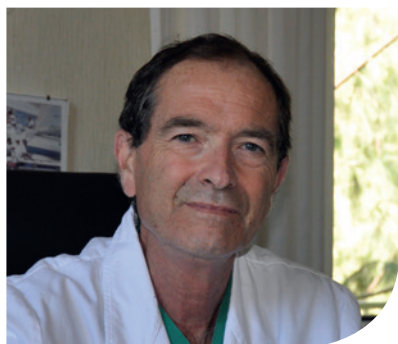




Alessandro Masini (foto)
Federico Maria Sacchetti

Ospedale "Cristo Re", Roma

Il dolore anteriore di ginocchio dopo artroprotesi

Anterior knee pain after total knee arthroplasty

Riassunto

Il dolore anteriore di ginocchio, secondario a problematiche dell'articolazione femoro-rotulea, rappresenta una delle più comuni cause d'insoddisfazione nei pazienti sottoposti a intervento di PTG. Le cause possono essere meccaniche, legate ad erraneo posizionamento delle componenti protesiche, a progressione della malattia artrosica, rotula bassa, necrosi avascolare, clunk rotuleo e iperplasia sinoviale, fratture della rotula e complicanze legate all'impianto rotuleo; oppure possono essere funzionali, legate a ipotonomiotrofia dei vari gruppi muscolari in particolar modo del quadricipite o al valgo dinamico del ginocchio.

Il trattamento del dolore anteriore di ginocchio è riabilitativo nella maggior parte dei casi funzionali, mentre laddove è presente un malposizionamento delle componenti protesiche o un malallineamento meccanico la soluzione consiste quasi sempre nella chirurgia. Il problema della sostituzione rotulea nella prevenzione del dolore anteriore di ginocchio è ancora irrisolto in quanto la sua esecuzione o meno fornisce uguali risultati a distanza e ugual tasso di complicanze.

Parole chiave: dolore anteriore di ginocchio, protesi di ginocchio, instabilità rotulea, malallineamento rotuleo

Summary

Anterior knee pain after TKA is one of the most common complications. AKP could be caused by mechanical and functional conditions. Mechanical conditions are correlated with incorrect positioning of prosthetic components, patella baja, progression of patellar arthritis, avascular necrosis, patellar clunk and sinovial hiperplasia, patellar fractures, patellar resurfacing complications. Functional conditions are generally due to quadriceps and muscular disfunctions and weakness or to dynamic valgus of the knee.

Treatment of AKP often consist in rehabilitative solutions in almost all cases without components malpositioning or maltracking in which surgical procedures are needed.

Resurfacing patella to prevent AKP remain an unsolved problem due to similar results in follow up and complications rate.

Key words: anterior knee pain, total knee replacement, patellar instability, patellar maltracking

Indirizzo per la corrispondenza:

Alessandro Masini

Ospedale "Cristo Re"

00167 Roma

E-mail: alemasini@mclink.it

La Protesi Totale di Ginocchio (PTG) è uno degli interventi più efficaci e con miglior rapporto costo-beneficio della chirurgia moderna ¹, con una sopravvivenza degli impianti di circa il 90% a 10-15 anni, con un tasso di revisione a 1 anno inferiore al 2%, e a 5 anni di circa il 3-6% ². La percentuale di soddisfazione dei pazienti sottoposti al trattamento chirurgico è del 75-90% ³.

Una delle più comuni cause d'insoddisfazione nei pazienti sottoposti a intervento di PTG è il dolore anteriore di ginocchio, secondario a problematiche

dell'articolazione femoro-rotulea, con un'incidenza di circa l'8% ⁴.

L'articolazione femoro-rotulea è una complessa artrodia in cui un elevato stress meccanico, pari a circa 20 volte il peso corporeo, viene distribuito su una superficie di contatto estremamente esigua. Inoltre, il suo corretto funzionamento è strettamente legato al sofisticato meccanismo dell'apparato estensore nel suo insieme ⁵.

