

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA
DOTTORATO DI RICERCA IN PROBLEMATICHE IN
CHIRURGIA GERIATRICA, ADDOMINALE,
TORACICA E D'URGENZA**

XXIV CICLO

DOTT. FRANCESCO ROBERTO EVOLA

**LE FRATTURE MEDIALI DEL COLLO DEL FEMORE
NEL PAZIENTE ANZIANO**

TESI DI DOTTORATO

Coordinatore:

Chiar.mo Prof. G. Basile

Tutor:

Chiar.mo Prof. G. Sessa

TRIENNIO 2008-2011

INDICE:

• INTRODUZIONE	PAG. 3
• CONSIDERAZIONI GENERALI SUL PAZIENTE ANZIANO	PAG. 8
• OSTEOPOROSI	PAG. 12
• CLASSIFICAZIONE DELLE FRATTURE DEL COLLO FEMORALE	PAG. 18
• TRATTAMENTO DELLA FRATTURA MEDIALE DEL COLLO DEL FEMORE	PAG. 24
• MATERIALI E METODI	PAG. 30
• RISULTATI	PAG. 34
• DISCUSSIONE	PAG. 38
• CONCLUSIONE	PAG. 52
• BIBLIOGRAFIA	PAG. 55

INTRODUZIONE

Gli anziani costituiscono una larga e crescente percentuale della popolazione che sono a rischio di fratture da fragilità in seguito a traumi di bassa energia. Le fratture nell'anziano si verificano a causa di una maggiore incidenza di cadute, ad una minore resistenza dell'osso per la presenza di osteoporosi ed a causa della scarsa protezione offerta dall'adipe e dalla massa muscolare. Queste fratture spesso interessano la porzione dell'osso con una maggiore componente trasversale, quale la regione metafisaria ed epifisaria delle ossa lunghe. Le sedi particolarmente coinvolte sono la colonna, il polso, la spalla e il femore. Le fratture del femore, ed in particolar modo quelle del collo femorale, richiedono quasi sempre

una correzione chirurgica, con l'obiettivo di ripristinare la biomeccanica dell'arto e di preservare la deambulazione.

Nel 1990 le fratture di collo femore da fragilità ossea nel mondo sono state 1,6 milioni. Ogni anno in Europa si registrano circa 500.000 nuovi casi, con un onere economico stimato in oltre 4 miliardi di euro per le sole spese relative all'ospedalizzazione. Nel 2002 in Italia sono state registrate più di 86.000 fratture del collo femorale con il 9% di incremento rispetto al 1990. Nel 2007 sono stati registrati quasi 98.000 ricoveri per fratture del femore prossimale, di cui il 75% in soggetti con più di 75 anni, con un rapporto maschi/femmine di 1:4 (1). Se si aggiorna il dato secondo le proiezioni dell'invecchiamento della popolazione, nel 2050 le fratture diventeranno 2,26 milioni nel mondo, raddoppiando nell'arco di 50 anni in Europa, fino a superare i 970.000 casi

all'anno (2). L'impatto socio-economico di quanto descritto è devastante, per il drammatico effetto sulla qualità di vita della popolazione e per i costi che il trattamento determina. Prasar A afferma che il costo sanitario per una frattura femorale è di circa 20.000\$ in Europa e di 40.000\$ in U.S. (3). Si calcola che nelle donne di razza bianca di età compresa tra i 65 e gli 84 anni, il 90% delle fratture prossimali di femore sia correlato alla patologia osteoporotica, per arrivare ad oltre il 95% oltre gli 85 anni. Per quanto riguarda gli uomini, sebbene il rischio di frattura di femore sia inferiore rispetto al sesso femminile, queste percentuali sono comunque molto elevate: 80% tra i 65 e gli 85 anni e 85% nei soggetti di età ³85 anni (2).

È noto altresì come un paziente che abbia sostenuto una frattura del femore presenti un rischio estremamente elevato di nuove fratture

da fragilità, in assenza di un'adeguata terapia medica. Un aspetto da non sottovalutare è che una pregressa frattura aumenta di circa 5 volte il rischio di un successivo evento fratturativo con una incidenza del 6% nel primo mese e del 4% nei 6 mesi successivi

(2). Nei pazienti anziani, il trattamento delle fratture del femore deve essere gestito parallelamente alle comorbidità e alle patologie che caratterizzano l'età della senescenza. Inoltre, il paziente anziano è a rischio di complicanze post-operatorie, quali il delirium, l'infezione, lo scompenso cardiaco, l'insufficienza respiratoria, la polmonite, la trombosi venosa, l'embolia, le ulcere da decubito, che possono compromettere ulteriormente il precario equilibrio, portare alla perdita delle prestazioni funzionali e dell'autonomia, ed in alcuni casi, condurre alla morte del paziente. Le fratture osteoporotiche, in particolare quelle di femore, sono associate ad

una aumentata mortalità e morbilità: entro un anno dall'evento fratturativo, infatti, circa il 20% (5-40%) dei pazienti muore, il 40% non è in grado di camminare autonomamente ed il 25% necessita di assistenza domiciliare a lungo termine. L'incremento di mortalità è particolarmente evidente nei primi 3 mesi e diminuisce nel tempo fino ad annullarsi a distanza di 8-9 mesi (4,5).

Scopo del presente lavoro è stato quello di focalizzare l'attenzione sui moderni trattamenti delle fratture medialali del collo del femore, e, alla luce di una casistica operatoria, di individuare quale sia il trattamento più idoneo e opportuno, in considerazione delle caratteristiche e peculiarità del paziente anziano e delle problematiche post-operatorie che possono scaturire dalla tipologia di intervento scelto.

