

OSTEOARTROSI



a cura di
Giovanni Zatti
*Università di Milano Bicocca,
 Ospedale San Gerardo, Monza*

ISTOPATOLOGIA DELLA PATOLOGIA ARTROSICA

M. Jaconi, G. Gridavilla*, F. Pagni,
 D. Munegato*, G. Zatti*

Sezione di Patologia, Dipartimento di Chirurgia e
 Medicina Traslazionale, Università di Milano Bicocca;

* Clinica Ortopedica Università di Milano Bicocca,
 AO "San Gerardo", Monza

E-mail: munegato.daniele@gmail.com

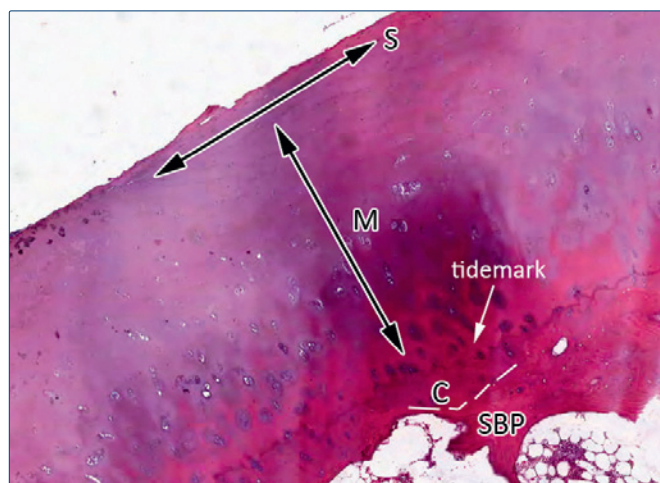
CARTILAGINE: FISILOGIA

La cartilagine è un tessuto connettivo specializzato per fornire supporto strutturale, ammortizzare gli urti e offrire il minor attrito possibile. Nel corpo umano, ne esistono due tipi principali: fibrocartilagine (presente nei menischi, nelle inserzioni legamentose e tendinee) e cartilagine ialina, che ricopre le superfici articolari. Quest'ultima è il tessuto bersaglio dei processi patologici determinanti l'artrosi; fenomeni quali stress meccanico e invecchiamento, oltre a fattori genetici, sono responsabili delle modificazioni che provocano la malattia in termini di funzionalità della matrice extracellulare e dei condrociti. La composizione della cartilagine ialina (costituita per il 70% da acqua e per il rimanente 30% da collagene di tipo II e proteoglicani), infatti, deve essere finemente regolata perché abbia proprietà meccaniche adeguate allo svolgimento della funzione di interfaccia articolare; il mantenimento di questo equilibrio è affidato ai condrociti. Tuttavia, è da ricordare che il danneggiamento o la distruzione della cartilagine ialina articolare è spesso un evento a senso unico, dal momento che essa è un residuo avascolare della vita fetale senza possi-

bilità intrinseche di rigenerazione. I condrociti, infatti, racchiusi in lacune come avviene per le loro controparti ossee, assorbono ossigeno e nutrienti dalla matrice extracellulare, nella quale l'acqua, legata ai proteoglicani, diffonde liberamente. La piccola parte di collagene presente forma la struttura portante del tessuto, con fibrille disposte diversamente a seconda del tipo di cartilagine e della sua funzione. Nella cartilagine ialina, in particolare, è possibile individuare 3 differenti aree a seconda dell'orientamento delle fibre collagene (Fig. 1): alla superficie articolare i condrociti sono appiattiti e le fibre parallele (S), mentre

FIGURA 1.

S: zona superficiale; M: zona intermedia; C: cartilagine calcificata; SBP: placca ossea subcondrale; linea tratteggiata: confine tra cartilagine ialina e osso subcondrale.



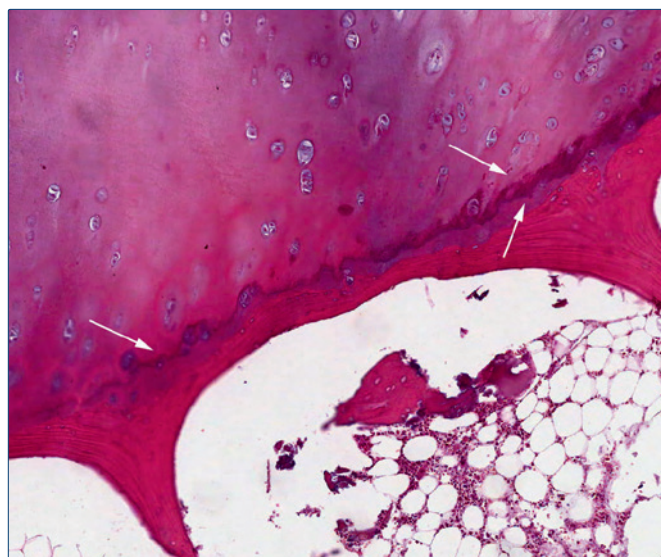
esse sono ortogonali nella zona intermedia (M), a volte ulteriormente suddivisa in radiale e di transizione (dove l'orientamento non è definito). I condrociti, in questa zona, sono più attivi e morfologicamente più grandi e tondeggianti. Le fibre collagene si ancorano in profondità a livello della zona calcificata (C; o "tidemark", dalla somiglianza, nelle sezioni colorate con ematossilina-eosina, con le impronte lasciate dalla marea sulla spiaggia), che anche in piccoli prelievi istologici rende ben riconoscibile la cartilagine ialina¹. Al di sotto, adeso e integrato alla cartilagine, vi è l'osso subcondrale, formato dalla placca ossea (SBP, subchondral bone plate) e da un tratto di osso trabecolare, la cui rete vascolare fornisce il 50% del fabbisogno di nutrienti della cartilagine².

OSTEOARTROSI: ASPETTI ISTOPATOLOGICI

L'osteoartrosi è il risultato di un complesso sistema di interazioni meccaniche, biologiche, biochimiche, molecolari ed enzimatiche che hanno come risultato finale il deterioramento del tessuto articolare, tuttavia il meccanismo lesivo iniziale è tuttora sconosciuto. Da un punto di vista istopatologico a livello della matrice extracellulare si osserva una riduzione del contenuto di aggregati e proteoglicani, risultato di una accelerata degradazione enzimatica ed insufficiente sintesi da parte dei condrociti³. Al contrario la produzione di collagene appare aumentata ed alterata, con un viraggio da collagene di tipo II, tipico della cartilagine ialina, a collagene di tipo I, normalmente presente nell'osso subcondrale. Queste modifiche di composizione della matrice extracellulare conducono all'alterazione della permeabilità e delle proprietà meccaniche della matrice con riduzione del modulo di compressione e del modulo elastico. Questo comporta la formazione di fibrillazioni e fissurazioni a livello cartilagineo, dapprima a livello delle porzioni superficiali, fino a giungere ad un interessamento a tutto spessore⁴.

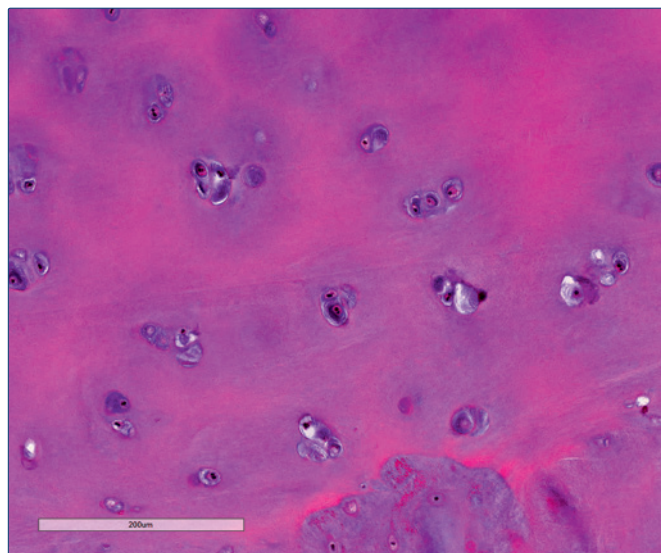
Lo stadio iniziale dell'osteoartrosi è istologicamente caratterizzato dalla proliferazione dei condrociti che producono i componenti della matrice cellulare, nel tentativo di sopperire alla perdita di proteoglicani, determinando un aumento dei condrociti nelle singole lacune ("clustering", Fig. 2). Nelle fasi più avanzate dell'osteoartrosi invece il fenotipo predominante è quello catabolico caratterizzato da apoptosi cellulare e aumentata produzione di metalloproteinasi. I condrociti inoltre perdono la loro differenziazione fenotipica a favore di un fenotipo ipertrofico caratterizzato dall'espressione di fosfatasi alcalina, collagene X e MMP 13. I condrociti ipertrofici sono fisiologicamente presenti a livello dello strato di cartilagine calcifica, nell'artrosi invece queste cellule si ritrovano anche negli strati sovrastanti determinando la formazione di foci di mineralizzazione, aumento di spessore della cartilagine calcifica e duplicazione del "tidemark" (Fig. 3)⁵.

FIGURA 2.
Lacune condrocitarie con clustering.



Quali cellule acquisiscano un alterato comportamento e quando è dipendente da numerose variabili quali fattori genetici, carichi meccanici, architettura articolare, presenza di stimoli infiammatori e processi stocastici⁶. È stato recentemente dimostrato che il fenotipo ipertrofico per sussistere richiede la presenza di siero, suggerendo una

FIGURA 3.
Duplicazione del "tidemark" nelle zone più sottoposte a stress (doppia freccia) a fronte di zone meno colpite (singola freccia).



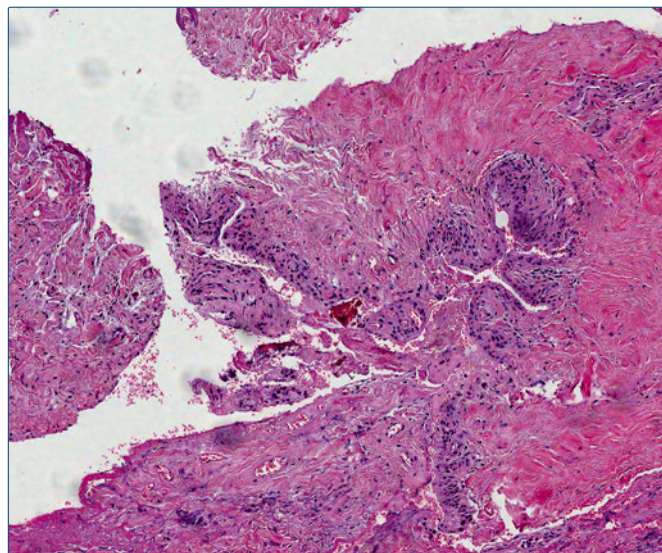
interdipendenza tra ipertrofia condrocitaria e neoangiogenesi cartilaginea che fungerebbe quindi come stimolo alla ripresa del processo di ossificazione endocondrale⁷.

Particolare importanza nel processo patogenetico sembrerebbe quindi rivestire il network vascolare dell'osso subcondrale: esso si espande ed invade la parte calcificata della cartilagine, con la quale è possibile l'instaurarsi di un cross-talk umorale in grado di modificare il metabolismo di condrociti e osteoblasti⁸.

L'osso subcondrale dato lo stretto legame funzionale e strutturale con la cartilagine gioca un ruolo fondamentale nella progressione dell'osteoartrosi, con cambiamenti rilevabili già negli stadi più precoci di malattia (o addirittura prima che si manifesti il danno cartilagineo). Nelle articolazioni affette da artrosi l'osso subcondrale appare ispessito sia a livello della placca sia della spongiosa ma meno mineralizzato e quindi meno compatto.

Negli stadi iniziali di malattia per il chiarimento della patogenesi viene in aiuto anche la diagnostica per immagini, alla RM si evidenziano lesioni edematose midollari sottocondrali, indicatori di aumentato turnover osseo⁹⁻¹¹; alla scintigrafia si è riscontrato un aumento di captazione del tracciante a livello dell'osso subcondrale anch'esso indice di un accelerato turnover e che inoltre si è dimostrato un buon fattore predittivo di progressione del danno articolare¹²⁻¹³. Questo aumento del turnover sembrerebbe associato ad una alterazione fenotipica degli osteoblasti subcondrali che conduce ad un'alterata espressione del RANKL con conseguente richiamo di osteoclasti a livello subcondrale ed aumento del riassorbimento osseo¹⁴. Altre alterazioni di espressione di geni che influenzano le funzioni degli osteoblasti ed il processo di rimodellamento e mineralizzazione ossea sono state riscontrate in studi di espressione genetica¹⁵; una parte di questi geni alternativamente espressi sono responsabili anche di una modulazione sulle funzioni condrocitarie a conferma della interazione tra osso e cartilagine¹⁶⁻¹⁷. Sanchez et al¹⁷ hanno dunque riscontrato un aumento di produzione di collagene tipo I, osteocalcina, osteopontina, IL-6, IL-8, ANKH protein e overespressione di fosfatasi alcalina e transglutaminasi. Questi osteoblasti alterati giocano un ruolo, attraverso la secrezione di VEGF ed osteocalcina, anche nello stimolare la neoangiogenesi a livello subcondrale¹⁸. Lo sviluppo di vasi sanguigni all'interno della giunzione osteocondrale sembrerebbe essere uno stimolo all'ossificazione endocondrale caratterizzata da condrociti ipertrofici, aumentata attività della fosfatasi alcalina ed accumuli di microcristalli¹⁹. Negli stadi più avanzati, con il progredire dell'artrosi, la parte dell'osso subcondrale più esposta alla frizione viene levigata e lucidata (osso eburneo), mentre l'osso spongioso sottostante va incontro a sclerosi. Anche l'osso subcondrale subisce fessurazioni e fratture, che portano da una parte alla liberazione nello spazio interarticolare di frammenti

FIGURA 4.
Reazione della sinovia con ipertrofia e infiltrato linfocitario.



ossei e cartilaginei (corpi mobili) e dall'altra all'entrata di liquido sinoviale all'interno dell'osso, che può portare alla formazione di cisti a parete fibrosa (geodi). Inoltre con la funzione di distribuire meglio il carico, l'osso subcondrale può espandersi lateralmente in osteofiti, ricoperti di cartilagine ialina gradualmente ossificante prodotta dagli osteoblasti periostali.

La sinovia, pur non essendo coinvolta in modo preponderante come avviene nell'artrite reumatoide, va incontro a infiammazione e reazioni da corpo estraneo (sinovite, Fig. 4) a causa del contatto con i frammenti ossei e cartilaginei che fluttuano nel liquido sinoviale²⁰⁻²¹ con conseguente ipertrofia ed iperplasia e sintesi di mediatori infiammatori. Istologicamente è possibile reperire pertanto istiociti-macrofagi e cellule giganti di accompagnamento.

CLASSIFICAZIONE ISTOPATOLOGICA DELL'OSTEOARTROSI

Per valutare la gravità della malattia dal punto di vista istologico²² il metodo più diffuso è quello sviluppato nel 1971 da Henry Mankin (Histological-Histochemical Grading System, HHGS; Tab. I)²³, basato sul grado di integrità strutturale (presenza di irregolarità e fessurazioni), cellularità, intensità di colorazione con safranina (utilizzata come colorante della cartilagine) e indennità del "tidemark". Più recentemente, un gruppo di lavoro della Osteoarthritis Research Society International (OARSI) ha elaborato uno score (Osteoarthritis Cartilage Histopathology, OACH) composto dalla valutazione di grado (definito come il coinvolgimento

TABELLA I.
Mankin score per la valutazione dell'osteoartrosi.

Parametri	Grado
I. Struttura	
a. Normale	0
b. Irregolarità di superficie	1
c. Pannus e irregolarità di superficie	2
d. Fissurazioni fino alla zona di transizione	3
e. Fissurazioni fino alla zona radiale	4
f. Fissurazioni fino alla zona calcificata	5
g. Disorganizzazione completa	6
II. Cellule	
a. Normali	0
b. Ipercellularità diffusa	1
c. Clonalità	2
d. Ipo-cellularità	3
III. Colorazione con safranina	
a. Normale	0
b. Lieve riduzione	1
c. Moderata riduzione	2
d. Severa riduzione	3
e. Nessuna colorazione	4
IV. Integrità del tidemark	
a. Intatto	0
b. Percorso da vasi	1

della cartilagine in senso verticale, Tab. IIa) e stadio (estensione orizzontale del processo osteoartrosico Tab. IIb)²⁴.

TABELLA IIB.
OACH score per la valutazione dell'osteoartrosi: stadio.

Stadio	% Coinvolta (superficie, area, volume)
Stadio 0	Nessuna attività
Stadio 1	< 10%
Stadio 2	10-25%
Stadio 3	25-50%
Stadio 4	> 50%

CONCLUSIONI

L'artrosi è un processo patologico che coinvolge tutte le componenti dell'articolazione con specifiche alterazioni. Tuttavia quale sia il primum movens non è ancora completamente riconosciuto. Una nuova ipotesi patogenetica ha recentemente ottenuto attenzione e conferme dagli ultimi studi: la presenza di condrociti ipertrofici, la neoangiogenesi a livello dell'osso subcondrale e della cartilagine calcifica e le alterazioni a carico degli osteoblasti e dell'osso subcondrale suggeriscono un processo di riattivazione dell'ossificazione endcondrale alla base dell'artrosi. Questo processo porterebbe ad una progressiva mineralizzazione della cartilagine con distalizzazione del tidemark ed erosione e fissurazione degli strati più superficiali della cartilagine a causa delle alterazioni meccaniche sottostanti.

TABELLA IIA.
OACH score per la valutazione dell'osteoartrosi: grado.

Grado 0: superficie e morfologia cartilaginea intatte	Matrice: architettura normale Cellule: intatte e appropriatamente orientate
Grado 1: superficie intatta	Matrice: zona superficiale intatta, edema e/o fibrillazione superficiale Cellule: apoptosi, cluster, ipertrofia
Grado 2: discontinuità di superficie	Matrice: Fibrillazione profonda, deplezione safranina o blu di toluidina nel 1/3 superiore, aumentata colorazione pericondroneale in zona M, disorganizzazione delle colonne condronali
Grado 3: fissurazioni verticali	Matrice: fissurazioni fino a zona M e ramificate, deplezione safranina o blu di toluidina nei 2/3 superiori, deposizione di nuovo collagene
Grado 4: erosione	Perdita di matrice cartilaginea: formazione di cisti Escavazione: perdita strato S e M
Grado 5: denudamento	Superficie: osso sclerotico o tessuto di riparazione Microfratture con riparazione limitata a superficie ossea
Grado 5: deformazione	Rimodellamento osseo: microfratture con riparazione estesa oltre la superficie ossea