Le cause di dolore anteriore di ginocchio sono numerose e possono essere suddivise in:

1. **meccaniche** (instabilità femoro-rotulea, instabilità femoro-tibiale, errori di offset della componente femorale, errori rotazionali della componente femorale o tibiale, rotula bassa, progressione della patologia degenerativa della cartilagine rotulea, necrosi avascolare, clunk rotuleo e iperplasia sinoviale, fratture della rotula, complicanze legate all'impianto rotuleo);
2. **funzionali** (ipotonotrofia del quadricipite e squilibrio dei gruppi muscolari, valgo dinamico) ³.

Cause meccaniche

Instabilità femoro-rotulea

L'instabilità femoro-rotulea è una causa comune di dolore anteriore di ginocchio dopo PTG, infatti, circa l'1% di tutte le revisioni protesiche sono da attribuire a questa complicanza ⁶. L'instabilità femoro-rotulea, comunemente denominata "maltracking", è facilmente diagnosticabile attraverso le proiezioni radiografiche di Marchant che consentono di evidenziare la lateralizzazione o un tilt esterno della rotula, un osteofita rotuleo laterale oppure, molto raramente, una franca lussazione femoro-rotulea.

L'instabilità rotulea può essere causata da un insufficiente bilanciamento dei tessuti molli o da un non corretto posizionamento delle componenti protesiche. Tuttavia, la stabilità rotulea è notevolmente influenzata anche da alcune caratteristiche anatomiche pre-impianto e dal design protesico. Tra le caratteristiche anatomiche che riducono la stabilità ricordiamo un incremento della distanza TT-TG (tibial tubercle-trochlear groove) o rotula alta e il ginocchio valgo. Tra le caratteristiche dell'impianto ricordiamo, invece, la scarsa profondità della troclea protesica, il disegno "piatto" della porzione laterale dello scudo femorale e le protesi con centro di rotazione posteriore ^{7 8}.

Instabilità femoro-tibiale

L'instabilità femoro-tibiale è causata da un eccessivo slope tibiale o da una lesione iatrogena o traumatica degli stabilizzatori posteriori (crociato posteriore, capsula postero-laterale e posteromediale, popliteo) soprattutto negli impianti CR. L'instabilità si manifesta con una sublussa-

zione posteriore in flessione che provoca un incremento dello stress meccanico a carico dell'articolazione femoro-rotulea ⁹.

Errori di offset della componente femorale

L'impianto della componente femorale con un "offset anteriore" è una delle principali cause di dolore anteriore di ginocchio. Ciò può essere determinato da una resezione anteriore non adeguata o dalla scelta di un impianto sovradimensionato che aumentano la tensione dei tessuti molli peri-rotulei e la "pressione" femoro-rotulea (*overstuffing*). Tuttavia, anche una resezione generosa (*notching*) può essere responsabile di dolore anteriore di ginocchio sia per l'insufficienza funzionale del quadricipite che per il deficit di flessione causato da un offset "troppo posteriore" ¹⁰.

Errori rotazionali della componente femorale o tibiale

Numerosi studi hanno dimostrato che un'eccessiva intra-rotazione della componente femorale è responsabile sia di un incremento del tilt che di una lateralizzazione rotulea. Secondo alcuni autori l'errore rotazionale della componente femorale è la causa principale di complicanze femoro-rotulee dopo protesi di ginocchio sia se la rotula viene sostituita, sia se viene conservata. Tuttavia, un dolore anteriore cronico di rotula può presentarsi anche con una rotazione femorale esterna di 3-7°, ciò a dimostrazione del fatto che spesso il dolore anteriore di rotula è dovuto al malfunzionamento dell'intero apparato estensore ¹¹⁻¹³. Alcuni autori hanno dimostrato che anche un'eccessiva intra-rotazione della componente tibiale può alterare la cinematica femoro-rotulea, mentre al contrario un'eccessiva extra-rotazione può essere assai meglio tollerata ¹⁴. Nel sospetto di un errore rotazionale nell'impianto delle componenti protesiche è fondamentale studiare la PTG con un esame TAC che consente di eseguire la diagnosi e di programmare correttamente un eventuale intervento di revisione.