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL PAZIENTE ANZIANO

Il paziente anziano è un paziente critico e complesso dal punto di vista medico, cognitivo, funzionale e psicosociale. Nonostante vi siano variazioni tra le diverse nazioni nella identificazione del paziente anziano in base all'aspettativa di vita, la World Health Organization definisce anziano qualunque soggetto con età > 60 aa (6). L'anziano è un soggetto in labile equilibrio per varie modificazioni involutive che tutti gli organi ed apparati subiscono con l'età, soprattutto quelli che più debbono sopportare lo stress chirurgico: l'apparato cardiocircolatorio, respiratorio, renale ed epatico. Le principali modificazioni sono rappresentate da una riduzione della portata cardiaca con aumento delle resistenze periferiche; una ridotta elasticità della gabbia toracica con diminuita

capacità vitale, della capacità polmonare totale, del VEMS, della ventilazione e della saturazione ossiemoglobinica nel sangue; un'insufficiente filtrazione glomerulare con incremento delle resistenze vascolari renali; una diminuzione dei depositi epatici di glicogeno associata ad ipoalbuminemia plasmatica. L'età, inoltre, apporta variazioni dello stato metabolico (diabete, obesità, gotta, ecc) ed umorale, quali l'aumento della viscosità ematica, alterazione del meccanismo della coagulazione e della fibrinolisi, diminuzione della volemia, incremento del sodio e diminuzione del potassio; tali modifiche devono essere opportunamente individuate, considerate nella gestione del paziente ed eventualmente corrette.

Il soggetto anziano manifesta una tendenza agli episodi trombo embolici, agli squilibri elettrolitici, alla disidratazione, una ipoventilazione per insufficiente dinamica respiratoria, ed una

incontinenza cardiaca in seguito al prolungato allettamento, a demenza senile secondaria ad una vasculopatia cronica. In definitiva l'anziano si caratterizza per scarsità di riserve energetiche, lentezza nel recupero, facile suscettibilità alle infezioni, maggiore sensibilità alle emorragie e alle ipovolemie.

Molto spesso nell'anziano è possibile riscontrare malattie, dette comorbilità, legate alla senescenza: cardiopatia cronica, BPCO, insufficienza renale, vasculopatia cerebrale, diabete, anemia, demenza senile, deficit nutrizionali, disidratazione, ridotta motilità.

I fattori di rischio del paziente anziano sono rappresentati dall'età, che inizia a diventare malattia dopo gli ottant'anni; le comorbilità associate, che diventano significative se superiori a tre; l'esecuzione di un intervento in urgenza, in quanto impedisce la correzione adeguata dei deficit degli apparati più sottoposti a stress chirurgico;

il ritardo del trattamento delle urgenze; la tecnica chirurgica, che vada eseguita con rapidità ed in maniera semplice, limitando il più possibile il danno chirurgico. Le principali cause di morte in un paziente anziano sono: l'infarto, l'embolia polmonare, l'ischemia cerebrale, le infezioni e l'insufficienza epato-renale acuta (7).

L'attenta valutazione del paziente permetterà di scegliere il trattamento più idoneo, tenendo presente che lo scopo che ci si deve prefiggere è di prolungare al massimo e nelle migliori condizioni la vita dell'ammalato.

OSTEOPOROSI

L'osteoporosi è una patologia molto diffusa e si stima che nel mondo siano oltre 200 milioni gli individui affetti; la malattia è tipicamente eta-correlata, con un'incidenza che aumenta proporzionalmente all'invecchiamento della popolazione.

E' una malattia metabolica dell'osso ad eziopatogenesi multifattoriale, caratterizzata dalla riduzione qualitativa e quantitativa della massa ossea per unità di volume, in presenza di un rapporto normale tra matrice organica e contenuto minerale. La diminuzione della massa ossea per unità di volume è dovuta alla riduzione della matrice organica dell'osso e, di conseguenza, del contenuto di fosfato e carbonato di calcio. L'osteomalacia, che

spesso si associa ad osteoporosi, è invece caratterizzata, da un difetto della sola componente minerale dell'osso.

Nell' Unione Europea ogni ora si verificano circa 120 fratture da osteoporosi, in Italia circa 3,5 milioni di donne ed 1 milione di uomini sono affetti da osteoporosi. Per l'osteoporosi in Italia si registrano quasi 100.000 ricoveri per fratture del collo del femore.

Si prevede un incremento dell'incidenza del 25% nei prossimi 20 anni. Dopo i 50 anni 1 donna su 2 e 1 uomo su 5 subiranno una frattura nei successivi anni di vita (8).

L'osteoporosi può essere generalizzata, interessante tutto lo scheletro, o distrettuale, che riguarda solo un distretto scheletrico.

L'osteoporosi generalizzata viene classificata in primitiva e secondaria. Tra le forme primitive si distinguono l'osteoporosi postmenopausale e l'osteoporosi senile. L'osteoporosi post-

menopausale è secondaria a una ridotta sintesi di estrogeni, che determina un aumento del riassorbimento osseo ad opera degli osteoclasti; quella senile è dovuta ad un ridotto apporto alimentare e ridotto assorbimento di calcio, ad una diminuita attività fisica ed insufficiente produzione di calcitriolo, tale da determinare una ridotta sintesi e mineralizzazione della matrice organica.

L'osteoporosi secondaria è una conseguenza dell'assunzione protratta di farmaci (cortisonici, eparina, diuretici, chemioterapici, anticonvulsivanti), a malattie endocrine (Cushing, ipertiroidismo, ipogonadismo, iperparatiroidismo), ad emopatie (mieloma multiplo, linfomi, leucosi), a malattie gastrointestinali (morbo celiaco, resezioni gastrointestinali, morbo di Crohn, epatopatie croniche), a malattie renali (ipercalciuria idiopatica renale, acidosi tubulare renale, insufficienza renale cronica) e a trapianti d'organo

che determinano un aumento dell'attività degli osteoclasti e una ridotta attività degli osteoblasti. L'osso osteoporotico presenta rispetto a quello normale delle modificazioni macrostrutturali e microstrutturali. Delle prime fanno parte l'assottigliamento dell'osso corticale, deputato alla resistenza alle forze di torsione e flessione, e la riduzione dello spessore, del numero e delle connessioni delle trabecole trasversali, che svolgono un ruolo importante in presenza di forze di compressione; le seconde comprendono una diminuzione della densità minerale, le modificazioni translazionali del collagene I tipo e l'aumento di grandezza dei cristalli minerali.

