthroplasty in post-traumatic arthritis. *The Journal of Arthroplasty* 2002 Jun; 17 (4 Suppl 1): 63-8.
32. Jenny JY. The history and development of computer assisted orthopaedic surgery *Orthopade.* 2006; Oct: 35(10): 1038-42. Review.
33. Mason JB, Fehring TK, Estok R, Banel D, Fahrback K. Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty.* 2007; Dec: 22(8): 1097-106. Review.
34. Confalonieri N., Manzotti A. et al. “Computer assisted technique versus intra and extramedullary alignment systems in TKR: a radiological comparison” *Acta Orthopedic. Belg* 2005; 71(6): 1-7.
35. Confalonieri N, Manzotti A, Pullen C, Ragone V. Mini-incision versus mini-incision and computer-assisted surgery in total knee replacement: a radiological prospective randomised study. *Knee.* 2007 Dec; 14(6): 443-7.
36. Confalonieri N, Manzotti A. Mini-invasive computer assisted bi-unicompartamental knee replacement. *Int J Med Robot.* 2005 Dec; 1(4): 45-50.
37. Swank ML, Alkire M, Conditt M, Lonner JH Technology and cost-effectiveness in knee arthroplasty: computer navigation and robotics. *Am J Orthop.* 2009 Feb; 38(2 Suppl): 32-6.
38. Casino D, Zaffagnini S, Martelli S, Lopomo N, Bignozzi S, Iacono F, Russo A, Marcacci M. Intraoperative evaluation of total knee replacement: kinematic assessment with a navigation system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 Apr; 17(4): 369-73.
39. Manzotti A, Confalonieri N, Pullen C. Grafting of tibial bone defects in knee replacement using Norian skeletal repair system. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2006; 126: 594-598.
40. Manzotti A, Confalonieri N, Pullen C. Unicompartamental versus computer-assisted total knee replacement for medial compartment knee arthritis: a matched paired study. *Int Orthop.* Jun 2007; 31(3): 315-9.
41. Confalonieri N, Manzotti A, Pullen C. Navigated shorter incision or smaller implant in knee arthritis? *Clin Orthop Relat Res.* 2007 Oct; 463: 63-7.
42. Mazzarello P, Calligaro AL, Calligaro A (2001) Giulio Bizzozero: a pioneer of cell biology. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2: 776–781.