Rotula bassa

La rotula viene definita bassa quando il rapporto di Insall-Salvati è inferiore a 0,8 ed è facilmente rilevabile da una proiezione radiografica laterale standard del ginocchio. Questa complicanza non è molto frequente dopo PTG (< 1%) e può essere responsabile di persistente dolore anteriore di ginocchio. La rotula bassa può dipendere da fattori anatomici costituzionali (brevità congenita del tendine rotuleo) o da fattori iatrogeni, retrazione cicatriziale del tendine rotuleo, che può essere determinata da un'eccessiva trazione sul tendine durante l'intervento, in particolare quando si esegue l'eversione della rotula. La rotula bassa va differenziata dalla pseudo rotula bassa che è causata

da un innalzamento dell'interlinea articolare secondaria a errori nella resezione femorale distale che viene eseguita in maniera eccessiva; in questo caso il rapporto articolare femoro-rotuleo è mantenuto ma è ridotta la distanza tra rotula e tibia ¹⁵.

Condrolisi o progressione dell'artrosi rotulea

Nei casi in cui non viene eseguita la protesizzazione rotulea è possibile una progressione della patologia cartilaginea e ciò può provocare un persistente dolore anteriore di ginocchio. In alcuni casi la progressione dell'artrosi rotulea e la comparsa della sintomatologia dolorosa possono manifestarsi precocemente a causa di un fattore meccanico che rende più rapida l'usura cartilaginea (ad esempio un errore rotazionale nell'impianto della componente femorale) ³.

Necrosi avascolare

Nei pazienti sottoposti a intervento di PTG sono possibili episodi ischemici a carico della rotula. Alcuni autori hanno dimostrato un'alterazione della vascolarizzazione rotulea in circa il 10-20% dei pazienti operati in cui non era stato eseguito un release dei tessuti molli laterali ¹⁶. Tuttavia il dolore anteriore di ginocchio persistente non è direttamente correlato all'apporto vascolare ¹⁷. La necrosi avascolare della rotula è una causa rara di dolore anteriore di ginocchio e va sospettata in particolare quando il dolore si manifesta anche a riposo ed è localizzato precisamente al di sopra della rotula. A supporto della diagnosi, in questi casi può essere utile l'esame scintigrafico.

Clunk rotuleo e Iperplasia sinoviale

Il "clunk" rotuleo è una complicanza causata dalla formazione di un nodulo fibroso al di sotto della rotula che in massima flessione si impegna nella gola intercondiloidea provocando il caratteristico rumore associato a sintomatologia dolorosa. Attualmente, grazie all'evoluzione del design protesico questa complicanza è divenuta più rara. L'iperplasia sinoviale è, invece, una delle cause frequenti di dolore anteriore di ginocchio ed è spesso associata a scrosci articolari. La membrana sinoviale peri-rotulea può essere sottoposta a stimoli irritativi meccanici dopo intervento di PTG che portano a una risposta iperplastica ¹⁸.

Fratture di rotula

Le fratture di rotula dopo PTG hanno una prevalenza di circa lo 0,7% dei casi e sono pertanto da considerare come una causa infrequente di dolore anteriore di ginocchio. Vengono classificate in Tipo I, quando l'apparato estensore è funzionale e l'impianto protesico rotuleo è stabile; Tipo II, quando è presente un deficit funzionale dell'apparato estensore e Tipo III quando alla frattura si associa la mobilizzazione dell'impianto rotuleo ¹⁹.