L'indagine densitometrica consente di misurare la massa ossea ed in particolare la sua densità minerale (Bone mineral density o BMD) in g/cm^2 . La BMD giustifica il 60-80% della resistenza

meccanica all'osso. Per l'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) la diagnosi densitometrica di osteoporosi si basa sulla valutazione con tecnica dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) della densità minerale, raffrontata a quella media di soggetti adulti sani dello stesso sesso ed (picco di massa ossea). L'unità di misura è rappresentata dalla deviazione standard dal picco medio di massa ossea (T-score). E' stato osservato che il rischio di frattura inizia ad aumentare in maniera esponenziale con valori densitometrici di T-score < -2,5 SD, che secondo l'OMS rappresenta la soglia per diagnosticare la presenza di osteoporosi (9).

L'osteoporosi determina in definitiva una minore resistenza meccanica dell'osso e, quindi, un maggior rischio di fratture in seguito a traumi di modesta entità. L'osso normale sotto carico presenta un comportamento elastico con un punto di rottura lontano

da quello di deformazione plastica; l'osso osteoporotico, invece, sotto carico presenta un comportamento fragile, in quanto il punto di rottura è prossimo a quello di deformazione plastica. Tutto lo scheletro può ovviamente essere interessato da frattura in caso di osteoporosi, ma la maggiore localizzazione si riscontra nelle ossa più sollecitate nella postura e nelle attività fisiche del corpo. Quando l'osteoporosi è notevole la frattura può essere quasi spontanea, come conseguenza del carico durante la stazione eretta o la deambulazione.

CLASSIFICAZIONE DELLE FRATTURE DEL COLLO FEMORALE

La frattura del femore è un crescente problema di salute pubblica, per l'aumento di mortalità, morbidità, e spesa sanitaria che questo evento comporta.

Nei paesi occidentali la mortalità annua delle fratture femorali ha ormai superato quella del tumore gastrico e pancreatico, ed il rischio di sviluppare nel corso della vita una frattura femorale è maggiore, per le donne, del rischio complessivo del tumore mammario, endometriale e ovarico, e, per gli uomini, del rischio di tumore della prostata (10,11).

Le fratture del collo femorale vengono classificate in mediali o intracapsulari e laterali o extra-capsulari. La prognosi di questi due tipi di frattura è legata alla particolare vascolarizzazione del femore.

La vascolarizzazione del femore prossimale è di tipo terminale, ed è garantita dalle arterie circonflesse mediale e laterale, che sono rami dell'arteria femorale profonda, e dall'arteria del legamento rotondo, ramo dell'arteria otturatoria. Le fratture mediali si associano molto frequentemente ad una interruzione traumatica dei vasi circonflessi mediali e laterali, che sono deputati all'irrorazione dell'epifisi femorale, determinando così una scarsa tendenza alla guarigione della frattura ed una possibile necrosi della testa femorale. Il danno vascolare che ne deriva dipende dal grado di scomposizione della testa e dalla frammentazione del collo; inoltre l'ematoma intracapsulare che si forma in seguito alla frattura comporta un incremento della pressione intracapsulare e una riduzione del drenaggio venoso, determinando così un'ulteriore riduzione del flusso arterioso alla testa femorale. Le fratture laterali, invece, non

compromettono l'apporto sanguigno alla testa del femore e tendono a consolidare abbastanza rapidamente.

Le fratture del collo del femore si possono distinguere in traumatiche e patologiche, quest'ultime sono l'espressione di una neoplasia primitiva o secondaria. Nella maggior parte dei casi le fratture nel paziente anziano sono dovute a traumi lievi o moderati associati ad una ridotta resistenza meccanica dell'osso per la presenza di osteoporosi. L'età media della prima frattura osteoporotica è 76 anni, e circa il 50% delle fratture si verifica tra i 67 e 83 anni (12,13).

Tra le fratture del femore, quelle del medial del collo sono tra le più frequenti a causa del maggiore risentimento da parte del processo osteoporotico.

Le fratture mediali del collo del femore interessano la regione anatomica compresa tra la testa femorale e la linea intertrocanterica; la posizione e l'orientamento della frattura associati al grado di scomposizione determinano la gravità del danno della vascolarizzazione principale dell'epifisi prossimale, determinando quindi il tipo di trattamento. Pauwels, nel 1935, per primo ha classificato le fratture mediali del collo del femore in 3 tipi in base all'angolo che la frattura forma con il piano orizzontale: fratture sottocapitate, fratture trans cervicali e fratture basicervicali (14). Il più recente sistema di classificazione delle fratture mediali del collo del femore è rappresentato dalla classificazione universale AO che le suddivide in 3 gruppi (15). Nella classificazione AO le fratture mediali del collo sono catalogate con la sigla 31-B, e vengono suddivise in B1,

B2, e B3. Le fratture B1 comprendono le sottocapitate con nessuno o minimo spostamento, e si dividono in fratture ingranate in valgo $>15^\circ$, fratture ingranate in valgo $< 15^\circ$ e fratture non ingranate; quelle B2 comprendono le transcevicali e si suddividono in basi cervicali, medio cervicale con adduzione e medio cervicale da taglio; le fratture B3 sono quelle sottocapitate con spostamento e ne fanno parte le fratture scomposte in varo, le fratture scomposte con traslazione dei frammenti, e quelle marcatamente scomposte. A causa della complessità del sistema AO, la maggior parte degli autori tuttora preferisce utilizzare la classificazione pubblicata da Garden nel 1961 (16). In questa classificazione, le fratture sono suddivise in 4 tipi in base al grado di scomposizione:

nel tipo I la frattura è ingranata in valgismo con trabecole ossee della porzione inferiore del collo femorale intatte; nel tipo II la

frattura è completa senza spostamento dei frammenti; nel tipo III la frattura è completa con scomposizione in varo dei frammenti; nel tipo IV la frattura è completa con spostamento e scomposizione dei frammenti (17). Le fratture di I e II tipo sono considerate stabili, mentre quelle di III e IV tipo sono classificate come instabili.

TRATTAMENTO DELLA FRATTURA MEDIALE DEL COLLO DEL FEMORE

Il trattamento chirurgico delle fratture mediali dell'epifisi prossimale del femore nell'anziano è ancora dibattuto tra la fissazione con viti o la protesi. Il numero crescente di pazienti anziani con osteoporosi ed il problema della fissazione nell'osso, in un osso di qualità meccanica scadente, ha incentivato la ricerca di metodi di fissazione più efficaci.