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Bayliss MT, Dudhia J. *Articular cartilage: structure, function and physiology*. In: Fitzgerald RH, Kaufer H, Malkani AL (eds.). *Orthopaedics*. St. Louis: Mosby 2002, p. 160-7.
- ² Henrotin Y, Pésesse L, Sanchez C. *Subchondral bone and osteoarthritis: biological and cellular aspects*. *Osteoporos Int* 2012;23(Suppl 8):S847-51.
- ³ Martel-Pelletier J, Pelletier JP. *Is osteoarthritis a disease involving only cartilage or other articular tissues?* *Eklemler Hastalik Cerrahisi* 2010;21:2-14.
- ⁴ Maldonado M, Nam J. *The role of Changes in Extracellular Matrix of cartilage in the presence of inflammation on the pathology of osteoarthritis*. *Biomed Res Int* 2013;2013:284873.
- ⁵ Dreier R. *Hypertrophic differentiation of chondrocytes in osteoarthritis: the developmental aspect of degenerative joint disorders*. *Arthritis Res Ther* 2010;12:216.
- ⁶ Van Der Kraan PM. *Chondrocyte hypertrophy and osteoarthritis: role in initiation and progression of cartilage degeneration?* *Osteoarthritis Cartilage* 2012;20:223-32. Review.
- ⁷ Pésesse L, Sanchez C, Henrotin Y. *Osteochondral plate angiogenesis: a new treatment target in osteoarthritis*. *Joint Bone Spine* 2011;78:144-9.
- ⁸ Mahjoub M, Berenbaum F, Houard X. *Why subchondral bone in osteoarthritis? The importance of the cartilage bone interface in osteoarthritis*. *Osteoporos Int* 2012;23(Suppl 8):S841-6.
- ⁹ Raynauld JP, Martel-Pelletier J, Berthiaume MJ, et al. *Long term evaluation of disease progression through the quantitative magnetic resonance imaging of symptomatic knee osteoarthritis patients: correlation with clinical symptoms and radiographic changes*. *Arthritis Res Ther* 2006;8:R21.
- ¹⁰ Pelletier JP, Raynauld JP, Berthiaume MJ, et al. *Risk factors associated with the loss of cartilage volume on weight bearing areas in knee osteoarthritis patients assessed by quantitative MRI: a longitudinal study*. *Arthritis Res Ther* 2007;9:R74.
- ¹¹ Raynauld J-P, Martel-Pelletier J, Berthiaume MJ, et al. *Correlation between bone lesion changes and cartilage volume loss in patients with osteoarthritis of the knee as assessed by quantitative magnetic resonance imaging over a 24-month period*. *Ann Rheum Dis* 2008;67:683-8.
- ¹² Dieppe P, Cushnaghan J, Young P, et al. *Prediction of the progression of joint space narrowing in osteoarthritis of the knee by bone scintigraphy*. *Ann Rheum Dis* 1993;52:557-63.
- ¹³ Bailey AJ, Buckland-Wright C, Metz D. *The role of bone in osteoarthritis*. *Age Ageing* 2001;30:374-8.
- ¹⁴ Komuro H, Olee T, Kühn K, et al. *The osteoprotegerin/receptor activator of nuclear factor kappaB/receptor activator of nuclear factor kappaB ligand system in cartilage*. *Arthritis Rheum* 2001;44:2768-76.
- ¹⁵ Hopwood B, Tsykin A, Findlay DM, et al. *Microarray gene expression profiling of osteoarthritic bone suggests altered bone remodelling, WNT and transforming growth factorbeta/bone morphogenic protein signalling*. *Arthritis Res Ther* 2007;9:R100.
- ¹⁶ Westacott CI, Webb GR, Warnock MG, et al. *Alteration of cartilage metabolism by cells from osteoarthritic bone*. *Arthritis Rheum* 1997;40:1282-91.
- ¹⁷ Sanchez C, Deberg MA, Bellahcène A, et al. *Phenotypic characterization of osteoblasts from the sclerotic zones of osteoarthritic subchondral bone*. *Arthritis Rheum* 2008;58:442-55.
- ¹⁸ Sakao K, Takahashi KA, Arai Y, et al. *Osteoblasts derived from osteophytes produce interleukin-6, interleukin-8, and matrix metalloproteinase-13 in osteoarthritis*. *J Bone Miner Metab* 2009;27:412-23.
- ¹⁹ Brown RA, Weiss JB. *Neovascularisation and its role in the osteoarthritic process*. *Ann Rheum Dis* 1988;47:881-5. Review.
- ²⁰ de Lange-Brokaar BJE, Ioan-Facsinay A, van Osch GJVM, et al. *Synovial inflammation, immune cells and their cytokines in osteoarthritis: a review*. *Osteoarthritis and Cartilage* 2012;20:1484-99.
- ²¹ Liu-Bryan R. *Synovium and the Innate Inflammatory Network in Osteoarthritis Progression*. *Curr Rheumatol Rep* 2013;15:323.
- ²² Pearson RG, Kurien T, Shu KSS, et al. *Histopathology grading systems for characterisation of human knee osteoarthritis - reproducibility, variability, reliability, correlation, and validity*. *Osteoarthritis Cartilage* 2011;19:324-31.
- ²³ Mankin HJ, Dorfman H, Lippiello L, et al. *Biochemical and metabolic abnormalities in articular cartilage from osteoarthritic human hips. II. Correlation of morphology with biochemical and metabolic data*. *J Bone Joint Surg Am* 1971;53:523-37.
- ²⁴ Pritzker KP, Gay S, Jimenez SA, et al. *Osteoarthritis cartilage histopathology: grading and staging*. *Osteoarthritis Cartilage* 2006;14:13-29.

COXARTROSI NEL PAZIENTE GIOVANE

D. Munegato, G. Piarulli, C. Cazzaniga,
A. Carbone, G. Noto, D. Molisani, G. Zatti
*Clinica Ortopedica, AO "San Gerardo",
Università di Milano-Bicocca
E-mail: munegato.daniele@gmail.com*

INTRODUZIONE

La coxartrosi, una delle più comuni patologie ortopediche nella popolazione anziana, si può presentare anche nel paziente giovane in conseguenza a svariate patologie dell'anca che ne determinano un'usura precoce. Queste includono la necrosi avascolare della testa femorale¹, l'artrite settica², l'epifisiolisi³, i postumi di fratture, la malattia di Perthes⁴, gli esiti di DCA⁵ ed il conflitto femoro-acetabolare⁶. In più del 90% dei pazienti con coxartrosi è

possibile individuare un'anomalia dell'articolazione coxo-femorale che predispone ad instabilità meccanica, sovraccarico localizzato, impingement o ad un'associazione di tutti questi fattori⁷. L'impatto di queste patologie sullo sviluppo di coxartrosi, che se considerate globalmente presentano un'elevata prevalenza ed incidenza (Tabb. I e II), è estremamente variabile e condizionato da svariati fattori, quali ad esempio il grado di patologia, il tipo di attività lavorativa e sportiva ed il peso del paziente.

La gestione della coxartrosi nell'anziano è stata oggetto di numerosi studi ed attualmente è ampiamente condivisa, mentre le richieste funzionali e le prospettive di vita del paziente giovane richiedono approcci terapeutici di diversa natura, mirati alla restituzione di un'anca non dolente che permetta di svolgere senza limitazioni le normali attività quotidiane e, possibilmente, la pratica sportiva. Le continue ricerche, sia sulla diagnosi sia sulla terapia chirurgica⁸, hanno portato allo sviluppo di nuove tecniche ar-

TABELLA I.
Ruolo patogenetico nella coxartrosi delle più comuni patologie dell'anca.

Patologia	Prevalenza / Incidenza
Osteonecrosi della testa femorale	10%-25% dei pazienti con lussazione di anca 8%-10% dei pazienti sottoposti a terapia cortisonica ad alte dosi 4%-20% dei pazienti con emoglobinopatie
Artrite settica	1-2 casi su 100.000
Epifisiolisi	8-13 casi su 100.000
Perthes	1-29 casi su 100.000 (grande variabilità geografica)
DCA	300-500 casi su 100.000 (grande variabilità geografica, valore riferito a forme di displasia severa o persistente)

TABELLA II.
Prevalenza del FAI in Studi retrospettivi.

Tipo di campione	Età/media	CAM – FAI	PINCER – FAI	MIXED - FAI
Popolazione generale ¹¹	60 ± 13,6	19,6%		
Militari svizzeri ¹²	19,9	24%		
Volontari asintomatici ¹³	29,4	14%		
Operati di PTA ¹⁴	< 65	65-80%	11-34%	
Operati di PTA ¹⁴	> 65	18-69%	4-43%	
Popolazione asintomatica ¹⁵	18,6	M: 35% - F: 10%	M: 34% - F: 17%	
Popolazione asintomatica ¹⁶	M: 62 – F: 65	M: 19,6% - F: 5,2%	M: 15,2% - F: 19,4%	3%
Giocatori di calcio ¹⁷	23,3	Semipro: 62,5% Dilettanti: 27,3%		
Popolazione asintomatica ¹⁸	27,5	39%		
Giovani atleti attivi (giocatori di football) ¹⁹	21	95%		
Giocatori di Hockey ²⁰	14	75%		
Operati di PTA ²¹	< 55	36%		

troscopiche ed open per il trattamento delle incongruenze meccaniche⁹ e di protesi con design ed accoppiamenti più performanti e longevi¹⁰.

IMPINGEMENT FEMORO-ACETABOLARE E ARTROSCOPIA D'ANCA

Studi recenti mostrano un'elevata prevalenza ed incidenza dell'impingement femoro-acetabolare (FAI), o conflitto femoro-acetabolare, nella popolazione generale ed in particolare nei pazienti con coxalgia (Tab. II) e ne riconoscono il ruolo patogenetico in molte forme di coxartrosi precedentemente considerate come idiopatiche^{13 22-24}. Il FAI è una patologia dell'anca di recente individuazione, caratterizzata da un precoce ed anomalo contatto tra il ciglio acetabolare ed il passaggio cervico-cefalico, che causa un danno della cartilagine e del labrum acetabolare²³. Esistono due tipi distinti di FAI, il tipo CAM ed il tipo PINCER,

due entità che spesso coesistono generando un conflitto di tipo misto.

Il conflitto di tipo CAM è provocato da un'asfericità della testa femorale al passaggio cervico-cefalico, generalmente in sede antero-laterale, determinata dalla presenza di una protuberanza ossea (bump) o dalla riduzione dell'offset testa-collo (Fig. 1). L'ingaggio della parte asferica della testa femorale all'interno dell'acetabolo nei movimenti di flessione ed intrarotazione provoca in una prima fase una delaminazione della cartilagine dell'acetabolo ed in seguito il distacco del labrum dal ciglio acetabolare con conseguente instabilità dello stesso. In questa tipologia di conflitto il danno articolare riguarda prevalentemente la regione antero-superiore dell'acetabolo (Fig. 2).

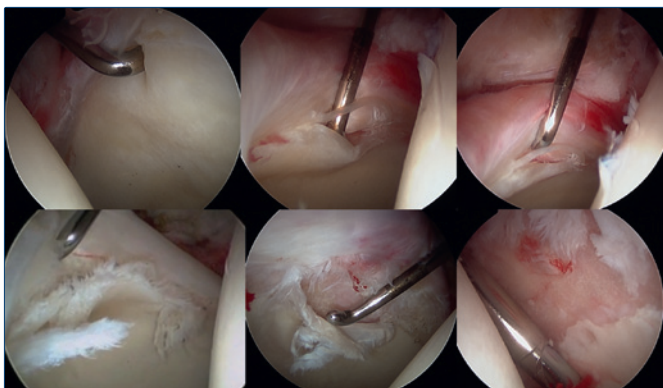
Il conflitto di tipo PINCER è causato da un'eccessiva copertura della testa femorale da parte dell'acetabolo che può essere focale, come nei casi di retroversione acetabolare, o globale, come nella coxa profunda o nella protrusio ace-

FIGURA 1.

Proiezione radiografica di DUNN che mostra un bump al passaggio cervicocefalico e la riduzione dell'off-set testa-collo.

**FIGURA 2.**

Immagini artroscopiche esemplificative della progressione del danno condrale dal wave-sign (figura in alto a destra) all'esposizione dell'osso sub condrale (figura in basso a destra) tipica del conflitto CAM.



tabuli. Nei movimenti di flessione ed intrarotazione l'eccessiva copertura della testa femorale determina un contatto precoce tra acetabolo e collo femorale, che conduce ad una lesione primaria del labrum, schiacciato e contuso tra le componenti ossee, ed a una lesione secondaria della

cartilagine. In questa tipologia di conflitto il danno articolare è più esteso circonferenzialmente ed è caratterizzato dalla presenza di lesioni da contraccollo nella regione postero-inferiore dell'acetabolo, dovute ad episodi di sublussazione della testa femorale.

Svariati Autori ritengono che il conflitto di tipo CAM sia caratterizzato da una progressione più rapida del danno articolare e da una precoce insorgenza di artrosi in età giovanile. Agricola et al.²⁵ hanno riscontrato una correlazione diretta tra entità del conflitto tipo CAM, misurato in termini di α -angle, e coxartrosi; Wright et al.²⁶ hanno evidenziato che l'aumento dell' α -angle è associato ad una progressione del conflitto femoroacetabolare. Per questo motivo è importante porre una precoce diagnosi e procedere ad un rapido trattamento, con l'obiettivo di rallentare la progressione artrosica.

La letteratura evidenzia che il trattamento incruento del conflitto femoro-acetabolare conduce a risultati positivi in un numero insufficiente di pazienti. Hunt et al.²⁷ hanno riscontrato che solo il 44% dei pazienti ha ottenuto benefici soggettivi dopo aver seguito per 3 mesi un protocollo fisioterapico di stretching e potenziamento muscolare mentre per il restante 56%, al fine ottenere risultati soddisfacenti, è stato necessario ricorrere al trattamento artroscopico.

Il trattamento chirurgico del FAI può essere open, mediante la lussazione chirurgica dell'anca, mini-open con accesso anteriore, artroscopico o combinato. Recenti studi hanno dimostrato una sostanziale equivalenza tra i vari trattamenti²⁸; inoltre, indipendentemente dal tipo di tecnica utilizzata, l'obiettivo dell'intervento rimane immutato: risolvere il conflitto mediante un'osteoplastica del collo femorale e del ciglio acetabolare e riparare le lesioni articolari della cartilagine e del labrum. Il trattamento dovrebbe inoltre riguardare eventuali cause concomitanti extrarticolari di conflitto, come la coxa vara o una retroversione femorale, mediante osteotomie correttive.

Il ricorso all'artroscopia dell'anca ha mostrato un sostanziale incremento negli ultimi 5 anni, registrando nel

FIGURA 3.

A destra labrum ossificato e a destra labrum contuso ed iperemico tipici del conflitto PINCER.

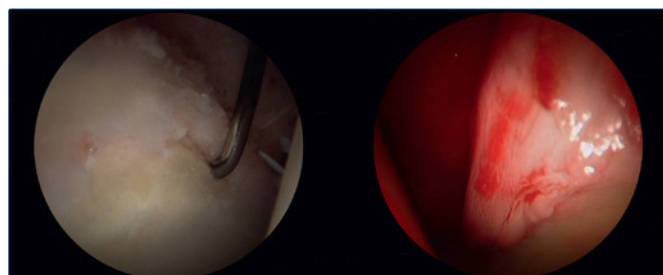


TABELLA III.
Risultati del trattamento artroscopico del FAI in base al grado di artrosi.

Studio	LE	Età media	Casi	Follow-up (anni)	Conclusione	Risultati buono-eccezionali	Definizione fallimento	Numero di fallimenti
Farjo 1999 ³³	IV	41	28	2,8	Presenza o meno di segni radiografici di OA condizionano il risultato	No OA: 71% OA: 21%	PTA	No OA: 14% OA: 43%
Byrd 2009 ³⁴	IV	31,7	15	10	Presenza di segni radiologici di OA portano a risultati peggiori	No OA: 83% (mHHS)	PTA	OA: 100%
Streich 2009 ³⁵	IV	33	50	2,8	Riscontro di lesioni cartilaginee porta a peggiori risultati	No lesioni cartilaginee: 100% (mHHS, VAS e Larson) Lesioni: no differenza pre/post	-	-
Haviv 2011 ³⁶	IV	44	81	3	Il livello di sinovite e lesioni condrali porta a peggiori risultati	57% (mHHS, NAHS)	PTA	50% (tutti con OA)
Horisberger 2010 ³⁷	IV	47,3	20	3	Artroscopia controindicata se OA	-	PTA	Totale 50% Tennis > 3 100%
Larson 2011 ³⁸	IV	32,8	227	2,2	Risultati peggiori se minor spazio articolare	No OA: HHS +22,8, SF-12 +20,9, VAS -4,5 OA: HHS +3,7, SF-12 +4,3, VAS -2,6	Non aumento significativo di HHS	No OA: 12%, OA: 52%, Se spazio articolare < 2mm o < 50%: 82%
Philippon 2009 ³⁹	-	40,6	112	2,3	Risultati peggiori se spazio articolare preop < 2 mm	HHS +24 in media Differenza statisticamente significativa se spazio articolare < 2 mm	PTA	9% (tutti con OA)
Skendzel 2014 ⁴⁰	III	39,6	466	6,1	Risultati peggiori se spazio articolare preop < 2 mm	Spazio articolare conservato: mHHS +24, HOS-ADL +15 Spazio articolare ridotto: mHHS +18, HOS-ADL -6	PTA	No OA 16% OA 86% (tutti con lesioni cartilaginee di grado 4 e/o > 50 aa)

OA: coxartrosi; mHHS: modified Harris Hip Score; VAS: visual analogue scale; SF-12: shortform 12; HOS-ADL: hip outcome score activities of daily living.

periodo 2006-2010 un aumento del 600%²⁹. Nel FAI il trattamento artroscopico permette di ottenere risultati buoni-eccezionali nella maggior parte dei casi, con un ritorno all'attività sportiva nel 79%-87% dei pazienti³⁰⁻³²; nei pazienti con concomitante coxartrosi, ed in

particolare quando vi sia una riduzione dello spazio articolare superiore al 50% o un'interlinea articolare inferiore ai 2 mm, si evidenziano risultati peggiori che rendono spesso necessario l'impianto di un'artropotesi (Tab. III).

Altri fattori che condizionano negativamente il risultato sono la giovane età alla prima artroscopia, la presenza di dolore da più di un anno, la concomitante presenza di lesioni osteocondrali e punteggi preoperatori inferiori all'HHS^{41 42}.

LA NOSTRA ESPERIENZA

Abbiamo condotto uno studio su 44 pazienti con coxartrosi secondaria a conflitto femoroacetabolare sottoposti a trattamento artroscopico presso la nostra struttura, ed abbiamo analizzato i risultati clinico-funzionali ad follow-up medio di 37,5 mesi. Di questi, 22 pazienti presentavano una coxartrosi di grado 1 secondo Tonnis, 16 di grado 2 e 6 di grado 3. L'outcome è stato esaminato sottoponendo ai pazienti il modified Harris Hip Score (mHHS) e l'Hip Outcome Score, sia per le attività della vita quotidiana (HOS ADL) che per lo sport (HOS SPT).

I pazienti del gruppo Tonnis 1, ossia con una forma di artrosi iniziale ed un'interlinea articolare sostanzialmente conservata, hanno ottenuto risultati buoni o eccellenti nel 95,5% dei casi, con un punteggio medio al mHHS di 94 punti, all'HOS ADL di 86,5 punti ed all'HOS SPT di 80 punti. Risultati meno soddisfacenti si sono registrati nei casi di grado 2-3, nei quali la percentuale di pazienti che

ha ottenuto risultati buoni o eccellenti è scesa al 42,11% (53,81% considerando solo i Tonnis 2), con un punteggio medio al mHHS di 68,95, all'HOS ADL di 76,78 punti ed all'HOS SPT di 48,25 punti. Al mHHS i pazienti Tonnis 2 hanno ottenuto un incremento di almeno 20 punti nel 54% dei casi ed i pazienti Tonnis 3 nel 16%; all'HOS ADL l'incremento si è ottenuto rispettivamente nel 54% e 16% dei pazienti, all'HOS SPT nel 48% e 16%. In 5 casi (11,4%) è stata impiantata un'artroprotesi, in media a 3 anni dall'intervento; questi pazienti presentavano tutti in partenza una coxartrosi di grado 2 o 3.

L'approccio artroscopico si è dimostrato quindi valido solo nei pazienti con forme iniziali di artrosi (Tonnis 1), ed ha permesso un buon recupero sia in termini di dolore che di funzionalità. I pazienti con artrosi severa (Tonnis 3) non hanno tratto alcun beneficio dal trattamento chirurgico artroscopico se non in una minima percentuale di casi (inferiore al 20% dei casi). Sono quindi necessari ulteriori studi per definire quali siano i criteri che determinano la buona riuscita del trattamento nei pazienti Tonnis 2.

PROTESI D'ANCA

Il ricorso alla protesica nel giovane paziente deve confrontarsi con la necessità di resistere a carichi di lavoro elevati per prolungati periodi di tempo. Ciò ha condotto alla ricerca di nuovi materiali ed accoppiamenti tribologici, in modo da rendere tale procedura una valida alternativa nei casi in cui tutte le altre possibilità terapeutiche si siano rivelate insufficienti a ristabilire una buona qualità di vita^{43 44}.

L'usura del polietilene, utilizzato da Charley nella pratica clinica dagli anni '60, è il principale fattore che conduce alla mobilitazione asettica, con conseguente necessità di procedere alla revisione dell'impianto⁴⁵. Tale fenomeno ha favorito lo sviluppo di varianti ad alta resistenza del polietilene (crosslinked UHMWPE) e la ricerca di nuovi accoppiamenti come metallo-metallo, ceramica-ceramica e ceramica-polietilene (Tab. IV). Non si deve tuttavia sottovalutare che più del 50% delle protesi basate sul modello di Charnley sono ancora in grado di garantire una buona qualità di vita e discrete performance a 27 anni di distanza dal primo impianto⁴⁶.

METALLO-METALLO

I primi prototipi di protesi metallo-metallo furono introdotte negli anni '60, ma la loro diffusione fu frenata dal grande successo della protesi di Charnley. Negli anni '80, in seguito al riscontro del fenomeno dell'usura del polietilene e grazie al miglioramento delle tecniche industriali di produzione delle componenti in metallo, si è assistito ad un rinnovato interesse per questo tipo di accoppiamento, che mostra una elevata resistenza all'usura e permette di realizzare teste di grandi dimensioni, con conseguenti be-

FIGURA 4.

Confronto tra preoperatorio e postoperatorio in paziente con coxartrosi in conflitto femoroacetabolare misto. Vengono visualizzati la variazione di angolo alpha, angolo di Wiberg e off-set test-collo.