Complicanze dell'impianto rotuleo

Il dolore anteriore dopo PTG può manifestarsi anche in pazienti in cui è stato impiantato il bottone rotuleo. In questi casi la persistenza od il peggioramento della sintomatologia dolorosa possono essere provocati dalla mobilizzazione della componente rotulea, dalla frattura della rotula, dalla rottura dell'impianto o dall'usura del polietilene con liberazione di detriti all'interno dell'articolazione. Il dolore persistente può anche essere dovuto a un overstuffing secondario a una resezione insufficiente o a un maltracking provocato a un taglio obliquo della rotula ^{3 5}. Naturalmente, anche nei casi di sostituzione della rotula può essere presente un dolore anteriore dovuto a un errato posizionamento delle componenti protesiche e al conseguente maltracking dell'apparato estensore.

Cause funzionali

L'artrosi è una patologia degenerativa articolare che provoca rilevanti alterazioni fisiopatologiche anche delle strutture muscolari e tendinee limitrofe all'articolazione interessata. Nell'artrosi di ginocchio è sempre presente un ipototrofia del quadricipite femorale che tende a peggiorare notevolmente dopo l'intervento di PTG. Inoltre, il recupero del tono trofismo muscolare è molto lento; secondo alcuni autori sono necessari circa 2 anni affinché il recupero della forza possa essere paragonabile all'arto controlaterale. L'ipototrofia, spesso associata a uno squilibrio di forza tra vasto laterale e vasto mediale e ad una contrattura dei flessori del ginocchio, può provocare delle alterazioni della cinematica femoro-rotulea ("maltracking" funzionale) ed essere responsabile di sintomatologia dolorosa ^{6 20 21}. È noto, inoltre, che l'artrosi è una patologia degenerativa poli-articolare; pertanto, in una quota parte di pazienti sottoposti a intervento di PTG sono rilevabili alterazioni degenerative, più o meno gravi, della colonna lombo-sacrale, dell'anca, della caviglia e del piede.

La spondilo-discoartrosi provoca spesso una riduzione della lordosi lombare; la verticalizzazione del tratto lombare è responsabile di un incremento del tilt pelvico che a sua volta provoca un peggioramento della contrattura in flessione e, pertanto, un aumento dello "stress meccanico" dell'articolazione femoro-rotulea (*knee-spine syndrome*) ²². L'artrosi dell'anca, invece, è spesso associata ad una riduzione di forza dei muscoli abduttori ed extra-rotatori; durante la deambulazione la riduzione significativa di forza di questi gruppi muscolari è responsabile di un incremento della rotazione interna del femore (Valgo Dinamico) e quindi di un'alterazione della cinematica femoro-rotulea ("maltracking" funzionale). Il meccanismo del Valgo-Dinamico può essere determinato anche da un piede piatto valgo su base degenerativa che incrementa la rotazione interna della tibia ^{3 23}.

Trattamento del dolore anteriore di ginocchio

In caso di dolore anteriore di ginocchio persistente dopo PTG è fondamentale escludere, in primis, l'infezione periprotetica e la mobilizzazione asettica attraverso l'anamnesi, un accurato esame obiettivo, gli esami radiografici standard, gli esami ematici e, se necessario, l'esame microbiologico del liquido sinoviale e la scintigrafia. In seguito è necessario eseguire una diagnosi differenziale tra cause funzionali e cause meccaniche poiché per le prime è spesso sufficiente un adeguato protocollo riabilitativo mentre per le seconde è richiesto, nella maggior parte dei casi, un trattamento chirurgico.

Il trattamento riabilitativo consiste in esercizi di potenziamento del quadricipite femorale, in particolare del vasto mediale obliquo, associati a esercizi di potenziamento dei muscoli glutei e del tronco al fine di correggere il maltracking funzionale e il valgo-dinamico. Agli esercizi di potenziamento si può associare talvolta l'uso di un'ortesi (centratore rotuleo) o del taping che hanno un effetto sinergico con la rieducazione motoria^{23 24}.