Numerosi Autori hanno evidenziato i vantaggi dell'osteosintesi con viti, intervento minimamente invasivo, di rapida esecuzione, a basso rischio di mortalità e che non pregiudica, in caso di fallimento della sintesi la possibilità di eseguire l'intervento di protesi (18,19).

Attualmente i mezzi di sintesi più utilizzati nelle fratture mediali del collo di femore sono rappresentati da viti in acciaio o in titanio

cannulate per essere introdotte lungo un filo guida, parallelamente all'asse longitudinale del collo, con filettatura al loro estremo distale per permettere la compressione della frattura. L'osteosintesi mediante avvvitamento è da riservarsi a casi selezionati con fratture in valgo tipo Garden I o II, in cui è possibile ottenere una guarigione della frattura in presenza di una sufficiente vascolarizzazione.

Possibili complicanze di questo trattamento sono la necrosi cefalica del femore e la pseudoartrosi, che sono riconducibili ad interruzione dell'apporto vascolare alla testa femorale in seguito al trauma.

Un'altra complicanza piuttosto frequente nel trattamento con osteosintesi delle fratture del collo del femore è rappresentato dalla penetrazione intrarticolare delle viti (20). Il rischio di penetrazione oltre la testa del femore, risulta maggiore nelle fratture ingranate in

valgo (Garden tipo I) rispetto agli altri tipi di fratture. Hernigou et al. hanno riportato una incidenza di penetrazione delle viti oltre la testa del femore del 13,6% nelle fratture di tipo I, rispetto allo 0% nel tipo II, 4% nel tipo III e 8% nel tipo IV in una serie di 60 casi trattati (20). Moroni et al. (21, 22), in numerosi lavori sia sperimentali che clinici, hanno dimostrato che le viti con rivestimento di idrossiapatite, materiale ceramico capace di legarsi all'osso, hanno una maggiore tenuta meccanica nell'interfaccia con l'osso rispetto alle viti standard, grazie alla capacità dell'idrossiapatite di aderire all'osso, e che si ottiene un minore accorciamento del collo rispetto ai pazienti trattati con viti standard; inoltre i pazienti trattati con viti standard, presentano una considerevole incidenza di penetrazione delle viti all'interno dell'articolazione e di necrosi avascolare della testa del femore.

Queste complicanze hanno comportato un notevole aumento del tempo di malattia, un secondo ricovero, spesso l'intervento di rimozione dei mezzi di sintesi o la sostituzione protesica e pertanto risultati clinici inferiori.

Il trattamento d'elezione delle fratture del collo utilizzato nella maggior parte dei pazienti anziani è la sostituzione protesica data l'alta incidenza di complicazioni (necrosi testa femore, pseudoartrosi, penetrazione intrarticolare o cut-out dei MDS) unitamente alla necessità di una precoce mobilizzazione dei pazienti. Le protesi da impiantare sono di due tipologie: le endoprotesi e le artroprotesi

Le endoprotesi o protesi cefaliche, nelle moderne indicazioni sono riservate esclusivamente al grande anziano, al paziente non deambulante, meno attivo, con ridotta aspettativa di vita, con scarse

richieste funzionali, o, in casi di compromissione delle condizioni generali, con la necessità quindi di riduzione dei tempi operatori.

Le endoprotesi, sebbene comportano maggiore erosione del cotile con dolore alla deambulazione ed un minore risultato funzionale, si associano ad un minor rischio di infezione, ridotta incidenza di lussazione dell'impianto, costi contenuti, richiedono un utilizzo in casi ben selezionati. I minori risultati funzionali delle endoprotesi unipolari rispetto alle artroprotesi, sono evidenziabili anche con le protesi cefaliche bipolari (che presentano cioè una doppia articolazione a livello della testa) con percentuali di erosione acetabolare leggermente inferiori rispetto alle protesi unipolari. Le artroprotesi, invece, sono indicati in pazienti più giovani, attivi, con danno cartilagineo dell'acetabolo, lunga aspettativa di vita e maggiori richieste funzionali. La mortalità tra i pazienti con fratture

intra-capsulari, operati con endoprotesi o artroprotesi, risulta minore rispetto alle fratture trattate con osteosintesi (23). Tale riscontro potrebbe essere almeno in parte attribuibile alla precoce mobilizzazione e verticalizzazione dei pazienti trattati con impianto protesico (24,25).

MATERIALI E METODI

Presso la Clinica Ortopedica dell'Università di Catania da Gennaio 2008 a Giugno 2011 sono state trattate 193 fratture mediali del collo femorale. I pazienti erano 112 donne e 81 uomini; l'età media era di 79 aa (range 65- 94). L'arto interessato era il sinistro in 103 casi e il destro in 90. Tutti i pazienti presentavano almeno una comorbilità al momento dell'intervento, quale il diabete, l'ipertensione, la BPCO, insufficienza renale, deficit nutrizionale, pregresso IMA. La stabilizzazione clinica del paziente è stata curata da un geriatra presente in organico nello stesso reparto di ortopedia.

Le fratture sono state catalogate secondo la classificazione di Gardner in quattro gruppi: 19 fratture di I tipo, 41 di II tipo, 50 di III tipo e 83 di IV tipo. Le fratture del I e II tipo sono state trattate

con sintesi con viti cannulate in titanio; 13 fratture di III tipo sono state trattate con viti cannulate, mentre 37 fratture tipo III tipo mediante impianto protesico; tutte le fratture di IV tipo sono state trattate con protesi d'anca. Le protesi impiantate sono state 48 artroprotesi, di cui 35 biologiche e 13 cementate, e 72 endoprotesi, di cui 52 cementate e 20 biologiche. L'intervento è stato effettuato entro le 48 ore in 135 pazienti, mentre 58 oltre le 48 ore

La via d'accesso utilizzata è stata sempre quella antero-laterale per il posizionamento della protesi, mentre le viti cannulate sono state posizionate percutaneamente. Le viti utilizzati presentavano un diametro di 6,5 mm, presentavano una filettatura parziale (Asnis), e sono state inserite parallelamente al collo femorale attraverso la regione del calcar (1/3 inferiore del collo). Nelle endoprotesi cementate è stato utilizzato lo stelo Muller (Zimmer), nelle

endoprotesi biologiche lo stelo CI Classic (Link) e lo stelo Wagner (Zimmer); nelle artroprotesi cementate è stato impiantato il cotile cementato in polietilene reticolato e lo stelo CLS (Zimmer); nelle artroprotesi biologiche il cotile Allofit (Zimmer) e lo stelo CLS (Zimmer) o Wagner (Zimmer).