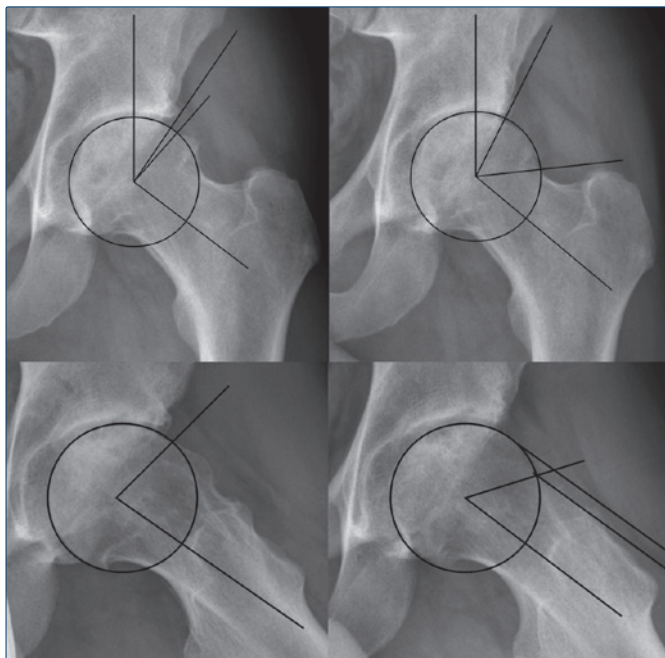


TABELLA IV.
Usura media in base al tipo di accoppiamento.

Accoppiamento	Usura (mm/anno)
Metallo-UHMWPE (\pm crosslinked)	0,05-0,2
Metallo-metallo	0,001-0,003
Alumina-UHMWPE (\pm crosslinked)	Mediamente < 0,1 (60)
Ceramica-ceramica	< 0,003

nefici sulla stabilità dell'impianto e sull'articolarià. Tale accoppiamento è inoltre l'unico che può essere utilizzato per realizzare protesi di rivestimento, considerate capaci di garantire una migliore conservazione del bone-stock femorale ed una più ampia mobilità grazie all'utilizzo di teste di diametro maggiore⁴⁷.

Tutte le caratteristiche sopra citate hanno reso questo accoppiamento un'attraente alternativa per il paziente giovane; tuttavia, come si evince da una recente metanalisi basata sui dati dei registri⁴⁸, a distanza di qualche anno le protesi metallo-metallo mostrano tassi di revisione superiori rispetto ad altri accoppiamenti⁴⁸, associati a frequenze significativamente elevate di complicanze secondarie all'usura del metallo⁴⁹ e definite come adverse reaction to metallic wear debris. La risposta dei tessuti molli ai detriti metallici determina la formazione di pseudotumori e metallosi, con conseguente degenerazione tissutale progressiva e fallimento dell'impianto; nei pazienti con protesi metallo-metallo si possono inoltre individuare elevate concentrazioni di ioni metallici nel circolo ematico, la cui tossicità è particolarmente rilevante in pazienti affetti da insufficienza renale o donne in età feconda^{50,51}. Per questi motivi l'utilizzo di questo accoppiamento è ora in una fase di nuovo declino⁵².

CERAMICA-CERAMICA

L'accoppiamento ceramica-ceramica è stato introdotto nella pratica clinica negli anni '70, mostrando fin da subito un'ottima resistenza all'usura al costo di un'elevata fragilità all'impatto, con il rischio di frattura dell'inserto o della testina⁵³. Il tasso di usura di questo accoppiamento è fino a 4.000 volte minore rispetto al metallo-polietilene⁵⁴, inoltre i detriti ceramici sono bioinerti e di conseguenza meglio tollerati rispetto a quelli di metallo o polietilene⁵⁵. Attualmente, grazie allo sviluppo di ceramiche sempre più resistenti (Alumina e Zirconia), il numero di fallimenti si è notevolmente ridotto⁵⁶, rendendo tale accoppiamento una valida alternativa in grado di garantire un tasso di sopravvivenza del 94% a 9 anni e dell'84% a 21 anni⁵⁷. Il principale disturbo lamentato dai pazienti con protesi ceramica-ceramica è un cigolio udibile in un numero variabile di casi⁵⁸, le cui cause sembrano secondarie al tipo di lubrificazione che caratterizza questo materiale.

CERAMICA-POLIETILENE

Le caratteristiche della ceramica permettono mediamente una riduzione dei tassi di usura del polietilene rispetto all'accoppiamento metallo-polietilene^{59,60}. Rispetto alle protesi ceramica-ceramica sono caratterizzate da un costo più contenuto e da un minor rischio di frattura della testina; tali caratteristiche le rendono una valida alternativa nel paziente giovane che debba essere sottoposto ad intervento protesico.

STELI CORTI

Recentemente si assiste ad un crescente interesse verso gli steli corti, con l'obiettivo di migliorare le performance dell'impianto e di salvaguardare il bone-stock femorale⁶¹. Gli studi DEXA mostrano una correlazione tra design dello stelo e distribuzione dei carichi ed una riduzione del riassorbimento osseo rispetto agli steli tradizionali⁶²⁻⁷¹. Nella maggior parte degli steli il riassorbimento è riscontrabile soprattutto nelle zone 1 e 7 di Gruen, ovvero a livello del collo e del grande trocantere, mentre mediamente si assiste ad un aumento di densità ossea a livello laterale ed apicale (zone 3 e 4); gli steli Proxima invece mostrano un incremento di densità ossea in corrispondenza del grande trocantere (zone 1) ed una minor tendenza al riassorbimento nelle aree del collo ed in regione metafisaria prossimale mediale (zone 6 e 7).

La maggior parte degli Studi radiografici mostra una buona stabilità dell'impianto, con assenza di segni di radiolucenza o mobilitazione (0-7%) e basse percentuali di subsidenza^{65,70,72-76,78,79}. L'incidenza di riassorbimento a livello del collo femorale risulta invece variabile: in alcune casistiche, seppur di entità variabile, raggiunge la quasi totalità della popolazione analizzata (85-100%)^{66,70,75}, mentre in altre casistiche appare come un fenomeno abbastanza contenuto (0-34%)^{72-74,76-79}.

Gli studi sull'outcome mostrano risultati clinici buoni ed in linea con quelli degli steli tradizionali (Tab. V). Una recente metanalisi (100) ha evidenziato come gli steli a conservazione di collo siano in grado di garantire un'ottima sopravvivenza a breve e medio termine associata a brillanti risultati funzionali, senza tuttavia mostrare una significativa superiorità rispetto agli steli tradizionali; rimangono tuttavia alcuni dubbi sul loro utilizzo in pazienti affetti da osteoporosi o con necrosi avascolare della testa femorale^{66,96}. L'utilizzo di steli corti è infine correlato ad una riduzione del dolore alla coscia ed una diminuzione dell'incidenza di microemboli (Tab. V). Tra le possibili complicanze riportate con l'utilizzo di questi steli, in particolare durante la curva di apprendimento, vi sono le fratture intraoperatorie a livello del collo femorale ed un'augmentata incidenza di allungamento dell'arto operato¹⁰¹; ciò nonostante uno studio comparativo di Kim⁸³ ha evidenziato un minor tasso di fratture del rispetto agli steli standard (1,4 vs. 11,4%),

TABELLA V.
Sopravvivenza ed outcome degli steli corti.

Studio	LoE	Stelo	Casi	Follow-up (anni)	HHS/MdA	Dolore coscia	Percentuale sopravvivenza
Goebel 2009 ⁸⁰	IV	Mayo	30	6,8	16 (MdA)	0,6	100
Falez 2008 ⁶²	IV	Mayo	160	4,7			97,5
Hagel 2008 ⁸¹	IV	Mayo	316		93,6		98,2
Morrey 2000 ⁶³	IV	Mayo	159	6,5	90,4	0	98,2
Ghera 2009 ⁷⁵	IV	Proxima	65	1,7	91	0	100
Toth 2010 ⁸²	IV	Proxima	41	2,2	88		100
Kim 2012 ⁸³	I	Proxima	70	4,1	85,7	0	100
Kim 2013 ⁶⁶	II	Proxima	256	5,6	91;93;95	0	99,7
Kim 2011 ⁸⁴	IV	Proxima	84	4,6	89	0	100
Kim 2011 ⁶⁶	I	Proxima	60/60	3,35	97/96		100/100
Synder 2009 ⁷⁶	IV	Metha	30	0,5-1,3	97	NR	100
Floerkemeier 2012 ⁹⁵	IV	Metha	73	2,8	90,6	NR	96 (100)
Witteberg 2013 ⁷⁷	IV	Metha	250	4,9	97	NR	92 (96,7)
Thorey 2013 ⁸⁶	IV	Metha	151	5,8	90	NR	98 (98,7)
Ettinger 2011 ⁸⁷	IV	Nanos	72	5,2	97,6		100
Pons 2010 ⁷⁸	IV	CFP	138	3,1			97,9 (100)
Briem 2011 ⁸⁸	IV	CFP	155	6,2	96% good to excellent	0	99
Kress 2012 ⁶⁹	IV	CFP	38	7	92		97,4
Hutt 2013 ⁸⁹	IV	CFP	75	9,3	91		100
Kendoff 2013 ⁹⁰	IV	CFP	149	11,2	93		91,6 (95,7)
Ghera 2013 ⁹¹	IV	CFP	150	5,5	83		100
Gill 2008 ⁹²	IV	CFP	75	3,6	94		100
Nowak 2011 ⁹³	IV	CFP	50	6,8	94		98
Rohrl 2006 ⁹⁴	IV	CFP	26	2	93		100
Santori 2010 ⁷⁴	IV	Custom	129	8	95	0	100
Patel 2013 ⁷⁹	IV	Custom	69	5,5	96		100
Stulberg 2008 ⁹⁵	IV	Custom	65	2,7	93		100
Patel 2012 ⁹⁶	III	Citation	65/91	3	93/88		100
Morales De Cano 2013 ⁹⁷	IV	GTS	81	1,5	16 (MdA)		100
Molli 2012 ⁹⁸	III	TeperLoc Microplasty	269	2,5	83,1		99,6
Gustle 2012 ⁹⁹	IV	Fitmore	500				100

HHS: Harris Hip Score; MdA: Merle d'Aubigné score.

analogamente a quanto riportato da Molli RG (0,4 vs. 3,1%)⁹⁸.

In conclusione si può affermare che gli steli corti presentano dei risultati clinici ed una sopravvivenza simili a quelli degli steli standard, anche se tale dato è condizionato dall'assenza di studi con un follow-up sul lungo periodo.

Attualmente i principali vantaggi dell'utilizzo degli steli corti sono la minor incidenza di dolore alla coscia e la preservazione del bone-stock femorale¹⁰², con conseguenti benefici nei casi in cui si renda necessaria una revisione, in quanto questa può essere eseguita con steli da primo impianto.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Lieberman JR, Berry DJ, Montv MA, et al. *Osteonecrosis of the Hip: Management in the Twenty-first Century*. Instr Course Lect 2003;52:337-55.
- 2 Rutz E, Spoerri M. *Septic arthritis of the paediatric hip - A review of current diagnostic approaches and therapeutic concepts*. Acta Orthop Belg 2013;79:123-34.
- 3 Gholve PA, Cameron DB, Millis MB. *Slipped capital femoral epiphysis update*. Curr Opin Pediatr 2009;21:39-45.
- 4 Froberg L, Christensen F, Pedersen NW, et al. *The need for total hip arthroplasty in Perthes disease: a long-term study*. Clin Orthop Relat Res 2011;469:1134-40.
- 5 Bracken J, Tran T, Ditchfield M. *Developmental dysplasia of the hip: controversies and current concepts*. J Paediatr Child Health 2012;48:963-72.
- 6 Castañeda P, Ponce C, Villareal G, et al. *The natural history of osteoarthritis after a slipped capital femoral epiphysis/ the pistol grip deformity*. J Pediatr Orthop 2013;33(Suppl 1):S76-82.
- 7 Pauwels F (ed.). *Biomechanics of the normal and diseased hip: theoretical foundation, technique and results of treatment: an atlas*. New York: Springer Verlag 1976.
- 8 Khan RM, Abbassian A. *Current concepts in the management of hip pain in the young adult*. Int J Clin Pract 2010;64:1541-5.
- 9 Leunig M, Ganz R. *The evolution and concepts of joint preserving surgery of the hip*. Bone Joint J 2014;96:5-18.
- 10 Adelani MA, Keeney JA, Palisch A, et al. *Has total hip arthroplasty in patients 30 years or younger improved? A systematic review*. Clin Orthop Relat Res 2013;471:2595-601.
- 11 Gosvig KK, Jacobsen S, Sonne-Holm S, et al. *Prevalence of malformations of the hip joint and their relationship to sex, groin pain, and risk of osteoarthritis: a population-based survey*. J Bone Joint Surg Am 2010;92:1162-9.
- 12 Reichenbach S, Juni P, Werlen S, et al. *Prevalence of cam-type deformity on hip magnetic resonance imaging in young males: a cross-sectional study*. Arthritis Care Res (Hoboken) 2010;62:1319-27.
- 13 Hack K, Di Primio G, Rakhra K, et al. *Prevalence of cam-type femoroacetabular impingement morphology in asymptomatic volunteers*. J Bone Joint Surg Am 2010;92:2436-44.
- 14 Lafrance R, Williams R, Madsen W, et al. *The prevalence of radiographic criteria of femoral acetabular impingement in patients undergoing hip arthroplasty surgery*. Geriatr Orthop Surg Rehabil 2014;5:21-6.
- 15 Laborie LB, Lehmann TG, Engesaeter IØ, et al. *Prevalence of radiographic findings thought to be associated with femoroacetabular impingement in a population-based cohort of 2081 healthy young adults*. Radiology 2011;260:494-502.
- 16 Gosvig KK, Jacobsen S, Sonne-Holm S, et al. *Prevalence of malformations of the hip joint and their relationship to sex, groin pain, and risk of osteoarthritis: a population-based survey*. J Bone Joint Surg Am 2010;92:1162-9.
- 17 Lahner M, Walter PA, Von Schulze Pellenhahr C, et al. *Comparative study of the femoroacetabular impingement (FAI) prevalence in male semiprofessional and amateur soccer players*. Arch Orthop Trauma Surg 2014;134:1135-41.
- 18 Kang AC, Gooding AJ, Coates MH, et al. *Computed tomography assessment of hip joints in asymptomatic individuals in relation to femoroacetabular impingement*. Am J Sports Med 2010;38:1160-5.
- 19 Kapron AL, Anderson AE, Aoki SK, et al. *Radiographic prevalence of femoroacetabular impingement in collegiate football players: AAOS Exhibit Selection*. J Bone Joint Surg Am 2011;93:e111(1-10).
- 20 Philippon MJ, Ho CP, Briggs KK, et al. *Prevalence of increased alpha angles as a measure of cam-type femoroacetabular impingement in youth ice hockey players*. Am J Sports Med 2013;41:1357-62.
- 21 Lung R, O'Brien J, Grebenyuk J, et al. *The prevalence of radiographic femoroacetabular impingement in younger individuals undergoing total hip replacement for osteoarthritis*. Clin Rheumatol 2012;31:1239-42.
- 22 Czubak J, Sionek A, Czwojdzinski A. *New concepts in the aetiology of primary osteoarthritis of the hip caused by femoroacetabular impingement*. Ortop Traumatol Rehabil 2010;12:479-92.
- 23 Ganz R, Parvizi J, Beck M, et al. *Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip*. Clin Orthop Relat Res 2003;417:112-20.
- 24 Impellizzeri FM, Mannion AF, Naal FD, et al. *The early outcome of surgical treatment for femoroacetabular impingement: success depends on how you measure it*. Osteoarthr Cartilage 2012;20:638-45.
- 25 Agricola R, Heijboer MP, Bierma-Zeinstra SM, et al. *Cam impingement causes osteoarthritis of the hip: a nationwide prospective cohort study (CHECK)*. Ann Rheum Dis 2013;72:918-23.
- 26 Wright AA, Naze GS, Kavchak AE, et al. *Radiological variables associated with progression of femoroacetabular impingement of the hip: A systematic review*. J Sci Med Sport 2014 Mar 15 [Epub ahead of print].
- 27 Hunt D, Prather H, Harris Hayes M, et al. *Clinical outcomes analysis of conservative and surgical treatment of patients with clinical indications of prearthritic, intra-articular hip disorders*. PM R 2012;4:479-87.
- 28 Papalia R, Del Buono A, Franceschi F, et al. *Femoroacetabular impingement syndrome management: arthroscopy or open surgery?* Int Orthop 2012;36:903-14.
- 29 Bozic KJ, Chan V, Valone FH III, et al. *Trends in Hip Arthroscopy Utilization in the United States*. J Arthroplasty 2013;28(Suppl 1):140-3.
- 30 Byrd JW, Jones KS. *Hip arthroscopy in athletes 10-year follow-up*. Am J Sports Med 2009;37:2140-3.
- 31 Philippon MJ, Yen YM, Briggs KK, et al. *Early outcomes after hip arthroscopy for femoroacetabular impingement in the athletic adolescent patient*. J Pediatr Orthop 2008;28:705-10.
- 32 Nho SJ, Magennis EM, Singh CK, et al. *Outcomes after the arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement in a mixed group of high-level athletes*. Am J Sports Med 2011;39:14S-9.
- 33 Farjo LA, Glick JM, Sampson TG. *Hip arthroscopy for acetabular labral tears*. Arthroscopy 1999;15:132-7.
- 34 Byrd JW, Jones KS. *Hip arthroscopy for labral pathology: prospective analysis with 10-year follow-up*. Arthroscopy 2009;25:365-8.
- 35 Streich NA, Gotterbarm T, Barié A, et al. *Prognostic value of chondral defects on the outcome after arthroscopic treatment of acetabular labral tears*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2009;17:1257-63.
- 36 Haviv B, O'Donnell J. *Arthroscopic treatment for acetabular labral tears of the hip without bony dysmorphism*. Am J Sports Med 2011;39(Suppl):79S-84.
- 37 Horisberger M, Brunner A, Herzog RF. *Arthroscopic treatment of femoral acetabular impingement in patients with preoperative generalized degenerative changes*. Arthroscopy 2010;26:623-9.
- 38 Larson CM, Giveans MR, Taylor M. *Does arthroscopic FAI correction improve function with radiographic arthritis?* Clin Orthop Relat Res 2011;469:1667-76.
- 39 Philippon MJ, Briggs KK, Yen YM, et al. *Outcomes following hip arthroscopy for femoroacetabular impingement with associated chondrolabral dysfunction: minimum two-year follow-up*. J Bone Joint Surg Br 2009;91:16-23.
- 40 Skendzel JG, Philippon MJ, Briggs KK, et al. *The effect of joint space on midterm outcomes after arthroscopic hip surgery for femoroacetabular impingement*. Am J Sports Med 2014;42:1127-33.
- 41 McCarthy J, McMillan S. *Arthroscopy of the hip - factors affecting outcome*. Orthop Clin N Am 2013;44:489-98.
- 42 Ng VY, Arora N, Best TM, et al. *Efficacy of surgery for femoralacetabular impingement: a systematic review*. Am J Sports Med 2010;38:2337-45.