Nei pazienti in cui viene rilevata una causa meccanica di dolore anteriore di ginocchio è quasi sempre indicato l'intervento chirurgico. Tuttavia l'indicazione all'intervento deve essere sempre posta con estrema cautela, in particolare nel primo anno dopo l'impianto, poiché spesso il dolore è di entità lieve-moderata e provocato da una sovrapposizione di cause meccaniche e funzionali che potrebbe essere risolto anche con un adeguato programma di rieducazione motoria e potenziamento muscolare.

La chirurgia di revisione deve essere sempre indicata nei casi di franca instabilità femoro-tibiale, grossolani errori rotazionali e di offset nell'impianto primario o mobilizzazione asettica della componente rotulea. Nei casi d'instabilità è sufficiente nella maggior parte dei casi incrementare il grado di vincolo dell'impianto (da CR a PS), quando sono presenti errori rotazionali la chirurgia di revisione diviene molto più complessa ed è spesso necessario colmare i deficit di tessuto osseo con spaziatori metallici. Invece, nel caso di una mobilizzazione asettica dell'impianto o in un evidente "consumo asimmetrico" del bottone in polietilene deve essere sostituito l'impianto di rivestimento. Nella revisione bisogna porre particolare attenzione alla componente ossea rotulea residua per ridurre il rischio di fratture iatrogene intra-operatorie.

La revisione dell'impianto di rivestimento può essere indicata anche nei casi di overstuffing causato da un insufficiente resezione rotulea o nei casi di maltracking in cui è evidente un errore di posizionamento dell'impianto rotuleo, come ad esempio la resezione obliqua in entrambi i piani. L'impianto rotuleo di rivestimento "secondario" è indicato

nei casi di progressione dell'artropatia rotulea e in alcuni casi di instabilità-femoro rotulea. Tuttavia, l'indicazione all'impianto rotuleo "secondario" deve essere posta con estrema cautela, poiché la letteratura dimostra che la riduzione del dolore anteriore si ottiene in media nel 50-66% dei pazienti operati di sostituzione rotulea in un secondo tempo^{3 5 25 26}. Per questo motivo è necessario associare alla sostituzione rotulea secondaria, un adeguato e intenso piano riabilitativo.

Nei pazienti in cui viene rilevata un'instabilità femoro-rotulea, in casi particolarmente selezionati nei quali sono esclusi errori di posizionamento delle componenti, può essere utile la chirurgia artroscopica che consente di eseguire un release mini-invasivo dell'alare esterno, un'ampia sinovialectomia e l'eventuale asportazione di osteofiti rotulei laterali. L'artroscopia consente, inoltre, di trattare l'iperplasia sinoviale e il clunk rotuleo e può essere importante anche nella definizione diagnostica della patologia settica. Alcuni autori preferiscono eseguire il release laterale a cielo aperto associandolo in alcuni casi alla protesizzazione secondaria della rotula^{3 7}.

Nell'instabilità femoro-rotulea che non si risolve adeguatamente con il release laterale associato o meno a un impianto di rivestimento o alla sua revisione, non è mai indicato il ritensionamento del legamento alare mediale poiché in questi casi il maltracking è provocato da un errore di impianto della componente femorale o tibiale e il ritensionamento dell'alare mediale è causa nella maggior parte dei casi di un incremento dello stress meccanico femoro-rotuleo e della persistenza del dolore³.

Alcuni autori hanno suggerito il trattamento della rotula bassa con un'osteotomia della tuberosità tibiale e con la sua trasposizione prossimale di 1-2 cm, tuttavia tale procedura nella maggior parte dei casi è inefficace e gravata da numerose complicanze per la difficoltà di esecuzione della trasposizione, di una sintesi adeguata della tuberosità e del ritensionamento della porzione prossimale dell'apparato estensore¹⁵.

Infine, Le fratture di rotula di tipo I vengono trattate in gesso o tutore, nelle tipo II è indicata l'osteosintesi classica, mentre nelle tipo III il trattamento è complesso poiché all'osteosintesi deve essere associata la revisione dell'impianto di rivestimento.

È possibile prevenire il dolore anteriore di ginocchio protesizzando la rotula?