La terapia fisica riabilitativa è stata iniziata il giorno dopo l'intervento, ed il carico è stato concesso immediatamente in caso di protesi, dopo 8 settimane in caso di sintesi con viti. I pazienti sono stati valutati clinicamente prima e regolarmente dopo l'intervento con la scheda di Merlè-D'Aubigne-Postel (scala 0-18) e mediante radiografia convenzionale a 3 mesi, 6 mesi, 12 mesi, e successivamente ogni anno. L'esame radiografico seriato è stato utile per valutare la formazione di strie di radiolucenza, aree radiotrasparenti periprotetiche e segnali di mobilitazione precoci

dell'impianto protesico, e nei pazienti operati con viti, la posizione dei mezzi di sintesi all'interno del collo del femore, la guarigione della frattura, l'asse cervicodiafisario, l'accorciamento del collo, l'eventuale presenza di segnali che indirizzassero verso una necrosi o pseudoartrosi cefalica . Durante l'ospedalizzazione del paziente (5-10 gg) e nel corso dei controlli periodici è stata osservata l'eventuale insorgenza di complicanze post operatorie e la mortalità ad un anno dall'intervento.

RISULTATI

Il follow-up medio è stato di 27 mesi nelle artroplastiche (range 6 mesi - 42 mesi) e 25 mesi nella sintesi con viti (range 6 mesi - 40 mesi). I controlli clinici e radiografici eseguiti ad intervalli regolari nel tempo hanno evidenziato nella maggior parte dei pazienti risultati soddisfacenti sia nei primi impianti che nella sintesi delle fratture del collo femorale. Clinicamente è stato evidenziato un incremento medio del punteggio da 6 a 11 punti nella sintesi, mentre nelle protesi l'incremento medio è stato da 4 a 14 punti. Radiograficamente nella maggior parte dei pazienti non sono stati evidenziati segni evidenti di mobilizzazione o migrazione dei mezzi di sintesi e degli impianti protesici.

In 4 pazienti con fratture di I e II tipo Garden trattati con viti cannulate è stato necessario a 6 mesi circa un successivo intervento chirurgico di endoprotesi, in 3 casi per necrosi cefalica ed in un caso per pseudoartrosi della frattura; inoltre 1 paziente ha richiesto un nuovo intervento per rimozione delle viti in seguito a migrazione delle stesse in articolazione. In 5 pazienti si è riscontrata la formazione di piaghe da decubito, ed in 4 pazienti è stato necessario un trattamento medico per disturbi respiratori da allettamento, con tempi di recupero più lunghi rispetto al gruppo dei pazienti con protesi. La mortalità ad un anno è stata del 15% (9 pazienti).

Solo 5 dei 13 pazienti con frattura tipo III di Garden trattati con sintesi ha richiesto un intervento di protesizzazione per necrosi cefalica femorale, mentre in 2 pazienti si è osservato il collasso di parte della spongiosa del collo del femore con guarigione in

accorciamento e valgismo. Nessuno dei 37 pazienti con frattura di III tipo trattata con protesi ha richiesto ulteriore intervento chirurgico. Due protesi impiantate nei pazienti con fratture di IV tipo sono state revisionate: il primo caso era un endoprotesi cementata per usura dell'acetabolo, il secondo era un'artroprotesi biologica per lussazione, a causa di un non corretto posizionamento del cotile. Nessuno di pazienti con frattura tipo III ha manifestato complicanze mediche post-operatorie, mentre, tra i pazienti del IV gruppo, 2 paziente operato di endoprotesi cementata ha sviluppato TVP a distanza di 20 giorni dall'intervento, 1 paziente trattato con artroprotesi cementata ha manifestato un ischemia cardiaca post-operatoria, e 1 paziente operato con artroprotesi cementata ha sviluppato insufficienza respiratoria post-intervento. La mortalità ad

1 anno dall'intervento nei pazienti operati di protesi è stato dell' 8%
(10 pazienti).

DISCUSSIONE

Il paziente geriatrico che deve andare in contro ad un intervento ortopedico, che sia d'urgenza o d'elezione, presenterà due tipologie di problematiche che il chirurgo deve tenere in considerazione: la problematica osteoporotica e la presenza di comorbidità. La prima influenzerà la scelta del trattamento chirurgico, in quanto influenza la fissazione dei mezzi di sintesi e degli impianti protesici; la seconda influenzerà l'insorgenza di possibili complicanze post-operatorie che possono pregiudicare il buon esito dell'intervento e compromettere la vita del paziente anziano.

La frattura del femore rappresenta un quarto delle "fratture da fragilità" dell'anziano e determina: una mortalità fino al 30% ad 1 anno dall'episodio traumatico e perdita dell'autosufficienza

nell'anziano; infatti solo 1 su 3 ritorna a livelli funzionali prefratturativi e il 50% dei pazienti necessita di assistenza continuativa (26)