- ⁴³ Macpherson G, Breusch S. *Metal-on-metal hip resurfacing: A critical review.* Arch Orthop Trauma Surg 2011;131:101-10.
- ⁴⁴ Oral E, Christensen SD, Malhi AS, et al. *Wear resistance and mechanical properties of highly cross-linked, ultrahigh-molecular weight polyethylene doped with vitamin E.* J Arthroplasty 2006;21:580-91.
- ⁴⁵ Harris WH. *Conquest of a worldwide human disease: particle-induced periprosthetic osteolysis.* Clin Orthop Relat Res 2004;429:39-42.
- ⁴⁶ Wroblewski BM, Siney PD, Fleming PA. *The Charnley hip replacement - 43 years of clinical success.* Acta Chir Orthop Traumatol Cech 2006;73:6-9.
- ⁴⁷ Cuckler JM. *Metal-on-metal surface replacement: a triumph of hope over reason: affirms.* Orthopedics 2011;34:e439-41.
- ⁴⁸ Board of directors of AAOS. *Modern metal on metal hip implants a technology overview.* AAOS 2011. (http://www.aaos.org/research/overviews/Metal_On_Metal.pdf).
- ⁴⁹ de Steiger RN, Hang JR, Miller LN, et al. *Five-year results of the ASR X-large Acetabular System and the ASR Hip Resurfacing System: an analysis from the Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry.* J Bone Joint Surg Am 2011;93:2287-93.
- ⁵⁰ Triclot P. *Metal-on-metal: history, state of the art.* Int Orthop 2011;35:201-6.
- ⁵¹ Dumbleton JH, Manley MT. *Metal-on-Metal total hip replacement: what does the literature say?* J Arthroplasty 2005;20:174-88.
- ⁵² Rajpura A, Kendoff D, Board TN. *The current state of bearing surfaces in total hip replacement.* Bone Joint J 2014;96-B:147-56.
- ⁵³ Lee GC, Garino JP. *Reliability of ceramic components.* Semin Arthroplasty 2011;22:271-5.
- ⁵⁴ Skinner HB. *Ceramic bearing surfaces.* Clin Orthop Relat Res 1999;369:83-91.
- ⁵⁵ Christel PS. *Biocompatibility of surgical-grade dense polycrystalline alumina.* Clin Orthop Relat Res 1992;282:10-8.
- ⁵⁶ Bizot P, Sedel L. *Alumina bearings in hip replacement: theoretical and practical aspects.* Oper Tech Orthop 2001;11:263-9.
- ⁵⁷ Hannouche D, Zaoui A, Zadegan F, et al. *Thirty years of experience with alumina-on-alumina bearings in total hip arthroplasty.* Int Orthop 2011;35:207-13.
- ⁵⁸ Jarrett CA, Ranawat AS, Bruzzone M, et al. *The squeaking hip: a phenomenon of ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty.* J Bone Joint Surg Am 2009;91:1344-9.
- ⁵⁹ Kurtz SM, Gawel HA, Patel JD. *History and systematic review of wear and osteolysis outcomes for first-generation highly cross-linked polyethylene.* Clin Orthop Relat Res 2011;469:2262-77.
- ⁶⁰ Jung YL, Kim SY. *Alumina-on-polyethylene bearing surfaces in total hip arthroplasty.* Open Orthop J 2010;11:56-60.
- ⁶¹ Pipino F, Keller A. *Tissue-sparing surgery: 25 years' experience with femoral neck preserving hip arthroplasty.* J Orthop Traumatol 2006;7:36-41.
- ⁶² Falez F, Casella F, Panegrossi G, et al. *Perspectives on metaphyseal conservative stems.* J Orthopaed Traumatol 2008;9:49-54.
- ⁶³ Chen HH, Morrey BF, An KN, et al. *Bone remodeling characteristics of a short-stemmed total hip replacement.* J Arthroplasty 2009;24:945-50.
- ⁶⁴ Lerch M, von der Haar-Tran A, Windhagen H, et al. *Bone remodelling around the Metha short stem in total hip arthroplasty: a prospective dual-energy X-ray absorptiometry study.* Int Orthop 2012;36:533-8.
- ⁶⁵ Kim YH, Choi Y, Kim JS. *Comparison of bone mineral density changes around short, metaphyseal-fitting, and conventional cementless anatomical femoral components.* J Arthroplasty 2011;26:931-40.
- ⁶⁶ Kim YH, Park JW, Kim JS. *Is diaphyseal stem fixation necessary for primary total hip arthroplasty in patients with osteoporotic bone (class c bone)?* J Arthroplasty 2013;28:139-46.
- ⁶⁷ Albanese CV, Santori FS, Pavan L, et al. *Periprosthetic DXA after total hip arthroplasty with short vs. ultra-short custom-made femoral stems 37 patients followed for 3 years.* Acta Orthop 2009;80:291-7.
- ⁶⁸ Zeh A, Pankow F, Rölinhoff M, et al. *A prospective dual-energy X-ray absorptiometry study of bone remodeling after implantation of the Nanos short-stemmed prosthesis.* Acta Orthop Belg 2013;79:174-80.
- ⁶⁹ Kress AM, Schmidt R, Nowak TE, et al. *Stress-related femoral cortical and cancellous bone density loss after collum femoris preserving uncemented total hip arthroplasty: a prospective 7-year follow-up with quantitative computed tomography.* Arch Orthop Trauma Surg 2012;132:1111-9.
- ⁷⁰ Lazarinis S, Mattsson P, Milbrink J, et al. *A prospective cohort study on the short collum femoris-preserving (CFP) stem using RSA and DXA Primary stability but no prevention of proximal bone loss in 27 patients followed for 2 years.* Acta Orthopaedica 2013;84:32-9.
- ⁷¹ Logroscino G1, Ciriello V, D'Antonio E, et al. *Bone integration of new stemless hip implants (proxima vs. nanos). A DXA study: preliminary results.* Int J Immunopathol Pharmacol 2011;24(Suppl 2):113-6.
- ⁷² Goebel D, Schultz W. *The Mayo cementless femoral component in active patients with osteoarthritis.* Hip Int 2009;19:206-10.
- ⁷³ Morrey BF, Adams RA, Kessler M. *A conservative femoral replacement for total hip arthroplasty. A prospective study.* J Bone Joint Surg Br 2000;82:952-8.
- ⁷⁴ Santori FS, Santori N. *Mid-term results of a custom-made short proximal loading femoral component.* J Bone Joint Surg Br 2010;92:1231-7.
- ⁷⁵ Ghera S, Pavan L. *The DePuy Proxima hip: a short stem for total hip arthroplasty. Early experience and technical considerations.* Hip Int 2009;19:215-20.
- ⁷⁶ Synder M, Drobniowski M, Pruszczyński B, et al. *Initial experience with short Metha stem implantation.* Ortop Traumatol Rehabil 2009;11:317-23.
- ⁷⁷ Wittenberg RH, Steffen R, Windhagen H. *Five-year results of a cementless short-hip-stem prosthesis.* Orthop Rev (Pavia) 2013;5:e4.
- ⁷⁸ Pons M. *Learning curve and short-term results with a short-stem CFP system.* Hip Int 2010;20(Suppl 7):S52-7.
- ⁷⁹ Patel RM, Lo WM, Cayo MA, et al. *Stable, dependable fixation of short-stem femoral implants at 5 years.* Orthopedics 2013;36:e301-7.
- ⁸⁰ Goebel D, Schultz W. *The Mayo cementless femoral component in active patients with osteoarthritis.* Hip Int 2009;19:206-10.
- ⁸¹ Hagel A, Hein W, Wohrlab D. *Experience with the Mayo conservative hip system.* Acta Chir Orthop Traumatol Cech 2008;75:288-92.
- ⁸² Tóth K, Mécs L, Kellermann P. *Early experience with the Depuy Proxima short stem in total hip arthroplasty.* Acta Orthop Belg 2010;76:613-8.
- ⁸³ Kim YH, Oh JH. *A comparison of a conventional versus a short, anatomical metaphyseal-fitting cementless femoral stem in the treatment of patients with a fracture of the femoral neck.* J Bone Joint Surg Br 2012;94:774-81.
- ⁸⁴ Kim YH, Kim JS, Park JW, et al. *Total hip replacement with a short metaphyseal-fitting anatomical cementless femoral component in patients aged 70 years or older.* J Bone Joint Surg Br 2011;93:587-92.
- ⁸⁵ Floerkemeier T1, Tscheuschner N, Calliess T, et al. *Cementless short stem hip arthroplasty METHA as an encouraging option in adults with osteonecrosis of the femoral head.* Arch Orthop Trauma Surg 2012;132:1125-31.
- ⁸⁶ Thorey F, Hofer C, Abdi-Tabari N, et al. *Clinical results of the Metha short hip stem: a perspective for younger patients?* Orthop Rev (Pavia) 2013;5:e34.
- ⁸⁷ Ettinger M, Ettinger P, Lerch M, et al. *The NANOS short stem in total hip arthroplasty: a mid term follow-up.* Hip Int 2011;21:583-6.
- ⁸⁸ Briem D, Schneider M, Bogner N, et al.

Mid-term results of 155 patients treated with a collum femoris preserving (CFP) short stem prosthesis. *Int Orthop* 2011;35:655-60.

⁸⁹ Hutt J, Harb Z, Gill I, et al. Ten year results of the collum femoris preserving total hip replacement: a prospective cohort study of seventy five patients. *Int Orthop* 2014;38:917-22.

⁹⁰ Kendoff DO, Citak M, Egidy CC, et al. Eleven-year results of the anatomic coated CFP stem in primary total hip arthroplasty. *Arthroplasty* 2013;28:1047-51.

⁹¹ Ghera S, Bisicchia S. The collum femoris preserving stem: early results. *Hip Int* 2013;23:27-32.

⁹² Gill IR, Gill K, Jayasekera N, et al. Medium term results of the collum femoris preserving hydroxyapatite coated total hip replacement. *Hip Int* 2008;18:75-80.

⁹³ Nowak M, Nowak TE, Schmidt R, et al.

Prospective study of a cementless total hip arthroplasty with a collum femoris preserving stem and a trabeculae oriented pressfit cup: minimum 6-year follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg* 2011;131:549-55.

⁹⁴ Röhrli SM, Li MG, Pedersen E, et al. Migration pattern of a short femoral neck preserving stem. *Clin Orthop Relat Res* 2006;448:73-8.

⁹⁵ Stulberg SD, Dolan M. The short stem: a thinking man's alternative to surface replacement. *Orthopedics* 2008;31:885-6.

⁹⁶ Ronak M, Patel MD, Matthew C, et al. Stable fixation of short-stem femoral implants in patients 70 years and older. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:442-9.

⁹⁷ Morales de Cano JJ, Gordo C, Illobre JM. Early clinical results of a new conservative hip stem. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014;24:359-63.

⁹⁸ Molli RG, Lombardi AV Jr, Berend KR,

et al. A short tapered stem reduces intra-operative complications in primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:450-61.

⁹⁹ Gustke K. Short stems for total hip arthroplasty: initial experience with the Fitmore stem. *J Bone Joint Surg Br* 2012;94(11 Suppl A):47-51.

¹⁰⁰ Banerjee S, Pivec R, Issa K, et al. Outcomes of short stems in total hip arthroplasty. *Orthopedics* 2013;36:700-7.

¹⁰¹ Schmidutz F, Beirer M, Weber P, et al. Biomechanical reconstruction of the hip: comparison between modular short-stem hip arthroplasty and conventional total hip arthroplasty. *Int Orthop* 2012;36:1341-7.

¹⁰² Khanuja HS, Vakil JJ, Goddard MS, et al. Cementless femoral fixation in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 2011;93:500-9.

IL TRATTAMENTO CHIRURGICO DELLA GONARTROSI AI NOSTRI TEMPI

G. Pirovano, M. Bigoni, A. Rossi, A. Colombi, M. Pungitore, D. Munegato, G. Zatti
Clinica Ortopedica Università di Milano Bicocca,
AO "San Gerardo", Monza
E-mail: gabriele.pirovano81@gmail.com

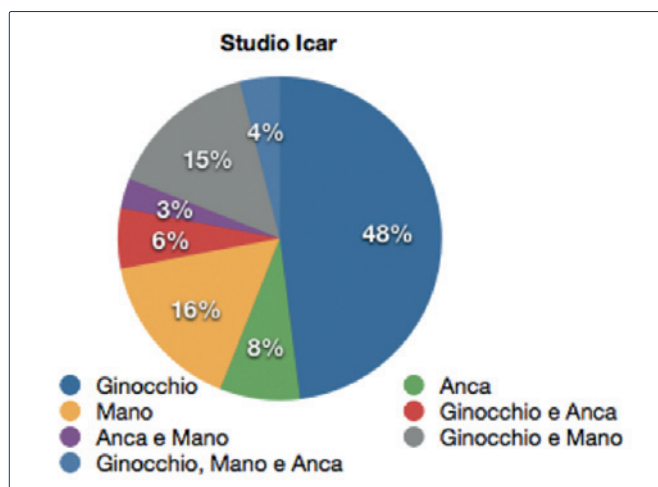
Il ginocchio è la localizzazione artrosica più rappresentata¹, più frequente nel sesso femminile, soprattutto dopo i 50-55 anni², e in alcune categorie professionali^{3,4}. L'articolazione femoro-rotulea spesso è coinvolta nel processo degenerativo a partenza da uno dei due condili, ma può anche essere sede primaria dell'artrosi^{5,6} (Fig. 1).

La gonartrosi nel tempo genera dolore in molte situazioni della vita quotidiana con possibilità di riduzione funzionale, sino ad un blocco articolare acuto dovuto alla presenza di corpi liberi articolari^{7,8}. Il grado di invalidità che l'OA può provocare è paragonabile a quello dello scompenso cardiaco e della BPCO (cit. studio Framingham).

L'approccio terapeutico si basa su tre precisi step (approccio non farmacologico, approccio farmacologico e chirurgia) descritti nel dettaglio dalle linee guida 2012 dell'American College of Rheumatology⁹. I presidi terapeutici conservativi possono fallire ed essere insufficienti a garantire una qualità di vita accettabile per il paziente. Esiste una forte raccomandazione per tutti i pazienti con OA sintomatica allo svolgimento di attività aerobica standard o in acqua (non ci sono evidenze di un maggior beneficio di una rispetto all'altra)^{10,11}.

Inoltre in pazienti sovrappeso uno studio inglese dimostra come una perdita di 5 kg riduca il rischio di protesizza-

FIGURA 1.
Principali localizzazioni della patologia artrosica.



zione del 24%¹². L'approccio farmacologico si avvale di farmaci antinfiammatori e di altri presidi farmacologici (integratori ad utilizzo locale o sistemico)⁹. L'ultimo step della malattia viene affrontato chirurgicamente⁹.

INDICAZIONI CHIRURGICHE

Osteotomie

L'osteotomia (tibiale o femorale) è un intervento riservato ai pazienti portatori di gonartrosi monocompartmentale¹³. Tale intervento chirurgico è volto a ripristinare il corretto asse e/o spostare il carico dal compartimento usurato a quello più integro. In base ai dati di letteratura si evince

TABELLA I.
Criteri di inclusione all'intervento chirurgico.

Parametri	Indicazioni	Letteratura
Età	< 60 anni	Mattwes et al. ¹²¹ , Berman et al. ¹²² , Naudie et al. ¹²³
Livello di attività	Alta (sportive, lavori pesanti)	Insall et al. ²⁷ , Coventry ²³ , Giagunidis ¹²⁴
Peso corporeo	Inversamente proporzionale alla durata del risultato	
Stadiazione	Grado 1 di Halback	Rinonapoli et al. ¹²⁵ , Sprenger et al. ¹²⁶
Deformità	> 13° di varo	

come oggi sia un intervento consigliato ai soli pazienti giovani con elevate richieste funzionali (Tab. I).

Negli ultimi anni si è assistito ad un rinnovato interesse verso tale metodica chirurgica a causa sia della presenza di nuovi mezzi di sintesi sia a nuovi campi di applicazione delle HTO come nei casi di associazione con tecniche di ricostruzione cartilaginea¹⁴. Diverse sono le possibilità di osteotomia a livello del ginocchio comprendendo osteotomie valgizzante prossimale di tibia (HTO) per il ginocchio varo (a cuneo di addizione – open wedge osteotomy – OW-HTO e a cuneo di sottrazione – closed wedge osteotomy, CW-HTO) e osteotomia varizzante distale di femore (DFVTO) per il ginocchio valgo, eseguibile anch'essa a cuneo di chiusura o di apertura.

In letteratura si evince come tale proposta terapeutica dia ottimi risultati in termini di riallineamento dell'asse dell'arto inferiore e in termini di outcome^{15 16}. Alcuni studi con follow-up a distanza hanno indicato come i buoni risultati siano visibili in particolare a breve termine, mentre non siano ottimali a lungo termine¹⁷ con quindi un progressivo deterioramento nel tempo¹⁸⁻²⁰. I fattori prognostici positivi vedono inclusi: varismo < 10°, conservato ROM preoperatorio, basso momento adduttore, artrosi in stadio iniziale^{18 21 22}. Le condizioni che possono controindicare l'intervento vedono invece l'artrosi del compartimento laterale, lassità legamentose, elevata perdita ossea del piatto tibiale mediale, > BMI, artrite infiammatoria²³. Risulta tuttavia ancora aperto il dibattito riguardante alcuni criteri di inclusione ed esclusione quale ad esempio un'alterazione dell'articolazione femoro-rotulea associata^{24 25}. Data l'importanza prognostica che coinvolge la buona correzione dell'asse dell'arto inferiore²⁶⁻³², è fondamentale un adeguato planning pre-operatorio³⁰. Tra le complicanze più comuni di tale tecnica operatoria si possono includere lesione dello SPE^{33 34} (in caso di CW-HTO), pseudoartrosi^{33 35-40}, rischio di fratture aumentato^{33 41} e perdita della correzione^{42 43} (in particolare in caso di OW-HTO).

A causa del deterioramento nel tempo dei risultati viene considerato un intervento non definitivo e non risolutivo con la necessità a medio-lungo termine di essere revisionato con una protesi totale di ginocchio (TKA)^{44 45}, tuttavia diversi Autori riportano risultati peggiori delle protesi realizzate

su fallimenti di HTO, in particolare in caso di CW-HTO a causa dell'alterata anatomia della tibia prossimale, rispetto alle protesi da primo impianto⁴⁶⁻⁵⁰. Anche questa considerazione dovrebbe essere soppesata nel porre indicazione ad un intervento di HTO in particolare in quei pazienti al confine tra HTO e TKA.

Protesi monocompartimentali

Le protesi monocompartimentali sono state introdotte negli anni '60 come alternativa alle TKA⁵¹, come trattamento per l'artrosi limitata al compartimento femoro-tibiale mediale o laterale⁵². Questo genere di protesi si proponeva per facilità di impianto, minimo sacrificio osseo, una minor modifica della cinematica del ginocchio ed una minor difficoltà nell'eventuale revisione⁵³. Ciò nonostante visti i numerosi casi di fallimento degli impianti in virtù di una scarsa selezione dei pazienti e di un non adeguato sviluppo dei materiali il loro utilizzo è sì ridotto negli anni '80⁵³⁻⁵⁸.

Negli ultimi anni le protesi mono-compartimentali vengono sempre più utilizzate, grazie anche ad indicazioni più accurate e ad un miglioramento dei materiali⁵⁹. Non bisogna però dimenticare che anche le TKA sono state soggette a miglioramenti in termini di sviluppo dei materiali e di design^{52 53 59 60} ed offrono quindi ancora un risultato migliore in particolare in termini di sopravvivenza dell'impianto rispetto alle protesi monocompartimentali, per le quali le indicazioni restano ristrette a pochi casi ed i risultati anche clinici, seppur in miglioramento, restano inferiori⁶¹.

Il continuo studio negli anni ed il perfezionamento degli strumenti di valutazione ha permesso di metter a punto quindi criteri selettivi in funzione degli outcome⁶².

I criteri di selezione dei pazienti⁵² negli ultimi anni sono i seguenti (criteri di Kozinn)⁶³:

- artrosi o osteonecrosi isolata del compartimento mediale o laterale;
- bassa richiesta funzionale;
- peso inferiore agli 82 kg;
- età superiore ai 60 anni;
- minimo dolore a riposo;
- ROM superiore ai 90°;

- contrattura in flessione inferiore ai 5°;
- deformità in varo inferiore ai 10° ed in valgo inferiore ai 15°; entrambe correggibili passivamente.

I criteri di esclusione sono invece i seguenti:

- diagnosi di osteoartrosi infiammatoria;
- pazienti con meno di 60 anni;
- alta richiesta funzionale;
- dolore a riposo;
- dolore femoro-rotuleo.

Recentemente alcuni autori hanno accettato l'utilizzo dei criteri sopra riportati riservandosi tuttavia la possibilità di non considerare alcuni parametri d'inclusione o esclusione⁶⁴ basandosi maggiormente su criteri anatomopatologici di seguito riportati^{52 64}:

- pazienti con completa degenerazione osteocondrale del comparto mediale;
- LCA intatto;
- cartilagine del comparto laterale integra.

Alcuni studi prevedono l'impiego di queste protesi anche nei pazienti giovani a patto che vengano rispettati i criteri di esclusione (es. BMI < 35)⁶⁵.

Nell'utilizzo delle protesi ad inserto mobile risulta ancora più importante la selezione del paziente vista l'elevata possibilità di dislocazione dell'emipiatto mediale (1-2% dei casi) e l'ancor più elevata percentuale di fallimento se utilizzata per il comparto laterale (circa del 21%)⁶⁶ per cui per questo compartimento ancora ad oggi si preferiscono protesi a piatto fisso^{52 67}.

L'artrosi isolata del comparto femoro tibiale laterale è un evento meno comune rispetto a quella mediale, in considerazione della fisiologica biomeccanica del ginocchio⁶⁸. Nonostante il recente incremento nell'utilizzo delle protesi monocompartimentali la percentuale di tali protesi nel comparto laterali è circa il 10% del totale⁶⁷.

Studi attuali hanno analizzato che i risultati a lungo termine delle moderne protesi monocompartimentali sono comparabili con quelli delle TKA, ma solamente se tutti gli elevati criteri di selezione sono mantenuti^{67 69}.