Sebbene in letteratura tale argomento venga ampiamente analizzato e sviscerato, tuttavia non è ancora possibile rispondere con certezza scientifica a questa domanda. Se-

condo Robertsson "...l'utilità o meno dell'impianto rotuleo è soprattutto una questione di "credo", e gli "opinionisti" in merito (chirurghi e rappresentanti) hanno una grossa opportunità di influenzare la scelta" ⁵.

Alcuni autori preferiscono eseguire sempre la protesizzazione rotulea e hanno dimostrato una bassa incidenza di dolore anteriore di ginocchio dopo PTG, una più elevata soddisfazione dei pazienti nel post-operatorio, una migliore funzione in termini di R.O.M. e una bassa incidenza di complicanze evitando la protesizzazione "secondaria" in caso di persistenza di sintomatologia dolorosa. Questi autori affermano, inoltre, che la procedura è poco costosa e comporta un incremento insignificante del tempo operatorio. Il resurfacing rotuleo viene considerato necessario poiché il contatto cartilagine-metallo non è fisiologico e l'elevato stress meccanico è ritenuto responsabile di progressione della patologia rotulea, sebbene nessuno studio dimostri con chiarezza che tale progressione possa essere responsabile di sintomatologia dolorosa ^{27 28}.

Altri autori, invece, preferiscono non eseguire la sostituzione della rotula poiché i risultati riportati in letteratura in termini di funzione e persistenza del dolore sono simili e ritengono che il resurfacing rotuleo sia uno step non necessario nella PTG. Inoltre, la rotula "nativa" ha una migliore cinematica rispetto a quella protesizzata, è capace di sopportare meglio gli stress meccanici e di "adattarsi" a questi senza il rischio di usura della componente protesica e in caso di dolore invalidante e persistente può essere protesizzata secondariamente. Infine, non eseguendo il resurfacing rotuleo, si riducono le complicanze legate a questa procedura, che sebbene notevolmente ridotte dagli impianti moderni si presentano nel 4-35% dei casi (instabilità, usura del polietilene e mobilitazione asettica, fratture, deficit dell'apparato estensore e dolore anteriore di ginocchio) ^{5 29 30}.

Infine esiste un terzo gruppo di autori che preferiscono selezionare i pazienti in cui impiantare la componente rotulea. Questi autori non eseguono la protesizzazione della rotula in pazienti al di sotto dei 65 anni, in pazienti che non hanno dolore rotuleo preoperatorio, nei casi in cui la cartilagine rotulea è conservata e infine in quei casi in cui la rotula ha conservato le sue caratteristiche anatomiche e ha un tracking ottimale. Al contrario suggeriscono la protesizzazione in pazienti affetti da AR e in pazienti con prevalente sintomatologia rotulea da significativa usura cartilaginea ³¹.

Fu et al. hanno eseguito una metanalisi che includeva 10 studi di elevata qualità e circa 1000 protesi impiantate e hanno dimostrato che non ci sono differenze statisticamente significative nella persistenza del dolore anteriore di ginocchio dopo PTG tra il gruppo dei pazienti in cui la rotula è stata protesizzata e il gruppo dei pazienti in cui è

stata conservata. In questo studio il rischio di reintervento nei pazienti in cui non è stato eseguito il resurfacing rotuleo era lievemente superiore ³². He et al. hanno eseguito un lavoro simile su 16 studi, circa 3000 protesi impiantate, e non hanno trovato differenze statisticamente significative nella persistenza de dolore tra i due gruppi; in questo studio, invece, il rischio di reintervento era lievemente superiore nei pazienti sottoposti a impianto rotuleo. Tuttavia, analizzando solamente gli studi di elevata qualità scientifica, gli autori hanno dimostrato che non ci sono differenze statisticamente significative sul rischio di reintervento ³³.