Nel corso degli ultimi anni sono state pubblicate delle linee guida per il trattamento della fratture del femore, con l'obbiettivo di focalizzare la frattura in associazione alle problematiche del paziente geriatrico. Le recenti linee guida, redatte dalla SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network) nel 2009 prevedono una serie di accorgimenti al fine di migliorare il trattamento delle fratture femorali (27). Le linee guida prevedono un rapido transito del paziente dal Pronto soccorso al reparto ortopedico, la somministrazione di terapia antalgica, l'ottimizzazione dello stato nutrizionale, il tempestivo inquadramento multidisciplinare del paziente, l'esecuzione dell'intervento chirurgico entro 24/48 ore,

l'ossigenoterapia post-operatoria, il controllo giornaliero dell'emocromo e dei parametri vitali, la mobilitazione precoce del paziente, la gestione del delirium, il posizionamento del catetere vescicale, la prevenzione dei decubiti, la prevenzione secondaria delle fratture, e la pianificazione delle dimissioni. Due aspetti fondamentali che emergono da queste linee guida sono l'importanza della rapidità della procedura chirurgica e la gestione ortogeriatrica del paziente anziano. Simunovic N., attraverso una review ed una metanalisi degli studi che focalizzano l'attenzione sulla mortalità in seguito a frattura femorale, afferma che l'intervento precoce rappresenta lo strumento più efficace per ridurre la mortalità e le complicanze post-operatorie (28). Infatti l'esecuzione di un intervento entro le 24 ore espone il paziente a complicanze minori, quali il delirio post-operatorio, le infezioni urinarie e le

complicanze cardiache minori; il trattamento chirurgico entro le 48 ore espone il paziente a complicanze maggiori, quali l'embolia polmonare, la TVP, l'infarto, le aritmie, le polmoniti, la sepsi; l'incidenza di tali patologie aumenta in maniera esponenziale col passare dei giorni dall'episodio traumatico (29,30)

Youde J., attraverso un audit nazionale inglese, evidenzia che solo il 35% delle fratture di femore è trattato chirurgicamente entro 24/48 ore; l'autore sottolinea che alla base di questo ritardo nel trattamento chirurgico c'è la richiesta di visite specialistiche ed accertamenti diagnostici preoperatori, la stabilizzazione clinica del paziente, la presenza di interventi già programmati, la disponibilità dell'equipe chirurgica, la necessità di ricoagulare pazienti in trattamento con terapia anticoagulante (mediante vitamina K e complessi protrombinici) (31). Il secondo aspetto che emerge della

linee guida è la necessità di integrare le competenze professionali tra l'ortopedico ed il geriatra: il primo è deputato al trattamento chirurgico della frattura, il secondo a quello medico delle patologie e complicanze post-operatorie dell'anziano (32). L'approccio ortogeriatrico, la cui idea si sviluppò in Inghilterra alla fine degli anni 50', si pone come un'alternativa radicale al modello tradizionale, basato su consulenze geriatriche occasionali presso il reparto di ortopedia, e consiste nella contemporanea presa in carico del paziente anziano da parte del geriatra e dell'ortopedico, ognuno con le proprie competenze specifiche, con la finalità di migliorare i risultati, principalmente in termini di riduzione della mortalità e di conservazione dell'autonomia dell'anziano. Il geriatra indaga, mediante test specifici, l'autonomia pre-esistente alla caduta, lo stato cognitivo, il tono dell'umore, le comorbilità, la causa della

caduta, la stabilità del quadro clinico, nonché la situazione socio-assistenziale e gli eventuali problemi alla dimissione. Gli obiettivi dell'unità orto geriatrica, che si avvale anche del supporto dell'anestesista, del fisioterapista e assistente sociale, sono un intervento precoce (<48 ore), la stabilizzazione internistica del paziente, la correzione degli squilibri biochimico-ormonali, la diminuzione delle complicanze post-operatorie, la ridotta ospedalizzazione, tempi di recupero più brevi, migliori risultati funzionali, maggiore sopravvivenza ad un anno (33). Holvik afferma che nelle unità orto-geriatriche la mortalità del paziente è correlata solamente alla fragilità e comorbilità dell'anziano, più che al tipo e al trattamento utilizzato nella frattura (8).

Ancora oggi è oggetto di dibattito quale sia il più corretto trattamento delle fratture medialali del collo del femore nel paziente

anziano, in quanto il trattamento con sintesi, sebbene più rapido e meno invasivo, richiede un prolungato divieto di carico per quasi due mesi, mentre l'utilizzo di protesi, trattamento più impegnativo e indaginoso, permetterebbe al paziente di deambulare dal giorno successivo all'intervento chirurgico (34). Gjertsein JE, confrontando l'osteosintesi con l'intervento protesico nella frattura del collo, afferma che nei pazienti anziani, il trattamento delle fratture del collo femorale con endoprotesi determina minore dolore, migliore qualità di vita del paziente e maggiori risultati funzionali rispetto alla fissazione interna, senza alcuna differenza statisticamente significativa nella mortalità ad un anno di follow-up (35). Geiger F valuta la mortalità ad 1 anno e l'incidenza di complicanze tra osteosintesi e sostituzione protesica per fratture del collo femorale in 308 pazienti, riscontrando che la mortalità è correlata al sesso, al

numero di comorbilità ed all'età del paziente e non al tipo di frattura e trattamento. Inoltre sottolinea nel suo lavoro che nonostante i tempi operatori e la perdita di sangue siano maggiori nelle protesi, non c'è una differenza statisticamente significativa nella mortalità tra protesi e osteosintesi e che i tassi di revisioni delle protesi sono inferiori rispetto a quelli della sintesi (36).

Il tipo di protesi utilizzato da diversi anni in queste fratture è il tipo cementato, in quanto si è creduto che la scarsa qualità del tessuto osseo non consente un buon ancoraggio delle componenti acetabolare o femorale di artroprotesi non cementate, che richiedono un "incastro" tipo press-fit con l'osso (37).

L'osteoporosi comunque non rappresenta una controindicazione assoluta all'uso di una protesi non cementata ed alcuni autori recentemente hanno proposto l'utilizzo di protesi non cementate

anche nelle fratture del paziente geriatrico. In quanto è opportuno distinguere se il femore presenta un aspetto cilindrico per la sua morfologia o per la patologia osteoporotica. Nel primo caso, è preferibile utilizzare uno stelo cementato, in quanto lo stelo non cementato potrebbe non ancorarsi a livello dell'istimo femorale, e quindi non ottenere la stabilità primaria dell'impianto necessaria per quella secondaria; in caso di femore cilindrico per osteoporosi, ma non per morfologia, lo stelo non cementato a fissazione distale potrebbe permettere un solido ancoraggio dell'impianto senza l'utilizzo del cemento. Infatti la cementazione, sebbene permetta una stabilità immediata della protesi, si associa a maggiori rischi cardio-polmonari, dovuti al processo di cementazione (38,39).