I principali motivi di fallimento dell'impianto sono sostanzialmente paragonabili a quelli dell'impianto totale⁷⁰:

- usura del polietilene;
- mobilizzazione asettica;
- errato posizionamento dell'impianto con protesi dolorosa;
- infezioni.

Tuttavia la causa principale e più frequente di fallimento di questo tipo d'impianto è la progressione dell'artrosi a livello del compartimento non sostituito o a livello della femoro-rotulea^{71 72}.

In definitiva l'impianto di una protesi monocompartimentale ottenuta attenendosi ai criteri di selezione ed inclusione dei pazienti può essere considerato una valida alternativa alla TKA⁷³ anche se comunque gravata da una minore sopravvivenza nel tempo dell'impianto proprio a causa del

deterioramento dei compartimenti non sostituiti. Tale risultato risulta evidente in virtù del follow-up riscontrato negli ultimi anni e della non elevata difficoltà dell'eventuale passaggio ad un successivo impianto di protesi totale^{71 72 74}. Seppur nel passaggio da protesi monocompartimentale a TKA gli outcome clinici e funzionali siano inferiori dell'impianto primario di TKA⁷⁵. Tuttavia le indicazioni ed i criteri d'inclusione restano troppo restrittivi rispetto ai criteri relativi ad un impianto di TKA, limitandone fortemente l'indicazione all'utilizzo^{52 67}.

Protesi totale di ginocchio

Attualmente l'intervento di protesizzazione del ginocchio supera, per numero di interventi, quella a carico dell'anca⁷⁶. Le previsioni indicano che ci sarà un notevole aumento nella sostituzione articolare di ginocchio. Da ciò emerge la necessità di un continuo miglioramento sia nel design che nelle metodiche di impianto in modo da dare un migliore risultato funzionale più duraturo nel tempo.

Inserto mobile vs. inserto fisso

Le protesi a piattaforma rotante possiedono un disco di polietilene in grado di ruotare sul piatto tibiale fino a 15°; questo permette una minor usura del disco in polietilene e una più lunga durata dell'impianto protesico.

La principale causa di revisione di una protesi di ginocchio è il deterioramento del polietilene⁷⁷; a differenza delle protesi a piattaforma fissa queste durante il movimento di flesso-estensione adattano il disco in polietilene alla superficie femorale distribuendo in maniera più omogenea il peso, rallentando così l'usura della protesi⁷⁸.

I supposti vantaggi delle protesi a piattaforma rotante rispetto a quelle a piattaforma fissa sono ancora da dimostrare⁷⁸⁻⁸⁰.

NOSTRA ESPERIENZA: PIATTAFORMA ROTANTE (PR) VS. FISSA (PF)

Abbiamo confrontato due gruppi di pazienti sottoposti ad intervento di TKA con l'utilizzo dello stesso modello di protesi ma che si differenziavano per la tipologia di inserto in polietilene: in un gruppo abbiamo utilizzato un inserto rotante (PR) (19 pz) e nell'altro fisso (PF) (19 pz) ad un follow-up minimo di un anno. Sono stati valutati gli outcomes clinico-funzionali oggettivi e soggettivi utilizzando i seguenti score: SF-36, KOOS, KSS, Knee Performance Score e HSS Patellar Score) e la misurazione dell'allineamento radiografico dell'arto inferiore e delle componenti protesiche (asse anatomico, asse meccanico, rapporti tra componenti protesiche e assi ossei in AP e in LL, tilt patellar angle e tilt patellar angle PO).

Dai risultati sono emerse differenze significative nel KOOS symptoms (p = 0,036) e in HSS patellar score oggettivo (p = 0,006) a favore dei pazienti con inserto rotante,

mentre nessuna differenza è emersa nell'analisi sull'allineamento radiografico. In conclusione sembrerebbe che la presenza dell'insero rotante permetta di ottenere risultati clinici migliori con il modello di protesi utilizzato riducendo in particolare la sintomatologia rotulea.

LA NAVIGAZIONE

L'allineamento post-operatorio delle componenti protesiche ha un'importante influenza sul grado di usura dell'impianto e quindi anche sull'incidenza di fenomeni di mobilizzazione e sul risultato clinico-funzionale della protesi stessa⁸¹. Si è infatti evidenziato come il malallineamento dia risultati clinico-funzionali deludenti ed una longevità dell'impianto inferiore alla media⁸²⁻⁸⁶. Le metodiche operatorie per l'allineamento delle componenti si avvalgono dell'ausilio di un planning preoperatorio e dell'apposito strumentario o della navigazione (metodica computer assistita). Ad oggi numerosi dati sono presenti in letteratura a favore dell'una e dell'altra metodica.

Gran parte della letteratura afferma che si ritrovi un miglior allineamento negli interventi con allineamento navigato (AN)^{44,48,86-89} e ciò si dimostra anche dalla presenza inferiore di "outliers" (deviazioni superiori ai 3°) nei pazienti AN⁹⁰⁻⁹². Minore concordanza riguarda la capacità delle metodiche navigate di consentire un miglior posizionamento rotazionale delle componenti rispetto alla metodica classica (Tab. II).

Altri studi invece mostrano una sostanziale equivalenza delle due metodiche circa l'allineamento coronale, sagittale e rotazionale^{5,9}. Infine alcuni Autori hanno evidenziato una presenza significativa di outliers anche nella metodica AN¹⁰, nonché una mancanza di corrispondenza tra i calcoli effettuati dal navigatore per l'allineamento intraoperatorio e le prove ad imaging (es. CT scan) post-operatorie¹¹. Ciò può esser dovuto ad un'incongruenza tra i valori acquisiti dal sistema di navigazione e quelli effettivi, visionabili mediante CT scan²⁶. Il sistema di navigazione quindi anche se sembrerebbe più accurato nell'allineamento delle componenti risente comunque della variabilità umana

nell'acquisizione dei reperi anatomici ed errori di posizionamento ed allineamento sono possibili anche adottando questa metodica⁹³.

Dal punto di vista clinico vi è discordanza dei dati presenti in letteratura. Alcuni studi indicano come, nel confronto tra le due metodiche chirurgiche in oggetto, la clinica sia molto simile in entrambe⁹⁴⁻⁹⁶. Più recentemente, mediante score più sensibili, sono stati messi in evidenza aspetti sintomatici e funzionali migliori nei pazienti protesizzati secondo la metodica computer assistita⁹⁷. Nonostante ciò, ci sono ancora studi che evidenziano l'eterogeneità dei risultati a seconda degli aspetti indagati⁹⁸ e altri ancora che indicano una ripresa più rapida, nel primissimo post-operatorio, per i pazienti con allineamento navigato della protesi⁹⁹.

PROTESI DI ROTULA

La gestione della rotula durante l'intervento di artroprotesi di ginocchio è un argomento ancora molto dibattuto. Ad oggi abbiamo diverse opzioni di trattamento, ognuna con i relativi vantaggi e rischi, ma ancora nessuna di queste ha raggiunto un'evidenza clinico-scientifica tale da risultare il trattamento di scelta; le tecniche che ad oggi risultano più utilizzate sono la plastica rotulea (reshaping), più spesso associata alla denervazione periferica ed al lateral release, e la protesizzazione (resurfacing).

Spesso il trattamento dipende dall'esperienza del chirurgo¹⁰⁰ e dalle caratteristiche del paziente (bone stock rotuleo e valutazione intraoperatoria del tracking rotuleo).

Diversi sono gli studi che in passato hanno evidenziato un vantaggio del resurfacing rispetto al reshaping in termini di ridotto rischio di re-intervento^{101,102} e di minore incidenza di dolore anteriore di ginocchio¹⁰³.

Gli studi più recenti evidenziano invece una mancanza di differenze statisticamente significative per quanto riguarda i principali outcome analizzati. Un'interpretazione può essere che lo sviluppo nella progettazione delle componenti protesiche, una maggiore attenzione al planning preoperatorio ed il miglioramento delle tecniche chirurgiche

TABELLA II.

Confronto tra TKA computer assistita e con metodica chirurgica tradizionale.

Autori	TKA CAS vs. TKA TRAD	Risultati	Studio
Stöckl ¹²⁷	32 vs. 32	Il gruppo AN ha un miglior allineamento della componente rotazionale	RCT
Han ¹²⁸	55	Meno outliers nel gruppo AN	RCT
Chauhan ¹²⁹	35 vs. 35	Miglior allineamento femorale (p = 0,001) e tibiale (p = 0,011) nel gruppo AN	RCT
Lutzner ¹³⁰	40 vs. 40	Nessuna differenza significativa nell'allineamento delle componenti protesiche tra i due gruppi	RCT
Metziolis ¹³¹	32 vs. 28	Nessuna differenza significativa nell'allineamento delle componenti protesiche tra i due gruppi	
Cheng ¹³²		Nessuna differenza significativa nell'allineamento delle componenti protesiche tra i due gruppi	Meta-analisi: 29 RCT e 11 Prospettici

(lateral release, denervazione rotulea periferica e ridotta incidenza del malallineamento delle componenti) abbia portato ad una ridotta incidenza delle più frequenti complicanze minori della protesizzazione totale di ginocchio associata alla sola plastica rotulea¹⁰⁴. Inoltre risulta difficile stabilire dei criteri sulla base dei quali selezionare i pazienti candidabili alla protesizzazione rotulea, visto che né le caratteristiche fisiche (altezza, peso, BMI), né gli score clinico-funzionali (Knee Society Knee Score, Congruence angle, Patella tilt angle) né i criteri radiologici ed istopatologici (ad esempio la condizione della cartilagine) pare siano fattori determinanti nella scelta di effettuare o meno il resurfacing rotuleo¹⁰⁵. In aggiunta tra le cause principali di protesi dolorosa vengono annoverate infezione, malorientamento o mobilizzazione delle componenti ed impingement con tessuti molli tra quelle intrinseche (mentre patologie dell'anca e della colonna tra quelle estrin-

seche)¹⁰⁶; non invece il dolore anteriore di ginocchio da mancata protesizzazione rotulea la presenza o meno della componente protesica rotulea non sembra incidere in alcun modo sulla comparsa della sintomatologia dolorosa¹⁰⁷. In ultimo anche nei pazienti che non vanno incontro a protesizzazione rotulea si è visto che, qualora vadano incontro all'intervento di revisione con resurfacing secondario per persistenza del dolore anteriore di ginocchio, non è detto che la sintomatologia regredisca¹⁰⁸; questo ad avvalorare la tesi che probabilmente la componente protesica rotulea non influenza in maniera determinante il risultato clinico dell'intervento chirurgico.

Nella nostra esperienza la scelta nella quasi totalità dei casi ricade nella sola plastica rotulea associata sempre a denervazione periferica e, quando necessario al lateral release. Questa scelta va fondamentalmente attribuita 2 motivi principali:

TABELLA III.
Stato dell'arte della protesi femoro-rotulea.

Autori	Numero protesi	Durata	Risultati	Conclusioni
Enis ¹³³	50 (bilaterali)	40 mesi	Migliori a breve termine per protesizzati di rotula e uguali a lungo termine. Forza isocinetica migliore in protesizzati di rotula.	
Keblish ¹³⁴	104 (bilaterali)	5,24 anni	Nessuna differenza	
Bourne ¹³⁵	100	2 anni	Migliore forza il gruppo senza protesi di rotula.	Gruppo senza protesi di rotula minore dolore e maggior forza quadricipitale.
Feller ¹³⁶	38	3 anni	Migliore il gruppo senza protesi di rotula nel fare le scale. Resante: non differenze.	Outcome funzionali migliori nel gruppo senza protesi di rotula.
Barrack ¹⁰⁷	93	5 anni	Nessuna differenza	Non miglioramento del dolore anteriore con protesi di rotula.
Wood ¹³⁷	220	4 anni	Maggior dolore nel gruppo senza protesi di rotula	Maggior dolore nei protesizzati di rotula
Waters ¹³⁸	474	5,3 anni	Maggior dolore nel gruppo senza protesi di rotula. Nessuna differenza funzionale.	Raccomandata la protesi di rotula
Mayman ¹³⁹	100	8-10 anni	Maggior dolore nel gruppo senza protesi di rotula. Resante: non differenze.	Migliore outcome soggettivi nei protesizzati di rotula.
Peng ¹⁴⁰	70	5,18 anni	Nessuna differenza clinica.	
Campbell ¹⁴¹	100	10 anni	Nessuna differenza.	Non raccomandata la protesi di rotula
Myles ¹⁴²	50	18-24 mesi	Nessuna differenza.	La protesi di rotula non aumenta il ROM
Burnett ¹⁴³	64 (bilaterali)	10 anni	Minori revisioni protesiche nel gruppo con protesi di rotula.	Nessuna differenza clinica tra i due gruppi.
Smith ¹⁴⁴	159	4 anni	Dolore e contrattura muscolare in flessione nel gruppo con protesi di rotula.	Non differenze significative tra i due gruppi.
Seo ¹⁰⁵	277	74,6 mesi	Nessuna differenza significativa tra gli outcomes clinici e radiologici.	Non correlazione tra il grado di difetto rotuleo e la necessità di effettuare protesi di rotula.
Beaupre ¹⁴⁵	38	5-10 anni	Non differenze significative.	
Schiavone ¹⁰⁰	280	96 mesi	7% di complicanze femoro-rotulee e dolore anteriore	Minor rischio di revisione nel gruppo con protesi di rotula. Maggiori complicanze difficili da gestire in gruppo con protesi di rotula.
Lygre ¹⁴⁶	972	2 anni	Nessuna differenza	

- vantaggi a favore della protesizzazione rotulea, come si evince dai dati fino ad ora disponibili in letteratura, non hanno raggiunto un'evidenza scientifica in termini di outcome clinici e radiologici¹⁰¹;
- i rischi della protesizzazione (infezione, osteomielite, mobilizzazione e frattura della rotula)¹⁰⁹, seppur rari⁷³, non fanno pari con i vantaggi ottenibili¹¹⁰ al punto che, anche i sostenitori dell'utilizzo della componente protesica rotulea, ne limitano il suo impiego ai casi in cui il danno condrale è particolarmente avanzato (Outerbridge IV)¹¹¹ (Tab. III).

CONCLUSIONI

Nell'analisi della terapia più indicata di una gonartrosi chirurgica, si è evidenziato che alcuni casi selezionati giovano

di un intervento minore quale THO e protesi monocompartimentali^{15 16}. Mentre la maggior parte dei pazienti ha migliori outcome con TKA¹⁷. I risultati a lungo termine delle osteotomie tibiali mostrano un deterioramento dei risultati nel tempo, con buoni risultati pari al 60% a 8 anni^{23 112}, mentre per le protesi monocompartimentali sono il 68-88%¹¹³⁻¹¹⁵ e per le TKA sono superiori al 90%¹¹⁶⁻¹¹⁹. I nuovi mezzi di sintesi^{14 120} e le nuove protesi monocompartimentali^{14 54-59} hanno spostato l'interesse dalle TKA^{14 16 18 19 61 60}. Per queste ultime gli outcomes a lungo termine rimangono comunque migliori e vi è minor probabilità di dover reintervenire^{45-51 52 63}. Attenendosi ai risultati delle review più recenti si potrebbe affermare che la TKA rimane ancora la soluzione chirurgica più duratura^{21 43 44 76} e con minore incidenza di revisioni⁴⁵⁻⁵¹.

BIBLIOGRAFIA

- Mannoni A, Briganti MP, Di Bari M, et al. *Epidemiological profile of symptomatic osteoarthritis in older adults: a population based study in Dicomano, Italy*. Ann Rheum Dis 2003;62:576-8.
- Spector TD, Campion GD. *Generalized osteoarthritis is a hormonally mediated disease*. Ann Rheum Dis 1989;48:2566.
- Yoshimura N, Sasaki S, Iwasaki K, et al. *Occupational lifting is associated with hip osteoarthritis: a Japanese case-control study*. J Rheumatol 2000;27:434-40.
- Bovenzi M, Fiorito A, Volpe C. *Bone and joint disorders in the upper extremities of chipping and grinding operators*. Int Arch Occup Environ Health 1987;59:189-98.
- Raffa, C. Pistritto, S. Mangano, et al. *La gonartrosi: epidemiologia, fattori di rischio, evoluzione, diagnosi e trattamento*. 2010 (<http://www.fisiobrain.com/web/2010/gonartrosi>).
- Monticelli G, Bocchi L, Letizia G, et al. *Gonartrosi*. Ortopedia e Traumatologia 1991;207:230.
- Felson DT. *The epidemiology of knee osteoarthritis: results from the Framingham Osteoarthritis Study*. Semin Arthritis Rheum 1990;20:42-50.
- Jinks C, Jordan K, Croft P. *Osteoarthritis as a public health problem: the impact of developing knee pain on physical function in adults living in the community: (KNEST 3)*. Rheumatology (Oxford) 2007;46:877-81.
- Hochberg MC, Altman RD, April KT, et al. *American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee*. Arthritis Care Res (Hoboken) 2012;64:465-74.
- Fransen M, McConnell S. *Exercise for osteoarthritis of the knee*. Cochrane Database Syst Rev 2008;4:CD004376.
- Fransen M, McConnell S, Hernandez-Molina G, et al. *Does land-based exercise reduce pain and disability associated with hip osteoarthritis? A meta-analysis of randomized controlled trials*. Osteoarthritis Cartilage 2010;18:613-20.
- Bedson J, Croft PR. *The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature*. BMC Musculoskelet Disord 2008;9:116.
- Jackson JP, Waugh W. *Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee*. J Bone Joint Surg Br 1961;43:746-51.
- Scott NW, Clarke HD. *The role of osteotomy 2003: defining the niche*. Orthopedics 2004;27:975-6.
- Mukherjee K, Latif A, Ranjan AK, et al. *High tibial osteotomy-an effective treatment option for osteo-arthritis*. J Indian Med Assoc 2013;111:801-3.
- Petri Virolaunen, Hannu Aro Arch Orthop Trauma Surg 2004] [Amendola A, Arthroscopy 2003.
- Rinanopoli E. *Tibial osteotomy for carus gonarthrosis*. Clin Orthop Rel Res 1998;353:185-93.
- Odenbring S, Egund N, Knutson K, et al. *Revision after osteotomy for gonarthrosis. A 10-19 years follow-up 314 cases*. Acta Orthop Scand 1990;61:128-30.
- Backstein D, Morag G, Hanna S, Safir O, et al. *Long term follow-up distal varus osteotomy of the knee*. J Arthroplasty 2007;22(Suppl 1):2-6.
- McDermott AG, Finklestein JA, Farine I, et al. *Distal femoral varus osteotomy for valgus deformity of the knee*. J Bone Joint Surg Am. 1988;70:110-6.
- Flecher X, Parratte S, Aubaniac JM, et al. *A 12-28 years followup study of closing wedge high tibial osteotomy*. Clin Orthop Relat Res 2006;452:91-6.
- Wang JH, Bae JH, Lim HC, et al. *Medial open wedge high tibial osteotomy: the effect of the cortical hinge on posterior tibial slope*. J Sports Med 2009;37:2411-8.
- Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. *Proximal tibial osteotomy. A critical long term study of eighty-seven cases*. J Bone Joint Surg Am 1993;75:196-201.
- Nagel A, Insall JN, Scuderi GR. *Proximal tibial osteotomy. A subjective outcome study*. J Bone Joint Surg Am 1996;78:1353-8.
- Sraubli AE, De Simoni C, Babst R, et al. *TomoFix: a new LCP new concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia-early results in 92 cases*. Injury 2003;34(Suppl 2):B55-62.
- Bonnin M, Chambat P. *Current status of valgus angle, tibial head closing wedge osteotomy in media gonarthrosis*. Orthopade 2004;33:135-42.
- Insall JN, Joseph DM, Msika C. *High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study*. J Bone Joint Surg Am 1984;66:1040-8.
- Koshino T, Yoshida T, Ara Y, et al. *Fifteen to twenty-eight years follow-up results of high tibial valgus osteotomy for osteoarthritic knee*. Knee 2004;11:439-44.
- Keene JS, Monson DK, Roberts JM, et al. *Evaluation of patients for high tibial osteotomy*. Clin Orthop Relat Res 1989;(243):157-65.
- Coventry MB. *Osteotomy of the upper portion of the tibia degenerative arthritis of the knee. A preliminary report*. 1965. Clin Orthop Relat Res 1989;(248):4-8.
- Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. *The*

- effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. *An arthroscopic study of 54 knee joints*. *Orthop Clin North Am* 1979;10:585-608.
- 32 Jakob RP, Murphy SB. *Tibial osteotomy for varus ginarthrosis: indication, planning and operative technique*. *Instr Course Lect* 1992;41:87-93.
- 33 Flierl S, Sabo D, Hornig K, et al. *Open wedge high tibial osteotomy using fractioned drill osteotomy: a surgical modification that lowers the complication rate*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4:149-53.
- 34 Spahn G. *Complications in high tibial (medial opening wedge) osteotomy*. *Acta Orthop Trauma Surg* 2004;124:649-53.
- 35 Beaver RJ, Mahomed M, Backstein D, et al. *Fresh osteochondral allografts for post-traumatic defects in the knee. A survivorship analysis*. *J Bone Joint Surg Br* 1992;74:105-10.
- 36 Healy WL, Angeln JO, Wasilewski SA, et al. *Distal femoral varus osteotomy*. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:102-9.
- 37 Edgerton BC, Mariani M, Morrey BF. *Distal femoral varus osteotomy for painful genu valgum. A five-to-11-year follow-up study*. *Clin Orthop* 1993;(288):263-9.
- 38 Johnson EW, Bodel LS. *Corrective supracondylar osteotomy for painful genu valgum*. *Mayo Clin Proc* 1981;56:87-92.
- 39 Mathews J, Cobb AG, Richardson S, et al. *Distal femoral osteotomy for lateral compartment osteoarthritis of the knee*. *Orthopedics* 1998;21:437-40.
- 40 McDermott AG, Finklestein JA, Farine I, et al. *Distal femoral varus osteotomy for valgus deformity of the knee*. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:110-6.
- 41 Van Raaij TM, Brouwer RW, de Vlieger R. *Opposite cortical fracture in high tibial osteotomy: lateral closing compared to the medial opening-wedge technique*. *Acta Orthop* 2008;79:508-14.
- 42 Hernigou PH. *Open wedge tibial osteotomy: combined coronal and sagittal correction*. *Knee* 20029:15-20.
- 43 Billings A, Scott DF, Camargo MP, et al. *High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guie, rigid internal fixation, and early motion. Long-term follow-up*. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:70-9.
- 44 Tedesco V, Gemelli G, Pisani A. *Considerazioni sull'intervento di osteotomia tibiale alta di valgizzazione nel trattamento della sindrome da sovraccarico mediale di ginocchio*. *Istituto Ortopedico del Mezzogiorno* 1991.
- 45 Von Raaij TM, Brouwer RW, Reijman M, et al. *Conventional knee flims hamper accurate knee alignment determination in patients with varus osteoarthritis of the knee*. *Knee* 2009;16:109-11.
- 46 Katz M, Hungerford DS, Krackow KA, et al. *Results of total knee arthroplasty after failed proximal tibial osteotomy for osteoarthritis*. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:225-33.
- 47 Staeheli JW, Cass JR, Morrey BF. *Condylar total knee arthroplasty after failed proximal tibial osteotomy*. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:28-31.
- 48 Mont MA, Alexander N, Krackow KA, et al. *Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy*. *Orthop Clin North Am* 1994;25:515-25.
- 49 Windsor RE, Insall JN, Vince KG. *Technical considerations of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy*. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:247-55.
- 50 Parvizi J, Hanssen AD, Spangehl MJ. *Total knee arthroplasty following proximal tibial osteotomy: risk factors for failure*. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A:474-9.
- 51 *Outcomes and complications of unicompartmental arthroplasty*. *Clin Sports Med* 2014;33:149-60.
- 52 Palumbo BT, Scott RD. *Diagnosis and indications for treatment of unicompartmental arthritis*. *Clin Sports Med* 2014;33:11-21.
- 53 MacIntosh DL, Hunter GA. *The use of the hemiarthroplasty prosthesis for advanced osteoarthritis and rheumatoid arthritis of the knee*. *J Bone Joint Surg Br* 1972;54:244-55.
- 54 Emerson RH, Potter T. *The use of the McKeever metallic hemiarthroplasty for unicompartmental arthritis*. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:208-12.
- 55 Scott RD, Joyce MJ, Ewald FC, et al. *McKeever metallic hemiarthroplasty of the knee in unicompartmental degenerative arthritis. Long-term clinical follow-up and current indications*. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:203-7.
- 56 Springer BD, Scott RD, Sah AP, et al. *McKeever hemiarthroplasty of the knee in patients less than sixty years old*. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:366-71.
- 57 Insall J, Aglietti P. *A five to seven-year follow-up of unicompartmental arthroplasty*. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62(1):1329-37.
- 58 Laskin RS. *Unicompartmental tibiofemoral resurfacing arthroplasty*. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60:182-5.
- 59 Rougraff BT, Heck DA, Gibson AE. *A comparison of tricompartmental and unicompartmental arthroplasty for the treatment of gonarthrosis*. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(273):157-64.
- 60 Department of Orthopaedics SUHL. *Swedish Knee Arthroplasty Register*. 2012.
- 61 Laurencin CT, Zelicot SB, Scott RD, et al. *Unicompartmental versus total knee arthroplasty in the same patient. A comparative study*. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(273):151-6.
- 62 Ollivier M, Parratte S, Argenson JN. *Results and outcomes of unicompartmental knee arthroplasty*. *Orthop Clin North Am* 2013;44:287-300.
- 63 Kozinn SC, Marx C, Scott RD. *Unicompartmental knee arthroplasty. A 4,5-6-year follow up study with a metal-backed tibial component*. *J Arthroplasty* 1989;4(Suppl):S1-10.
- 64 Murray DW, Goodfellow JW, O'Connor JJ, et al. *The Oxford medial unicompartmental arthroplasty: a ten-year survival study*. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80:983-9.
- 65 Thompson SA, Liabaud B, Nellans SW, et al. *Factors associated with poor outcomes following unicompartmental knee arthroplasty: redefining the classic indications for surgery*. *J Arthroplasty* 2013;28:1561-4.
- 66 Gunther TV, Murray DW, Miller R, et al. *Lateral unicompartmental arthroplasty with the Oxford meniscal knee*. *The knee* 1996;3(1-2):33-9.
- 68 Scott RD. *Lateral unicompartmental replacement: a road less traveled*. *Orthopedics* 2005;28:983-4.
- 67 Berger RA, Meneghini RM, Jacobs JJ, et al. *Results of unicompartmental knee arthroplasty at a minimum of ten years of follow-up*. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:999-1006.
- 69 Squire MW, Callaghan JJ, Goetz DD, et al. *Unicompartmental knee replacement. A minimum 15 year followup study*. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(367):61-72.
- 70 Pearse AJ, Hooper GJ, Rothwell A, et al. *Survival and functional outcome after revision of a unicompartmental to a total knee replacement: the New Zealand National Joint Register*. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92:508-12.
- 71 McAuley JP, Engh GA, Ammeen DJ. *Revision of failed unicompartmental knee arthroplasty*. *Clin Orthop Relat Res* 2001(392):279-82.
- 72 Levine WN, Ozuna RM, Scott RD, et al. *Conversion of failed modern unicompartmental arthroplasty to total knee arthroplasty*. *J Arthroplasty* 1996;11:797-801.
- 73 Chou DT, Swamy GN, Lewis JR, et al. *Revision of failed unicompartmental knee replacement to total knee replacement*. *Knee* 2012;19:356-9.
- 74 Saldanha KA, Keys GW, Svard UC, et al. *Revision of Oxford medial unicompartmental knee arthroplasty to total knee arthroplasty - results of a multicentre study*. *Knee* 2007;14:275-9.
- 75 Dettoni F, Bonasia DE, Castoldi F, et al. *High tibial osteotomy versus unicompartmental knee arthroplasty for medial compartment arthrosis of the knee: a review of the literature*. *Iowa Orthop J* 2010;30:131-40.
- 76 Sun Y, Sturmer T, Gunther KP, et al. *Incidence and prevalence of cox- and gonarthrosis in the general population*. *Orthop Ihre Grenzgeb* 1997;135:184-92.
- 77 Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, et al.

- Insall Award paper. *Why are total knee arthroplasties failing today?* Clin Orthop Relat Res 2002;(404):7-13.
- ⁷⁸ Moskal JT, Capps SG. *Rotating-platform TKA no different from fixed-bearing TKA regarding survivorship or performance: a meta-analysis.* Clin Orthop Relat Res 2014;472:2185-93.
- ⁷⁹ Van der Voort P, Pijls BG, Notula KA, et al. *A systematic review and meta-regression of mobile-bearing versus fixed-bearing total knee replacement in 41 studies.* Bone Joint J 2103;95-B:1209-16.
- ⁸⁰ Pijls BG, Valstar ER, Kaptein BL, et al. *Differences in long term fixation between mobile-bearing randomised controlled radiostereometric trial.* J Bone Joint Surg Br 2012;94:1366-71.
- ⁸¹ Mahaluxmivala J, Bankes MJ, Nicolai P, et al. *The effect of surgeon experience on component positioning in 673 press fit condylar posterior cruciatesacrificing total knee arthroplasties.* J Arthroplasty 200116:635-40.
- ⁸² Bargren JH, Blaha JD, Freeman MA. *Alignment in total knee arthroplasty: correlated biomechanical and clinical investigations.* Clin Orthop 1983;(173):178-83.
- ⁸³ Rand JA, Coventry MB. *Ten year evaluation of geometric total knee arthroplasty.* Clin Orthop 1988;(232):168-73.
- ⁸⁴ Jeffery RS, Morris RW, Denham RA. *Coronal alignment after total knee replacement.* J Bone J Surg Br 199173:709-14.
- ⁸⁵ Petersen TL, Engh GA. *Radiographic assessment of knee alignment after total knee arthroplasty.* J Arthroplasty 1988;3:67-72.
- ⁸⁶ B athis H, Perlick L, Tingart M, et al. *Alignment in total knee arthroplasty: a comparison of computer assisted surgery with the conventional technique.* J Bone Joint Surg Br 2004;86:682-7.
- ⁸⁷ Cheng T, Zhang G, Zhang X. *Imageless navigation system does not improve component rotational alignment in total knee arthroplasty.* J Surg Res 2011;717:590-600.
- ⁸⁸ Ensini A, Catani F, Leardini A, et al. *Alignments and clinical results in conventional and navigated total knee arthroplasty.* Department of Orthopaedic Surgery, University of Bologna, Italy. Clin Orthop Relat Res 2007;457:156-62.
- ⁸⁹ Leelasestaporn C. *Comparative mechanical axis deviation after TKA between conventional and CAS procedure.* Department of Orthopaedic Surgery, Bhumibol Adulyadej Hospital, Bangkok, Thailand. J Med Assoc Thai 2010;93:205-10.
- ⁹⁰ Joshi VL, Chopra A. *Is there an urban-rural divide? Population surveys of reumatic musculoskeletal disorders in the Pune region of India using the COPCORD. Bhigwan model.* J Rheumatol 2009;36:614-22.
- ⁹¹ Dieppe PA, Lohmander LS. *Pathogenesis an management of pain in osteoarthritis.* Lancet 2005;365(9463):965-973.
- ⁹² Dieppe PA, Coughnaghan J, Shepstone L. *The bristol OA500 study: progression of osteoarthritis over 3 years an the relationship-between clinical and radiographic changes at the knee joint.* Osteoarthritis Cartilage 1997;5:87-97.
- ⁹³ McNulty D, Swope SW, Auger DD, et al. *The effect of Crosslinking UHMWPE on In Vitro Wear Rates of Fixed and Mobile-bearing Knees.* In Kurtz SM, Gisell R, Martell J (eds). *Crosslinked and Thermally Treated Ultra-High Molecular Weight Polyethylene for Joint Replacements, ASTM STP 1445.* West Conshohocken, PA, 2003.
- ⁹⁴ Chaiyakit P, Hongku N, Meknavin S. *A comparison of early clinical outcome in computer assisted surgery and conventional technique in minimally invasive total knee arthroplasty.* Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, Bangkok Metropolitan Administration Medical College and Vajira Hospital, Bangkok, Thailand. J Med Assoc Thai 2009;92(Suppl 6):S91-6.
- ⁹⁵ Spencer JM, Chauhan SK, Sloan K, et al. *Computer navigation versus conventional total knee replacement: no difference in functional results at two years.* Royal Perth Hospital, Perth, Western Australia. J Bone Joint Surg Br 2007;89:477-80.
- ⁹⁶ Cheng T, Zhang G, Zhang X. *Clinical and radiographic outcomes of image-based computer-assisted total knee arthroplasty: an evidencebased evaluation.* Department of Orthopaedic Surgery, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai, People's Republic of China. Surg Innov 2011;18:15-20.
- ⁹⁷ Seon JK, Song EK. *Functional impact of navigation-assisted minimally invasive total knee arthroplasty.* Center for Joint Disease, Chonnam National University Hwasun Hospital, Jeonnam, Korea. Orthopedics 2005;28(10 Suppl):S1251-4.
- ⁹⁸ Song EK, Seon JK, Yoon TR, et al. *Functional results of navigated minimally invasive and conventional total knee arthroplasty: a comparison in bilateral cases.* Center for Joint Diseases, Chonnam National University Hwasun Hospital, Jeonnam, Korea. Orthopedics 2006;29(10 Suppl):S145-7.
- ⁹⁹ Dutton AQ, Yeo SJ, Yang KY, et al. *Computer-assisted minimally invasive total knee arthroplasty compared with standard total knee arthroplasty. A prospective, randomized study.* J Bone Joint Surg Am 2008;90:2-9.
- ¹⁰⁰ Schiavone Panni A, Cerciello S, Del Regno C, et al. *Patellar resurfacing complications in total knee arthroplasty.* Int Orthop 2014;38:313-7.
- ¹⁰¹ He JY, Jiang LS, Dai LY. *Is patellar resurfacing superior than nonresurfacing in total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized trials.* Knee 2011;18:137-44.
- ¹⁰² Lygre SH, Espehaug B, Havelin LI, et al. *Failure of total knee arthroplasty with or without patella resurfacing. A study from the Norwegian Arthroplasty Register with 0-15 years of follow-up.* Acta Orthop 2011;82:282-92.
- ¹⁰³ Patel K, Raut V. *Patella in total knee arthroplasty: to resurface or not to a cohort study of staged bilateral total knee arthroplasty.* Int Orthop 2011;35:349-53.
- ¹⁰⁴ Lygre SH1, Espehaug B, Havelin LI, et al. *Does patella resurfacing really matter? Pain and function in 972 patients after primary total knee arthroplasty.* Acta Orthop 2010;81:99-107.
- ¹⁰⁵ Seo SS, Kim CW, Moon SW. *A Comparison of patella retention versus resurfacing for moderate or severe patellar articular defects in total knee arthroplasty: minimum 5-year follow-up results.* Knee Surg Relat Res 2011;23:142-8.
- ¹⁰⁶ Kinner D, Dinesh N. *Investigation of the painful knee arthroplasty.* Orthopaedics and Trauma 2012;26:69-79
- ¹⁰⁷ Barrack RL, Bertot AJ, Wolfe MW, et al. *Patellar resurfacing in total knee arthroplasty. A prospective, randomized, double-blind study with five to seven years of follow-up.* J Bone Joint Surg Am 2001;83-A:1376-81.
- ¹⁰⁸ Parvizi J1, Mortazavi SM, Devulapalli C, et al. *Secondary resurfacing of the patella after primary total knee arthroplasty does the anterior knee pain resolve?* J Arthroplasty 2012;27:21-6.
- ¹⁰⁹ Swan JD, Stoney JD, Lim K, et al. *The need for patellar resurfacing in total knee arthroplasty: a literature review.* ANZ J Surg 2010;80:223-33.
- ¹¹⁰ Matthew PA, S ebastien P, Nicolaas C. *The patella in total knee arthroplasty: to resurface or not is the question.* New York: Springer Science + Business Media 2014.
- ¹¹¹ Rodr guez-Merch n EC, G mez-Cardero P. *The Outerbridge Classification Predicts the Need for Patellar Resurfacing in TKA.* Clin Orthop Relat Res 2010;468:1254-7.
- ¹¹² Amendola A. *Unicompartmental oatearthritis in active patient: the role of high tibial osteotomy.* Arthroscopy 2003;9(Suppl 1):109-16.
- ¹¹³ Engh GA, McAuley JP. *Unicondylar arthroplasty: an option for high-demand patients with gonarthrosis.* Instr Course Lect 199948:143-8.
- ¹¹⁴ Cartier P, Khefacha A, Sanouiller JL, et al. *Unicondylar knee arthroplasty in middle-aged patients: a minimum 5-year follow-up.* Orthopedics 2007;30:62-5.
- ¹¹⁵ Gioe TJ, Novak C, Sinner P, et al. *Knee arthroplasty in the young patient: survival in a community registry.* Clin Orthop Relat Res 2007464:83-7.

- ¹¹⁶ Ranawat CS, Padgett DE, Ohashi Y. *Total knee arthroplasty for patients younger than 55 years*. Clin Orthop 1989;248:27-33.
- ¹¹⁷ Duffy GP, Trousdale RT, Stuart MJ. *Total knee arthroplasty in patients 55 years old or younger: 10-to-17 years results*. Clin Orthop Relat Res 1998;(356):22-7.
- ¹¹⁸ Diduch DR, Insall JN, Scott WN, et al. *Total knee replacement in young, active patients. Long-term follow-up and functional outcome*. J Bone Joint Surg Am 1997;79:575-82.
- ¹¹⁹ Morgan M, Brooks S, Nelson RA. *Total knee arthroplasty in young active patients using a highly congruent fully mobile prosthesis*. J Arthroplasty 2007;22:525-30.
- ¹²⁰ Stoffel K, Stachowiak G, Kuster M. *Open wedge tibial osteotomy: biomechanical investigation of the modified Arthrex Osteotomy Plate (Puudu Plate) and the TomoFix Plate*. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2004;19:944-950.
- ¹²¹ Matthews LS, Goldstein SA, Malvitz TA, et al. *Proximal tibial osteotomy. Factors that influence the duration of satisfactory function*. Clin Orthop Relat Res 1988;(229):193-200.
- ¹²² Berman AT, Bosacco SJ, Kirshner S, et al. *Factors influencing long-term results in high tibial osteotomy*. Clin Orthop Relat Res 1991;(272):192-8.
- ¹²³ Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, et al. *The Install Award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to -22-year followup study*. Clin Orthop Relat Res 1999;(367):18-27.
- ¹²⁴ Giagounidis EM, Sell S. *High tibial osteotomy: factors influencing the duration of satisfactory function*. Arch Orthop Trauma Surg 1999;119:445-9.
- ¹²⁵ Rinonapoli E, Mancini GB, Corvaglia A, et al. *Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10- to 21-year followup study*. Clin Orthop Relat Res 1998;(353):185-93.
- ¹²⁶ Sprenger TR, Doerzbacher JF. *Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years*. JBJS Am. 2003;85-A(3):469-74
- ¹²⁷ Stöckl B, Nogler M, Rosiek R, et al. *Navigation improves accuracy of rotational alignment in total knee arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res 2004;(426):180-6.
- ¹²⁸ Han HS, Seong SC, Lee S, et al. *Rotational alignment of femoral components in total knee arthroplasty: nonimage-based navigation system versus conventional technique*. Orthopedics 2006;29(10 Suppl):S148-51.
- ¹²⁹ Chauhan SK, Clark GW, Lloyd S, et al. *Computer-assisted total knee replacement. A controlled cadaver study using a multi-parameter quantitative CT assessment of alignment (the Perth CT Protocol)*. J Bone Joint Surg Br 2004;86:818-23.
- ¹³⁰ Lützner J, Krümmenauer F, Wolf C, et al. *Computer-assisted and conventional total knee replacement: a comparative, prospective, randomised study with radiological and CT evaluation*. J Bone Joint Surg Br 2008;90:1039-44.
- ¹³¹ Matziolis G, Tohtz S, Gengenbach B, et al. *[Implant with a mobile or a fixed bearing in unicompartmental knee joint replacement]*. Orthopade 2007;36:1106-12.
- ¹³² Cheng T, Zhang G, Zhang X. *Imageless navigation system does not improve component rotational alignment in total knee arthroplasty*. J Surg Res 2011;171:590-600.
- ¹³³ Enis JE, Gardner R, Robledo MA, et al. *Comparison of patellar resurfacing versus nonresurfacing in bilateral total knee arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res 1990;260:38-42.
- ¹³⁴ Keblish PA, Varma AK, Greenwald AS. *Patellar resurfacing or retention in total knee arthroplasty. A prospective study of patients with bilateral replacements*. J Bone Joint Surg Br 1994;76:930-7.
- ¹³⁵ Bourne RB, Rorabeck CH, Vaz M, et al. *Resurfacing versus not resurfacing the patella during total knee replacement*. Clin Orthop Relat Res 1995;321:156-61.
- ¹³⁶ Feller JA, Bartlett RJ, Lang DM. *Patellar resurfacing versus retention in total knee arthroplasty*. J Bone Joint Surg Br 1996;78:226.
- ¹³⁷ Wood DJ, Smith AJ, Collopy D, et al. *Patellar resurfacing in total knee arthroplasty: a prospective, randomized trial*. J Bone Joint Surg Am 2002;84-A:187-93.
- ¹³⁸ Waters TS, Bentley G. *Patellar resurfacing in total knee arthroplasty. A prospective, randomized study*. J Bone Joint Surg Am 2003;85-A:212-7.
- ¹³⁹ Mayman D, Bourne RB, Rorabeck CH, et al. *Resurfacing versus not resurfacing the patella in total knee arthroplasty: 8- to 10-year results*. J Bone Joint Surg Am 2003;18:541-5.
- ¹⁴⁰ Peng CW, Tay BK, Lee BP. *Prospective trial of resurfaced patella versus non-resurfaced patella in simultaneous bilateral total knee replacement*. Singapore Med J 2003;44:347-51.
- ¹⁴¹ Campbell DG, Duncan WW, Ashworth M, et al. *Patellar resurfacing in total knee replacement: a ten-year randomised prospective trial*. J Bone Joint Surg Br 2006;88:734-9.
- ¹⁴² Myles CM, Rowe PJ, Nutton RW, et al. *The effect of patella resurfacing in total knee arthroplasty on functional range of movement measured by flexible electrogoniometry*. Clin. Biomech 2006;21:733-9.
- ¹⁴³ Burnett RS, Boone JL, McCarthy KP, et al. *A prospective randomized clinical trial of patellar resurfacing and nonresurfacing in bilateral TKA*. Clin Orthop Relat Res 2007;464:65-72.
- ¹⁴⁴ Smith AJ, Wood DJ, Li MG. *Total knee replacement with and without patellar resurfacing: a prospective, randomised trial using the profix total knee system*. J Bone Joint Surg Br 2008;90:43-9.
- ¹⁴⁵ Beaupre L, Secretan C, Johnston DW, et al. *A randomized controlled trial comparing patellar retention versus patellar resurfacing in primary total knee arthroplasty: 5-10 year follow-up*. BMC Res Notes 2012.
- ¹⁴⁶ Lygre SH, Espehaug B, Havelin LI, et al. *Failure of total knee arthroplasty with or without patella resurfacing*. Acta Orthop 2011;82:282-92.