Grassi A. et al hanno eseguito una revisione sistematica di 10 metanalisi di elevata qualità scientifica e hanno evidenziato che non ci sono differenze statisticamente significative nei risultati tra la protesizzazione e la conservazione della rotula. In particolare gli autori hanno evidenziato che non vi sono differenze in termini di funzionalità post operatoria (scores post-operatori), dolore, rischio di reintervento e percentuale di complicanze (infezione e complicanze legate all'articolazione femoro-rotulea) ³⁴.

Nella nostra personale esperienza non eseguiamo d'emblée la protesizzazione rotulea e riserviamo l'impianto a casi estremamente selezionati, ossia, in pazienti anziani (con età > di 60-65 anni) con una severa usura della cartilagine articolare rotulea, nei quali venga rilevato un considerevole dolore anteriore di ginocchio pre-operatorio e in tutti i pazienti affetti da patologia autoimmune (AR, artrite psoriasica, ecc.).

In merito alla prevenzione del dolore anteriore di ginocchio prestiamo sempre particolare attenzione al posizionamento della componente femorale cercando di rispettare in maniera attenta la rotazione e l'offset anteriore, utilizzando un impianto patellar friendly e controllando in modo meticoloso il tracking rotuleo finale.

Bibliografia

- ¹ Richmond J, Hunter D, Irrgang J, et al. *American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on the treatment of osteoarthritis (OA) of the knee*. J Bone Joint Surg Am 2010;92:990-3.
- ² Singh JA, Kwok CK, Richardson D, et al. *Sex and surgical outcomes and mortality after primary total knee arthroplasty: a risk-adjusted analysis*. Arthritis Care Res (Hoboken) 2013;65:1095-1102.
- ³ Petersen W, Rembitzki IV, Brüggemann GP, et al. *Anterior knee pain after total knee arthroplasty: a narrative review*. Int Orthop 2014;38:319-28.
- ⁴ Sensi L, Buzzi R, Giron F, et al. *Patellofemoral function after total knee arthroplasty: gender-related differences*. J Arthroplasty 2011;26:1475-80.
- ⁵ Schindler OS. *The controversy of patellar resurfacing in to-*