Infatti, Won Sik Chov, confrontando le endoprotesi cementate con quelle non cementate nei pazienti anziani, riscontra che la

fissazione cementata comporta una maggiore mortalità nei pazienti anziani rispetto a quella non cementata. Inoltre, l'utilizzo di impianti biologici per fratture del collo femorale ha dimostrato una stabile fissazione, risultati clinici e radiografici soddisfacenti con una precoce mobilizzazione e riabilitazione del paziente, eliminando così la tossicità legata all'utilizzo del cemento (40).

Gli impianti non cementati, sebbene producano dolore di coscia, stress-shielding femorale per attenuazione delle forze di carico, subsidenza dell'impianto per sottodimensionamento rispetto al canale femorale, e fratture periprotetiche secondarie a loosening protesico, si caratterizzano per una migliore sopravvivenza a lungo termine (41,42,43). Cristoff Corten MD, attraverso uno studio prospettico ha evidenziato su impianti posizionati in pazienti osteoporotici una maggiore sopravvivenza degli impianti non

cementati rispetto a quelli cementati (44). Inoltre, Meding J.B., in uno studio retrospettivo su 2321 impianti protesici non cementati utilizzati in pazienti osteoporotici con follow-up fino a 15 anni non ha riscontrato alcuna differenza statisticamente significativa nella sopravvivenza delle protesi nei tre gradi di osteoporosi descritti da Dorr (45). Laddove nel paziente anziano fosse necessario protesizzare anche la componente acetabolare per la presenza di gravi alterazioni cartilaginee, il cotile biologico, punto debole dell'impianto non cementato, ha dimostrato una migliore sopravvivenza rispetto a quello cementato. Howards JL, utilizzando il registro protesico della Mayo Clinic, confronta la sopravvivenza dei cotili non cementati impiantati prima del 1990 con quelli utilizzati dopo tale anno; l'autore riscontra una differenza nella sopravvivenza delle diverse tipologie di cotili non cementati, con

tassi di revisioni inferiori per quelli utilizzati dopo il 1990, in seguito alle modifiche del design e dei materiali, evidenziando la migliore sopravvivenza per gli impianti in titanio poroso e tantalio (46).

L'utilizzo di superfici rivestite, quali l'idrossiapatite, il fosfato tricalcico, il titanio puro, le particelle di Corindone, le mesh di Titanio, il tantalio poroso, negli impianti non cementati ha il vantaggio di favorire la crescita d'osso sulla superficie protesica e di aumentare la stabilità meccanica dell'impianto, e lo svantaggio di determinare una ridotta resistenza a fatica e alle forze di trazione nella protesi, nonché di sviluppare fenomeni di tenso-corrosione (47,48). Lazarinis S, attraverso uno studio che mirava a valutare gli effetti del rivestimento degli impianti con idrossiapatite in 4772 protesi d'anca, non ha riscontrato nessuna differenza statisticamente

significativa nella sopravvivenza tra impianti rivestiti con idrossiapatite e quelli non rivestiti a 10 anni di follow-up(49).

L'utilizzo di superfici rivestite, ma anche di farmaci (antiriassorbitivi e osteoinduttori), terapie biofisiche (campi elettrici pulsatili), biotecnologie tissutali (gel piastrinico, BMP-7, cellule staminali, terapia genica) svolgono, in presenza di un'ampia superficie di contatto e di un'ottima stabilità meccanica, un ruolo di supporto ma non ancora scientificamente dimostrato in quanto non esistono in letteratura studi clinici di livello IA (50).

La frattura femorale rappresenta una emergenza nel paziente anziano. La scelta della sintesi nelle fratture composte del collo ha dato risultati soddisfacenti nella maggior parte dei casi, ma ha costretto il paziente ad una scarico a letto per diverse settimane influenzando l'equilibrio precario dell'anziano, con possibili

risvolti nella mortalità ad un anno dall'intervento. La scelta dell'endoprotesi e, in caso di pazienti con erosione della cartilagine, dell'artroprotesi permetterebbe al paziente con fratture composte e scomposte del collo un carico precoce evitando prolungati allettamenti e conseguenti complicanze mediche. La scelta dell'utilizzo della cementazione va individuata in base alla morfologia del canale femorale, evitando l'utilizzo di steli biologici in femori morfogeneticamente cilindrici, e quelli cementati in quelli osteoporotici con buone corticali ossee che permetterebbero una fissazione a press-fit.

CONCLUSIONI

Al fine di ridurre il più possibile il numero di fratture del femore prossimale nel paziente anziano si devono proporre misure preventive, come la riduzione delle cadute e la diminuzione della fragilità ossea; la prima da ottenersi mediante il trattamento di patologie che predispongono alla perdita dell'equilibrio, quali le patologie cardiocircolatorie, il parkinson ed i difetti visivi; la seconda mediante l'esecuzione di una regolare attività fisica fin dalla giovane età, l'assunzione di un apporto idoneo di calcio, fosforo e vitamina D, e di un'adeguata terapia farmacologica di prevenzione e di trattamento dell'osteoporosi (terapia estrogenica, bifosfonati).

Per la riduzione della mortalità si devono assumere provvedimenti preoperatori e postoperatori. I primi comprendono un tempestivo inquadramento multidisciplinare del paziente (ortopedico, geriatra, anestesista), la correzione dello stato nutrizionale e degli squilibri biochimico-ormonale, una adeguata stabilizzazione del paziente prima di procedere all'intervento chirurgico, l'esecuzione dell'intervento entro 48 ore dal trauma, l'utilizzo di una tecnica chirurgica rapida, scrupolosa, e con un'emostasi accurata, e la scelta del più appropriato ed idoneo tipo di intervento in base sia alla tipologia della frattura, ma anche in considerazione delle caratteristiche, patologie, richieste funzionali e della aspettativa di vita del paziente geriatrico. Infatti è preferibile, laddove le condizioni lo permettano, il posizionamento di una protesi rispetto alle viti, al fine di favorire una precoce riabilitazione del paziente, e,

in presenza di un osso non particolarmente osteoporotico e di morfologie femorali normali, l'utilizzo di impianti biologici per limitare i rischi cardio-respiratori della cementazione e per prolungare la sopravvivenza della protesi.