STRATEGIE DI TRATTAMENTO CHIRURGICO NELL'ARTROSI DI SPALLA

M. Gorla, A. Angeloni, M. Piatti, S. DeSantis,
I. Bonacina, A. Castelnuovo, G. Zatti
Università di Milano-Bicocca, Clinica Ortopedica
Ospedale "San Gerardo" di Monza
E-mail: giovanni.zatti@unimib.it

Introduzione

La patologia degenerativa-artrosica della spalla ha generato negli anni sempre maggior interesse da parte dei chirurghi ortopedici. Oltre alla risoluzione della sintomatologia dolorosa, che è sicuramente il primo problema, rispetto al passato, sono aumentate le richieste funzionali dei paziente con patologie degenerative della spalla, pertanto diventa anche fondamentale tentare di risolvere la loro disabilità. Da un punto di vista puramente classificativo possiamo distinguere varie forme, che a volte si possono associare:

- Artrosi Gleno-Omerale Idiopatica (Artrosi Concentrica);
- Artrosi secondaria a patologia della cuffia dei rotatori (Artrosi Eccentrica);
- Artrosi in Instabilità Gleno-omerale con lesioni associate (Hill-Sachs, Bony-Bankart);
- Artrosi post-traumatica, quindi secondaria a fratture dell'omero prossimale e/o della glena;
- Artrosi in esiti di necrosi avascolare dell'omero prossimale;
- Artrosi in esiti artrite settica;
- Artropatie Infiammatorie.

DIAGNOSTICA STRUMENTALE

La valutazione strumentale prevede l'utilizzo di radiografie nelle consuete proiezioni antero-posteriori, ascellare e Outlet View, che ci consentono di individuare il grado di artrosi secondo la classificazione di Samilson e Prieto¹:

- grado 0: spalla normale;
- grado 1: artrosi lieve con osteofitosi (testa e/o glena) minore di 3 mm;
- grado 2: artrosi moderata con osteofitosi (testa e/o glena) da 3-7 mm;
- grado 3: artrosi grave con osteofitosi (testa e/o glena) maggiore di 7 mm con o senza congruenza articolare.

Le indagini radiografiche di secondo livello (TC e RM) sono utili soprattutto nella scelta del tipo di intervento. La RM ci consente di studiare la qualità dei tendini della cuffia. La TC invece può essere utile nel programmare l'impianto di una protesi alla glena, infatti ci dà informazioni sul bone stock e ci permette di misurare l'angolo di retroversione glenoidea (intersezione della perpendicolare all'asse longitudinale della glena con la tangente al suo margine anteriore e posteriore). Il normale angolo di retroversione della glena varia

da 0° a -7°, ma l'usura da artropatia può determinare un angolo di retroversione fino a 25°, che si accompagna in genere alla sublussazione posteriore della testa omerale.

TRATTAMENTO NON CHIRURGICO

Il trattamento non chirurgico dei pazienti con artrosi lieve-moderata viene effettuato con:

- terapia farmacologica con FANS per attenuare la sintomatologia dolorosa;
- approccio fisioterapico, che ha come obiettivi: il recupero articolare, la correzione della funzione della scapolo-toracica ed il miglioramento della funzione della cuffia;
- terapie infiltrative con steroidi e/o acido ialuronico. Non vi sono evidenze scientifiche che, supportino l'efficacia degli steroidi intra-articolari, inoltre sono noti le possibili complicanze, pertanto sono raccomandate non più di tre iniezioni di corticosteroidi in una singola articolazione³. Silverstein et al. riporta che la viscosupplementazione migliora la sintomatologia e la funzione della spalla fino a sei mesi dopo l'infiltrazione⁴.

TRATTAMENTO ARTROSCOPICO

La natura e l'entità della lesione determina la strategia chirurgica⁵. Il primo approccio chirurgico può essere l'artroscopia, durante la quale si può confermare la diagnosi, eseguire un bilancio articolare, un debridement con asportazione di eventuali corpi liberi, shaving della lesio-

Approfondimento Valutazione difetto osseo glenoideo²

Walch et al., basandosi sullo studio TC sul piano trasversale ed utilizzando le scansioni immediatamente distali alla coracoide hanno descritto tre tipi di morfologia glenoidea:

Tipo A: caratterizzato da un uguale bilanciamento di forze che agiscono sulla glena con la testa omerale centrata e suddiviso in un tipo A1 con minore usura ed un tipo A2 se l'usura è maggiore con glena concava.

Tipo B: caratterizzato da un asimmetrico bilanciamento delle forze che agiscono sulla glena: tipo B1 che presenta sclerosi subcondrale, riduzione dell'interlinea articolare e formazioni geodiche con preminenza posteriore. Tipo B2 con usura posteriore che determina l'immagine di una doppia concavità.

Tipo C: definito arbitrariamente con una retroversione superiore a 25° senza evidenza di biconcavità della glena e non dovuta all'erosione artrosica, ma ad un'erosione di natura displasica.

Raramente, in associazione a gravi alterazioni della testa omerale, è possibile evidenziare ulteriori deformità della glena che possiamo definire di Tipo D (glena convessa).

ne ed eseguire procedure accessorie quali: sinoviectomie, capsulotomie, micro-fratture, tenotomia del capo lungo del bicipite e sutura della cuffia dei rotatori.

PROTESI DI RIVESTIMENTO

La spalla è caratterizzata da carichi minori rispetto ad altre articolazione solitamente protesizzate; ha un ampio range of motion ed un offset limitato rispetto a quello coxo-femorale. Il posizionamento di una protesi con minimo ingombro, con corretti angoli di inclinazione e adeguato offset, permette di mantenere una biomeccanica articolare adeguata e funzionale; l'obiettivo è di conservare una corretta tensione muscolare della cuffia dei rotatori e del deltoide evitando lo sviluppo di una sindrome da conflitto subacromiale.

Negli ultimi 20 anni le protesi di rivestimento di spalla hanno guadagnato popolarità divenendo un'opzione nel trattamento dell'artrosi gleno-omeroale di grado moderato.

Il trattamento consente di sostituire la superficie articolare omerale, con preservazione del 50% della testa omerale, con vantaggi per la normale biomeccanica e vantaggi per eventuali revisioni protesiche future. Le protesi di rivestimento furono concepite nel 1970 da Steffe e Moore per le patologie degenerative coxo-femorali, senza però riscuotere successo. Grazie ai nuovi design protesici e all'impiego di nuovi materiali, negli ultimi dieci anni si è osservata una ripresa del loro impiego, non solo a livello dell'anca, ma anche a livello gleno-omeroale.

Il planning pre-operatorio serve per determinare le dimensioni, il centro di rotazione e il raggio di curvatura al fine di ripristinare la normale anatomia.

La protesi di rivestimento è indicata in pazienti giovani sintomatici, con cuffia dei rotatori integra, deltoide normo-funzionante e con degenerazione prevalente della porzione articolare omerale, che però non deve risultare eccessivamente deformata. Inoltre può essere utilizzata in pazienti che presentano deformità post-traumatiche della metafisi omerale, che rende difficoltoso l'impianto di uno stelo standard.

Le controindicazioni assolute sono fratture a 4 frammenti dell'omero prossimale, inadeguato bone stock omerale (minore del 60%), come nel caso di estese lesione di Hill-Sachs. La letteratura in merito manca di studi randomizzati prospettici con casistiche numerose, ma diversi lavori sostengono l'efficacia di questo trattamento nel breve e medio termine⁶⁻⁹. Mullet et al. inoltre sostengono la possibilità di estendere l'indicazione con buoni risultati a soggetti anziani¹⁰.

PROTESI ANATOMICA DI SPALLA

La protesi totale anatomica di spalla rappresenta il gold standard per il trattamento dell'artrosi gleno-omeroale severa con cuffia dei rotatori integra¹¹; si riscontra una continua crescita del numero di interventi con circa 45.000

protesi all'anno eseguite negli Stati Uniti¹² e con un trend in progressione per il futuro. Dal punto di vista storico si deve a Neer sia l'introduzione nel 1953¹³ della prima endoprotesi anatomica di spalla, che nel 1972 della prima artroprotesi¹⁴, costituita da una componente omerale di Vitallium e da una componente glenoidea di polietilene. Neer osservò dati molto incoraggianti nel breve-medio termine, ma riscontrò insuccessi qualora ci fosse un'insufficienza funzionale della cuffia dei rotatori, con progressiva risalita dell'omero e mobilizzazione della componente glenoidea. La componente omerale fu inizialmente progettata da Neer in monoblocco a superficie liscia e cementata. Progressivamente vennero introdotte componenti di seconda generazione con teste modulari, per facilitare la scelta della dimensione ideale e con rivestimenti atti a favorire l'ingrowth in assenza di cementazione. Come nella consolidata esperienza della protesica d'anca infatti, la possibilità di ottenere un'ottima stabilità senza cemento, in presenza di adeguato bone stock, può essere rilevante sia in termini di durata a lungo termine dell'impianto, sia di risparmio del bone stock stesso in una eventuale chirurgia di revisione¹⁵. Nelle protesi di terza generazione si introduce il concetto di variabilità anatomica individuale, quindi le componenti protesiche risultano essere sempre più modulari, con l'obiettivo di ripristinare l'anatomia e la biomeccanica^{16,17}. La componente glenoidea classica è di polietilene cementato e fissato con uno o più peg. Il recente utilizzo del metal-back glenoideo avvitato non ha migliorato in maniera evidente l'outcome e la durata a lungo termine dell'impianto. In letteratura alcuni studi mostrano tassi di revisione sino a 3 volte maggiori rispetto alle protesi glenoidee senza metal-back¹⁸. Per garantire un buon risultato funzionale è fondamentale, oltre che il corretto posizionamento dei componenti, l'adeguato tensionamento dei tessuti molli, in particolare della cuffia dei rotatori, che si ottiene grazie alla modularità delle teste e delle componenti glenodee.

Approfondimento: stelo corto nella protesi anatomica¹⁹

Recentemente vengono proposti anche nella protesica di spalla accessi miniinvasivi e componenti di minori dimensioni da utilizzare in particolari situazioni. Utile, in particolare, potrebbe rivelarsi l'utilizzo di steli di piccole dimensioni. I potenziali vantaggi comprendono un maggior risparmio del bone-stock omerale soprattutto per eventuali revisioni, minor necessità di reaming del canale con minor rischio di complicanze intraoperatorie fratturative e possibilità di utilizzo in pazienti con protesi di gomito con fittone omerale lungo o con deformità del terzo medio omerale diafisario. Tra gli svantaggi si riscontra un maggior tasso di impianto dello stelo con deviazione in varo e scarsa conoscenza dell'affidabilità dell'integrazione a lungo termine

In casi particolari la protesizzazione si può limitare solo alla componente omerale. Generalmente vi è l'indicazione all'utilizzo di endoprotesi anatomica in presenza di glena con cartilagine preservata, per esempio fratture omero prossimale e necrosi avascolare cefalica oppure in condizioni in cui non vi sia adeguato bone-stock glenoideo che garantisca stabilità alla componente. Sicuramente l'impianto di un endoprotesi, non sempre garantisce un adeguato tensionamento della cuffia, e quindi si potranno avere risultati funzionali scarsi, inoltre nel tempo può provocare progressiva erosione glenodea. In presenza artrosi primitiva gleno-omeroale con adeguato buon bone-stock della glena e cuffia dei rotatori integra alcuni autori propongono di impiantare endoprotesi, effettuando un intervento più semplice, veloce e senza rischi correlati alla componente glenoidea, riservandosi la possibilità di protesizzare la glena successivamente in caso di persistenza di dolore²⁰. Altri autori preferiscono la protesi totale per garantire una miglior funzionalità e stabilità all'impianto, anche in considerazione al fatto che la protesizzazione posticipata della glena mostra risultati meno prevedibili²¹ e che la degenerazione artrosica della glena progressivamente ne rende più complessa la protesizzazione successiva.

Controindicazione assoluta alla protesi anatomica, sono le lesioni dei cuffia, solo piccole lesioni del sovraspinato possono essere riparate durante l'intervento, con risultati soddisfacenti²².

In generale, nonostante i miglioramenti nel design e nelle tecniche di fissazione, la protesizzazione della glenoide continua ad essere l'elemento critico. La mobilizzazione glenoidea risulta essere circa 30% a 10 anni, con riscontro di linee di radiolucenza asintomatiche con tassi di 7,3% annuo e sintomatiche dell'1.2% annuo¹⁸. In letteratura si riscontrano poi, in ordine di frequenza, altre cause di falli-

mento dell'impianto, quali instabilità gleno-omeroale (4,9% in particolare instabilità superiore), fratture periprotetische (1,8%), lesioni di cuffia (1,3%), infezioni (0,7%) sino alla disinserzione deltoidea (0,08%)²³. Va sottolineato però quanto la maggior parte dei fallimenti sia ad eziologia multifattoriale; è evidente infatti come la progressiva degenerazione della cuffia dei rotatori condizioni l'instabilità dell'impianto determinandone una tendenza alla migrazione craniale e possa alterare la distribuzione delle forze alle componenti causandone una possibile mobilizzazione.

LA PROTESI INVERSA DI SPALLA

Paul Grammont è considerato il padre della protesi inversa di spalla; nel 1985 descrisse per la prima volta il suo innovativo concetto di protesi. Il suo design ha 4 punti chiave: stabilità intrinseca dell'impianto protesico, concavità della componente omerale, convessità della porzione glenoidea, centro di rotazione medializzato e distalizzato²⁵.

La protesi inversa di spalla ha come indicazione principale l'artrosi gleno-omeroale associata a lesione massiva della cuffia dei rotatori. In questo caso si crea un fenomeno biomeccanico di insufficienza/deficit di abduzione per la diminuita forza vettoriale esercitata dal deltoide data l'assenza di una cuffia funzionante; troviamo quindi un tipico quadro radiografico di artrosi eccentrica con la risalita della testa omerale²⁶⁻²⁸.

L'inversione della forma delle componenti articolari crea un radicale sovvertimento della biomeccanica della spalla, il risultato finale permette di garantire l'elevazione e l'abduzione senza la cuffia dei rotatori. Per ottenere ciò è necessaria una componente deltoidea normotonica e normofunzionante soprattutto nella porzione anteriore²⁹⁻³⁰.

In passato per contrastare la traslazione craniale della testa omerale sono stati sviluppati diversi modelli protesici (protesi vincolate e semivincolate), ma lo stress eccessivo a carico delle componenti, ne provocava la precoce mobilizzazione con successivo fallimento dell'impianto. L'unico design efficace è stato realizzato con l'inversione di forma delle componenti. Nella protesi inversa la componente omerale concava di grosse dimensioni articola con una grande semisfera glenoidea; così facendo la contrazione deltoidea invece di dislocare la testa omerale predispone al movimento di abduzione ed elevazione della spalla. Ricreare durante l'intervento un angolo non anatomico testa-diafisi di 155° permette di aumentare ulteriormente la stabilità dell'impianto, in tal modo si può arrivare ad un angolo del vettore forza pari a 45° senza rischio di lussazione³¹⁻³².

Il deficit deltoideo, muscolare o neurologico, è una controindicazione assoluta a questo tipo di intervento, perché predisporrebbe inevitabilmente alla lussazione ed ad un pessimo risultato funzionale. Altre controindicazioni relative sono: stati infettivi locali/sistemici, neuroartropatie e difetti ossei glenoidei²⁶.

Approfondimento: conversione anatomica-reverse²⁴

A distanza di anni si assiste in molti pazienti ad un progressivo peggioramento delle performance funzionali con eventuale comparsa di dolore. Abbiamo sicuramente la progressiva usura dei componenti, ma l'elemento principale, come in una spalla normale, è la progressiva usura e lesione della cuffia dei rotatori.

Il problema si pone in pazienti relativamente giovani con elevate richieste funzionali. In questi casi la soluzione è una revisione con protesi inversa. Con alcuni modelli di protesi la conversione da anatomica ad inversa risulta essere molto più semplice, potendo mantenere la componente omerale e/o il metal-back. In questo modo, oltre alla preservazione del bone stock, si assiste ad un minor tasso di complicanze in termini di fratture alla rimozione dello stelo generalmente stimate a circa il 24%.

Per quanto riguarda le protesi inverse in letteratura sono documentati ottimi risultati a breve-medio termine mentre si osserva un progressivo deterioramento dei risultati funzionali dopo i 6 anni dall'impianto; per tale motivo solitamente questo tipo di protesi è riservato ad una popolazione anziana con basse richieste funzionali^{26 33 34}. Il tasso di sopravvivenza degli impianti documentato a 10 anni si attesta all'84-93%. I pochi studi con follow-up maggiore mostrano un drastico declino funzionale³⁵.

L'intervento di sostituzione articolare con protesi inversa ha un rilevante tasso di complicanze, ciò è ancora più marcato nelle revisioni dove si vede un rischio 4 volte maggiore rispetto ai primi impianti³⁶.

Le infezioni complicano l'1-15% degli interventi. Il rischio di infezione è 4 volte maggiore rispetto alle protesi anatomiche, probabilmente a causa del diverso design dell'impianto. Il patogeno isolato più frequentemente è il *Propionibacterium acnes*; mentre gli *Staphylococcus aureus* coagulasi-negativi e *Staphylococcus aureus* meticillino-resistenti sono meno frequenti^{26 32}.

Tra le complicanze più comuni (0-96%) è contemplato il notching del polietilene con il collo della scapola, abbiamo quindi un'erosione ossea per il ripetitivo contatto della componente omerale con la porzione inferiore del collo della scapola³⁷.

Per evitare il notching, Nyffeler e successivamente anche altri Autori, consigliano di posizionare la meta-glena al bordo inferiore della glena e con adeguato tilt, in questo modo la gleno-sfera supera il margine inferiore della glena ossea^{38 39}. Anche un lieve e controllato sovratensionamento dell'impianto sembra diminuire l'incidenza del notching⁴⁰. Una nuova tecnica per ridurre ulteriormente la probabilità di notching è la Bony Increased Offset Reverse Shoulder Arthroplasty (BIORSA), con la quale si lateralizza il centro

di rotazione usando un bone graft dalla testa omerale per creare un collo scapolare più lungo e lateralizzante²⁶.

L'impegno nel risolvere o comunque ridurre l'entità del notching, garantirà la riduzione dei fallimenti nelle future casistiche.

La lussazione complica lo 0-30% degli interventi²⁶, il rischio è doppio nei pazienti sottoposti a revisione di protesi anatomiche con protesi inverse. Importanti cause di instabilità sono: insufficienze del muscolo sottoscapolare, precedenti trauma che comportano alterazioni strutturali ossee o dei tessuti molli, errato posizionamento della protesi, sotto-tensionamento del deltoide, il notching⁴¹⁻⁴³.