- tal knee arthroplasty: Ibisne in medio tutissimus?* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2012;20:1227-44.
- ⁶ Saleh KJ, Lee LW, Gandhi R, et al. *Quadriceps strength in relation to total knee arthroplasty outcomes.* Instr Course Lect 2010;59:119-20.
- ⁷ Mosis EK, Paschos N, Pakos EE, et al. *Review article: patellar instability after total knee arthroplasty.* J Orthop Surg (Hong Kong) 2009;17:351-7.
- ⁸ Shervin D, Pratt K, Healey T, et al. *Anterior knee pain following primary total knee arthroplasty.* World J Orthop 2015;6:795-803.
- ⁹ Pagnano MW, Hanssen AD, Lewallen DG, et al. *Flexion instability after primary posterior cruciate retaining total knee arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res 1998;(356):39-46.
- ¹⁰ Kawahara S, Matsuda S, Fukagawa S, et al. *Upsizing the femoral component increases patellofemoral contact force in total knee replacement.* J Bone Joint Surg Br 2012;94:56-61.
- ¹¹ Akagi M, Matsusue Y, Mata T, et al. *Effect of rotational alignment on patellar tracking in total knee arthroplasty.* Clin Orthop 1999;366:155-63.
- ¹² Bhattee G, Moonot P, Govindaswamy R, et al. *Does malrotation of components correlate with patient dissatisfaction following secondary patellar resurfacing?* Knee 2014;21:247-51.
- ¹³ Kessler O, Patil S, Colwell CW Jr, et al. *The effect of femoral component malrotation on patellar biomechanics.* J Biomech 2008;41:3332-9.
- ¹⁴ Nicoll D, Rowley DI. *Internal rotational error of the tibial component is a major cause of pain after total knee replacement.* J Bone Joint Surg Br 2010;92:1238-44.
- ¹⁵ Chonko DJ, Lombardi AV Jr, Berend KR. *Patella baja and total knee arthroplasty (TKA): etiology, diagnosis, and management.* Surg Technol Int 2004;12:231-8.
- ¹⁶ McMahon MS, Scuderi GR, Glashow JL, et al. *Scintigraphic determination of patellar viability after excision of infrapatellar fat pad and/or lateral retinacular release in total knee arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res 1990;260:10-6.
- ¹⁷ Kohl S, Evangelopoulos DS, Hartel M, et al. *Anterior knee pain after total knee arthroplasty: does it correlate with patellar blood flow?* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2011;19:1453-9.
- ¹⁸ Dajani KA, Stuart MJ, Dahm DL, et al. *Arthroscopic treatment of patellar clunk and synovial hyperplasia after total knee arthroplasty.* J Arthroplasty 2010;25:97-103.
- ¹⁹ Ortiguera CJ, Berry DJ. *Patellar fracture after total knee arthroplasty.* J Bone Joint Surg Am 2002;84:532-40.
- ²⁰ Chester R, Smith TO, Sweeting D, et al. *The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis.* BMC Musculoskelet Disord 2008;9:64.
- ²¹ Mizner RL, Petterson SC, Snyder-Mackler L. *Quadriceps strength and the time course of functional recovery after total knee arthroplasty.* J Orthop Sports Phys Ther 2005;35:424-36.
- ²² Sled EA, Khoja L, Deluzio KJ, et al. *Effect of a home program of hip abductor exercises on knee joint loading, strength, function, and pain in people with knee osteoarthritis: a clinical trial.* Phys Ther 2010;90:895-904.
- ²³ Nakagawa T, Muniz T, Baldon Rde M, et al. *The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled pilot study.* Clin Rehabil 2008;22:1051-60.
- ²⁴ Warden SJ, Hinman RS, Watson MA Jr, et al. *Patellar taping and bracing for the treatment of chronic knee pain: a systematic review and meta-analysis.* Arthritis Rheum 2008;59:73-83.
- ²⁵ Correia J, Sieder M, Kendoff D, et al. *Secondary patellar resurfacing after primary bicondylar knee arthroplasty did not meet patients' expectations.* Open Orthop J 2012;6:414-8.
- ²⁶ Chen K, Li G, Fu D, et al. *Patellar resurfacing versus nonresurfacing in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomised controlled trials.* Int Orthop 2013;37:1075-83.
- ²⁷ Scott WN, Kim H. *Resurfacing the patella offers lower complication and revision rates.* Orthopedics 2001;24:24.
- ²⁸ Waters TS, Bentley G. *Patellar resurfacing in total knee arthroplasty.* J Bone Joint Surg 2003;85-A:212-7.
- ²⁹ Keblish PA, Varma AK, Greenwald SA. *Patellar resurfacing or retention in total knee arthroplasty: a prospective study of patients with bilateral replacement.* J Bone Joint Surg 1994;76:930-7.
- ³⁰ Longo UG, Ciuffreda M, Mannering N, et al. *Patellar resurfacing in total knee arthroplasty: systematic review and meta-analysis.* J Arthroplasty 2018;33:620-32.
- ³¹ Kim BS, Reitman RD, Schai PA, et al. *Selective patellar non-resurfacing in total knee arthroplasty. 10 year results.* Clin Orthop Relat Res 1999;367:81-8.
- ³² Fu Y, Wang G, Fu Q. *Patellar resurfacing in total knee arthroplasty for osteoarthritis: a meta-analysis.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2011;19:1460e6.
- ³³ He JY, Jiang LS, Dai LY. *Is patellar resurfacing superior than nonresurfacing in total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized trials.* Knee 2011;18:137-4.
- ³⁴ Grassi A, Compagnoni R, Ferrua P, et al. *Patellar resurfacing versus patellar retention in primary total knee arthroplasty: a systematic review of overlapping meta-analyses.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2018; Jan 15.

Gli Autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.