Il valore assoluto del tensionamento del muscolo deltoideo non è documentato; tecnicamente ci si basa su una sensazione soggettiva che proviene dall'esperienza del chirurgo. Boileau suggerisce di valutare che il tendine congiunto sia ben tensionato dopo la riduzione dell'impianto⁴⁴.

Nel caso ci sia una sublussazione superiore della componente omerale si verifica una secondaria erosione dell'acromion che può portarne l'assottigliamento fino alla frattura, ciò si verifica nel 9% circa delle protesi inverse^{45 46}.

Il 47% di pazienti sottoposti ad intervento di protesi inversa mostrano segni subclinici di sofferenza nervosa. Principalmente i segni sono a carico del nervo ascellare, più raramente del n. radiale, del n. muscolo cutaneo o interamente del plesso brachiale; in questo ultimo caso i segni/sintomi sono solitamente transitori da neuroaprassia secondaria all'allungamento eccessivo dell'arto⁴⁷.

La curva di apprendimento della tecnica chirurgica è lunga ed è approssimata a circa 40-60 interventi. La successiva esperienza acquisita dal chirurgo, permette di ottimizzare la selezione del paziente, inoltre la maggiore confidenza chirurgica permette di ottenere migliori risultati funzionali ed un minor tasso di complicanze⁴⁸.

Approfondimento: RSA e transfer di gran dorsale e gran rotondo⁴⁹

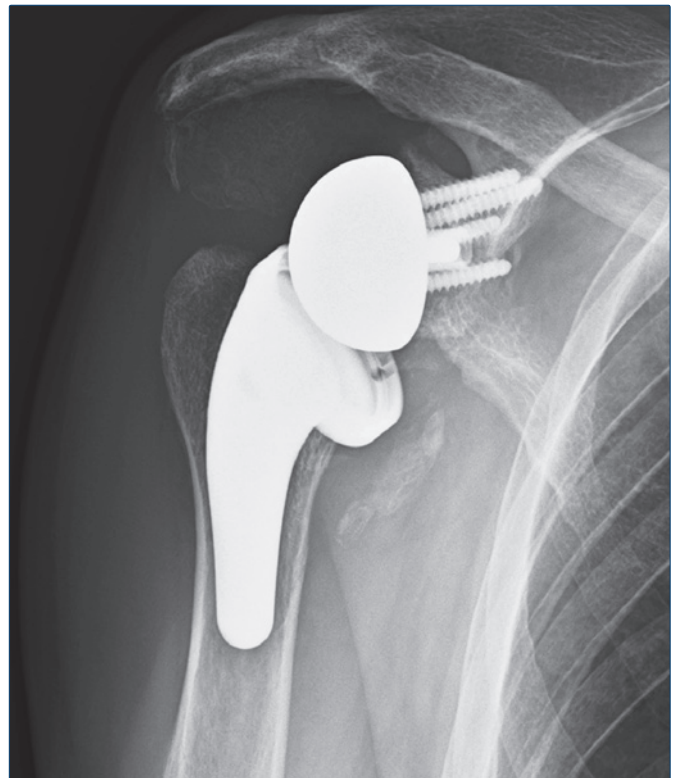
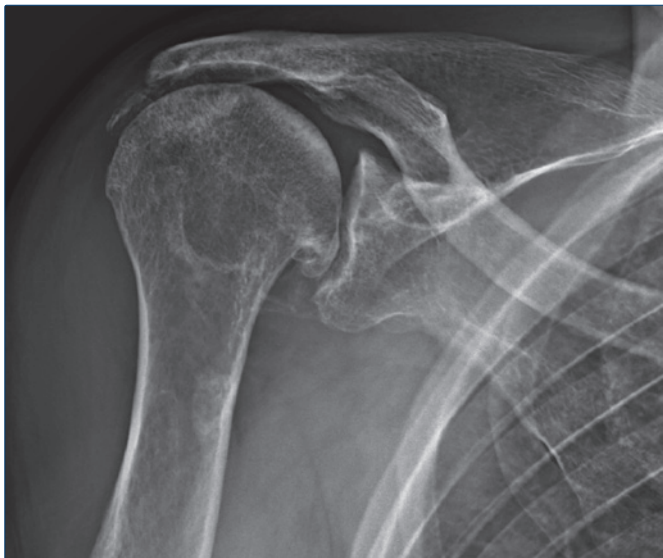
Nei pazienti con lesione massiva di cuffia, coinvolgente anche il piccolo rotondo, si assiste ad un deficit di extrarotazione attiva. Tale deficit si ripercuote negativamente in molte azioni quotidiane come alimentarsi, pettinarsi, lavarsi i denti. In tali pazienti, l'impianto di una protesi inversa non risolve il problema, pertanto il risultato funzionale può risultare scadente o comunque non garantire una adeguata mobilità. La soluzione descritta da Boileau nel 2008, modificando la tecnica proposta nel 1934 da L'Episcopoc, è il transfer di gran dorsale e gran rotondo, effettuato attraverso l'accesso deltoideo pettorale, trasferendo l'inserzione dei due tendini da anteriore a posteriore, sempre alla medesima altezza della regione metafisaria dell'omero prossimale.

Approfondimento: RSA in pazienti giovani (< 65)⁵⁰

In letteratura il ruolo della protesi inversa, in pazienti con meno di 65 anni, con spalla pseudoparalitica per lesione massiva di cuffia con o senza artrosi, risulta non essere chiaro. Il dubbio è ovviamente la sopravvivenza dell'impianto a lungo termine. Gerber ha evidenziato che la protesi inversa in questi pazienti garantisce importanti vantaggi funzionali in tutte le attività, fino ad un massimo di 10 anni dall'intervento. Quindi si ottengono vantaggi e soddisfazione del paziente a medio e lungo termine. Nelle curve di sopravvivenza, con end point la rimozione della protesi e/o la conversione in endoprotesi abbiamo risultati del 98% di sopravvivenza a 5 anni e 88% a 10 anni. Comunque il tasso di complicanze è elevato, per motivi non noti, anche se risultano essere complicanze risolvibili, senza deterioramento della funzione. Quindi è fondamentale un'adeguata informazione del paziente, riguardo tali complicanze.

FIGURE 1-2.

B.D. anni 72, protesi inversa in artrosi gleno omerale con insufficienza di cuffia.

**FIGURE 3-4.**

C.R. anni 68, endoprotesi in degenerazione testa omerale da necrosi cefalica.

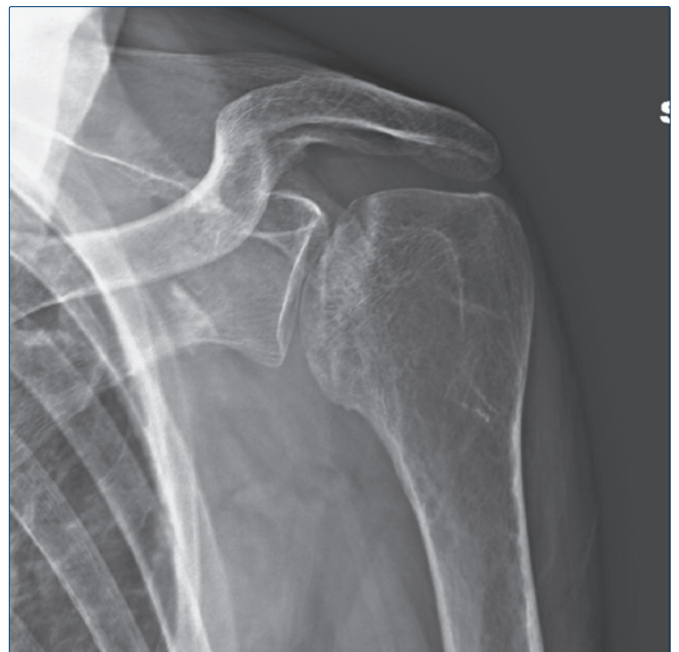
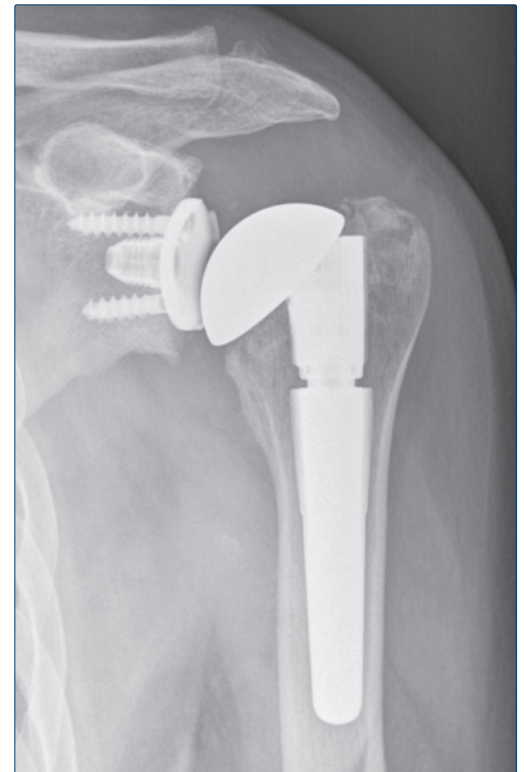
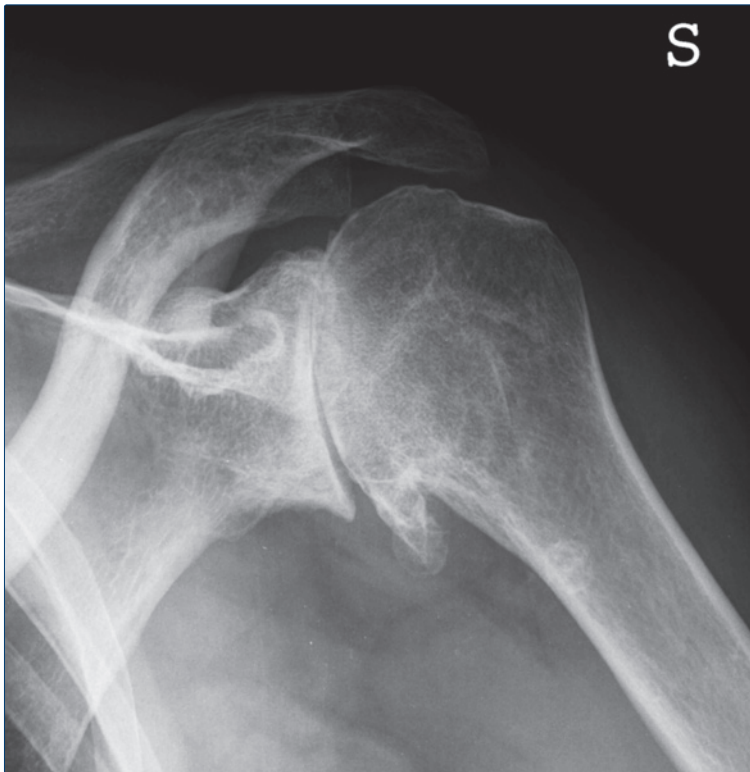


FIGURE 5-6.

G.G anni 65, artroprotesi in artrosi gleno-omeroale severa.



BIBLIOGRAFIA

- ¹ Samilson RL, Prieto V. *Posterior dislocation of the shoulder in athletes.* Clin Sports Med 1983;2:369-78.
- ² Walch G, Badet R, Boulahia A, et al. *Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis.* J Arthroplasty 1999;14:756-60.
- ³ Denard PJ, Wirth MA, Orfaly RM. *Investigation performed at Oregon Health & Science University, Portland, Oregon. Management of glenohumeral arthritis in the young adult.* J Bone Joint Surg Am 2011;93:885-92.
- ⁴ Silverstein E, Leger R, Shea KP. *The use of intra-articular hylan G-F 20 in the treatment of symptomatic osteoarthritis of the shoulder: a preliminary study.* Am J Sports Med 2007;35:979-8.
- ⁵ McCarty LP 3rd, Cole BJ. *Nonarthroplasty treatment of glenohumeral cartilage lesions arthroscopy.* Arthroscopy 2005 Sep;21(9):1131-42. Review.
- ⁶ Thomas SR, Wilson AJ, Chamblor A, et al. *Outcome of Copeland surface replacement shoulder arthroplasty.* J Shoulder Elbow Surg 2005;14:485-91.
- ⁷ Buchner M, Eschbach N, Loew M. *Comparison of the short-term functional results after surface replacement and total shoulder arthroplasty for osteoarthritis of the shoulder: a matched-pair analysis.* Arch Orthop Trauma Surg 2008;128:347-54.
- ⁸ Geervliet P, van den Bekerom M, Spruyt P, et al. *Short-term results of the global C.A.P. uncemented resurfacing shoulder prosthesis.* Orthopedics 2014;37:42-7.
- ⁹ Bailie DS, Llinas PJ, Ellenbecker TS. *Cementless humeral resurfacing arthroplasty in active patients less than fifty-five years of age.* J Bone Joint Surg Am 2008;90:110-7.
- ¹⁰ Mullett H, Levy O, Raj D, et al. *Copeland surface replacement of the shoulder. Results of an hydroxyapatite-coated cementless implant in patients over 80 years of age.* J Bone Joint Surg (Br) 2007;89:1466-9.
- ¹¹ Izquierdo R, Voloshin I, Edwards S, et al. *Treatment of glenohumeral osteoarthritis.* J Am Acad Orthop Surg 2010;18:375-82.
- ¹² Day J, Lau E, Ong K, et al. *Prevalence and projections of total shoulder and elbow arthroplasty in the United States to 2015.* J Shoulder Elbow Surg 2010;19:1115-20.
- ¹³ Neer CS II, Brown TJ, McLaughlin HL. *Fractures of the humerus with dislocation of the head fragment.* Am J Surg 1953;85:252-8.
- ¹⁴ Neer CS II, Watson KC, Stanton FJ. *Recent experience in total shoulder replacement.* J Bone Joint Surg Am 1982;64:319-37.
- ¹⁵ Mileti J, Sperling JW, Cofield RH, et al. *Monoblock and modular total shoulder arthroplasty for osteoarthritis.* J Bone Joint Surg Br 2005;87:496-500.
- ¹⁶ Hertel R, Knothe U, Ballmer FT. *Geometry of the proximal humerus and implications for prosthetic design.* J Shoulder Elbow Surg 2002;11:331-8.
- ¹⁷ Walch G, Boileau P. *Prosthetic adaptability: a new concept for shoulder arthroplasty.* J Shoulder Elbow Surg 1999;8:443-51.
- ¹⁸ Papadonikolakis A, Matsen FA 3rd. *Metal-backed glenoid components have a higher rate of failure and fail by different modes in comparison with all-polyethylene components: a systematic review.* J Bone Joint Surg Am 2014;96:1041-7.
- ¹⁹ Jost PW, Dines JS, Griffith MH, et al. *Total shoulder arthroplasty utilizing mini-stem humeral components: technique and short-term results.* HSS J 2011;7:213-7.
- ²⁰ Bishop JY1, Flatow EL. *Humeral head replacement versus total shoulder arthroplasty: Clinical outcomes – A review.* J Shoulder Elbow Surg 2005;14(Suppl):141S-6.
- ²¹ Edwards TB. *Shoulder replacement surgery. An interview with T. Bradley Edwards.* Orthopedics 2012;35:865-6.

- ²² Carroll RM, Vazquez M, Izquierdo R, et al. *Glenoid arthrosis after hemiarthroplasty: results of revision to total shoulder arthroplasty*. Presented at the American Academy of Orthopaedic Surgeons Annual Meeting, February 5, 2003.
- ²³ Bohsali KI, Wirth MA, Rockwood CA Jr. *Complications of total sholder arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2006;88(12):2279-92.
- ²⁴ Castagna A, Delcogliano M, de Caro F, et al. *Conversion of shoulder arthroplasty to reverse implants: clinical and radiological results using a modular system*. Int Orthop 2013;37:1297-305.
- ²⁵ Grammont P. *Concept study and realization of a new total shoulder prosthesis*. Rhumatologie 1987;39:407-18.
- ²⁶ Mahmood A, Malal JJG, Waseem M. *Reverse shoulder arthroplasty - a literature review*. Open Orthop J 2013;7:366-72.
- ²⁷ Ecklund KJ, Lee TQ, Tibone J, et al. *Rotator cuff tear arthroplasty*. J Am Acad Orthop Surg 2007;15:340-9.
- ²⁸ Franklin JL, Barrett WP, Jackins SE, et al. *Glenoid loosening in total shoulder arthroplasty. Association with rotator cuff deficiency*. J Arthroplasty 1988;3:39-46.
- ²⁹ Wiater J, Fabing M. *Shoulder arthroplasty: prosthetic options and indications*. J Am Acad Orthop Surg 2009;17:415-25.
- ³⁰ Mulieri P, Dunning P, Klein S, et al. *Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of irreparable rotator cuff tear without glenohumeral arthritis*. J Bone Joint Surg Am 2010;92:2544-56.
- ³¹ Matsen FA, Boileau P, Walch G, et al. *The reverse total shoulder arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2007;89:660-7.
- ³² Gerber C, Pennington SD, Nyffeler RW. *Reverse total shoulder arthroplasty*. J Am Acad Orthop Surg 2009;17:284-95.
- ³³ Sirveaux F, Favard L, Oudet D, et al. *Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders*. J Bone Joint Surg Br 2004;86:388-95.
- ³⁴ Guery J, Favard L, Sirveaux F, et al. *Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years*. J Bone Joint Surg Am 2006;88:1742-7.
- ³⁵ Kempton LB, Ankerson E, Wiater JM. *A complication-based learning curve from 200 reverse shoulder arthroplasties*. Clin Orthop Relat Res 2011;469:2496-504.
- ³⁶ Zumstein MA, Pinedo M, Old J, et al. *Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review*. J Shoulder Elbow Surg 2011;20:146-57.
- ³⁷ Simovitch RW, Zumstein MA, Lohri E, et al. *Predictors of scapular notching in patients managed with the Delta III reverse total shoulder replacement*. J Bone Joint Surg Am 2007;89:588-600.
- ³⁸ Nyffeler RW, Werner CM, Gerber C. *Bio-mechanical relevance of glenoid component positioning in the reverse Delta III total shoulder prosthesis*. J Shoulder Elbow Surg 2005;14:524-8.
- ³⁹ Gutiérrez S, Comiskey CA IV, Luo ZP, et al. *Range of impingement-free abduction and adduction deficit after reverse shoulder arthroplasty. Hierarchy of surgical and implant-design-related factors*. J Bone Joint Surg Am 2008;90:2606-15.
- ⁴⁰ De Wilde LF, Poncet D, Middernacht B, et al. *Prosthetic overhang is the most effective way to prevent scapular conflict in a reverse total shoulder prosthesis*. Acta Orthop 2010;81:719-26.
- ⁴¹ Boulahia A, Edwards TB, Walch G, et al. *Early results of a reverse design prosthesis in the treatment of arthritis of the shoulder in elderly patients with a large rotator cuff tear*. Orthopedics 2002;25:129-33.
- ⁴² Favre P, Sussmann PS, Gerber C. *The effect of component positioning on intrinsic stability of the reverse shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg 2010;19:550-6.
- ⁴³ Gutierrez S, Keller TS, Levy JC, et al. *Hierarchy of stability factors in reverse shoulder arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res 2008;466:670-6.
- ⁴⁴ Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, et al. *Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics*. J Shoulder Elbow Surg 2005;14(1S):147-61.
- ⁴⁵ Smith CD, Guyver P, Bunker TD. *Indications for reverse shoulder replacement: a systematic review*. J Bone Joint Surg Br 2012;94:577-83.
- ⁴⁶ Walch G, Mottier F, Wall B, et al. *Acromial insufficiency in reverse shoulder arthroplasties*. J Shoulder Elbow Surg 2009;18:495-502.
- ⁴⁷ Ladermann A, Lubbeke A, Melis B, et al. *Prevalence of neurologic lesions after total shoulder arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2011;93:1288-93.
- ⁴⁸ Walch G, Bacle G, Lädermann A, et al. *Do the indications, results, and complications of reverse shoulder arthroplasty change with surgeon's experience?* J Shoulder Elbow Surg 2012;21:1470-7.
- ⁴⁹ Boileau P, Rumian AP, Zumsten MA. *Reversed shoulder Arthroplasty with modified L'Episcopo for combined loss of active elevation and external rotation*. J Shoulder Elbow Surg 2010;19:20-30.
- ⁵⁰ Ek ETH, Neukom L, Catanzaro S, et al. *Reverse total shoulder arthroplasty for massive irreparable rotator cuff tears in patients younger than 65 years old: results after five to fifteen years*. J Shoulder Elbow Surg 2013;22:1199-208.