Gli accorgimenti postoperatori comprendono, invece, la programmazione di un risveglio protetto, un monitoraggio costante intra ed extraospedaliero delle possibili complicanze post-operatorie, un'osservazione ad intervalli regolari dello "stato di salute" degli impianti posizionati, una precoce mobilizzazione ed una riabilitazione intensa e regolare.

BIBLIOGRAFIA

1. Tarantino U., Cerocchi I., et alt “Dimensione attuale del fenomeno osteoporosi in Italia” GIOT 2010, Vol 36 (6): 263-67
2. Franchin F., Ameri C. “ Fratture del collo del femore ed osteoporosi:studio osservazionale multicentrico” GIOT 2006, Vol. 32:83-86
3. Prasar A. “Fracture in the elderly: when is hip replacement necessary ?” Clinical Intervention in Aging 2011 Vol. 6:1-7
4. Perrero L., Bruni L., et alt “Frattura di femore prossimale: età, comorbidità e prognosi riabilitativa” Eur Med Phys 2008, Vol. 44(Suppl. 1 to No. 3)

5. Brauer C., Parrelion M. “Incidence and mortality of hip fractures in the United States” American Medical Association 2009, Vol 302 (14):1573-79
6. Marsland D. , Colvin P.L., et al “How to optimize patients for geriatric fracture surgery” Osteoporosis Int 2010, Vol. 21(4):s35-s46
7. Giovinetto A. “ Argomenti di chirurgia geriatrica” Marchese Giuseppe Editore 1990
8. Holvik K., Ranhoff A.H., et al “Predictors of mortality in older hip fracture in patients admitted to orthogeriatric unit in Oslo, Norway” Journal of Aging and Health 2010, Vol 22:114-1132
9. Kanis JA, Burlet N., et al “European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis of postmenopausal women” Osteoporosis Int 2008, Vol 19:399-428

10. Rossini M., Piscitello P., et al. "Incidenza e costi delle fratture del femore in Italia" *Reumatismo* 2005, Vol 57: 97-102
11. Santini S., Rebeccato A., et al. "Fratture dell'estremo prossimale di femore nell'anziano: analisi dei costi e impatto sociale" *GIOT* 2007, Vol 33: 160-65
12. Dolinak D. "Review of the significance of various low forces fractures in the elderly" *Am J Forensic Med Patho* 2008, Vol 29: 99-105
13. Friendman S.M., Mendelson D.A., et al. "Geriatric co-management of proximal femur fracture: total quality management and protocol-drive care result in better outcomes for a frail patient population" *J Am Geriatr Soc* 2008, Vol 56: 1349-56
14. Faldini C., Moroni A., et al. "Trattamento chirurgico delle fratture mediali del collo del femore Garden tipo I-II mediante osteosintesi

con viti percutanee rivestite di idrossiapatite” GIOT 2005, Vol 31:

247-252

15.Muller M.E., Nazarian S., et alt “The AO classification of fractures of long bone” Springer 1990.

16.Blundell C.M., Parker M.J., et alt “ Bhonsle SS. Assessment of the AO classification of intracapsular fractures of the proximal femur. J Bone Joint Surg Br 1998, Vol 80: 679-83.

17.Garden RS. “Low-angle fixation in fractures of the femoral neck” J Bone Joint Surg Br 1961, Vol. 43: 647-64

18.Moroni A., Toksvig-Larsen S., et alt “ A comparison of Hydroxyapatite-Coated Titanium-Coated, and uncoated external fixation pins: an in vivo study in sheep” J Bone Joint Surg 1998 Vol 80: 547-54

19. Meyer H.E., Tverdal A., et al " Factors associated with mortality after hip fracture" Osteoporosis Int 2000, Vol 11:228-32
20. Hernigou P., Besnard P., et al "Articular penetration is more likely in Garden-I fractures of hip" J Bone Joint Surg Br 1997, Vol 79(B):285-8
21. Moroni A., Faldini C., et al "The effect of surface material and roughness on bone screws stability. J Orthop Trauma 1999, Vol 13:477-82
22. Moroni A., Faldini C., et al. "Improvement of the bone interface strength in osteoporotic bone using hydroxyapatite coated tapered external fixation pins. A prospective randomized clinical study I wrist fractures" J Bone Joint Surg Am 2001, Vol 83: 717-21
23. Cruise C.M., Sasson N. et al "Rehabilitation outcomes in the older adult" Clin Geriatr Med 2006, Vol 22: 257-67

24. Parker M.J., Gurusamy K. “Modern methods of treating hip fractures. *Disabil Rehabil.* 2005, Vol 27:1045-51
25. Penrod J.D., Litke A., et al “Heterogeneity in hip fracture patients: age, functional status, and comorbidity. *J Am Geriatr Soc.* 2007, Vol 55:407-13
26. Mak J.C., Cameron I.A., et al “Evidence based guidelines for the management of hip fractures in older persons: an update” *MJA* 2010, Vol 192: 37-41
27. “Management of hip fracture in older people: a national clinical guideline” 2009, Scottish Intercollegiate Guidelines Network
28. Simunovic N., Devereaux P.J., “Effect of early surgery after hip fracture on mortality and complications: systematic review and meta-analysis” *CMAJ* 2010, Vol 182 (15): 1609-15

29. Lefaiivre K.A., Macadam S.A., et al. "Length of stay, mortality, morbidity, and delay to surgery in hip fractures" *J Bone Joint Surg* 2009, Vol 91: 922-27
30. Leung F., Lau T.W., et al. "Does timing of surgery matter in fragility hip fractures" *Osteoporos Int* 2010, Vol 21(4): s529-534
31. Youde J., Husk j., et al. "The national clinical audit of falls and bone health: the clinical management of hip fracture patients" *Injury* 2009, Vol 40:1226-30
32. Marsland D., Colvin P.L., et al. "How to optimize patients for geriatric fracture surgery" *Osteoporos Int* 2010, Vol 21(4): 535-46
33. Kammerlander C., Roth T., et al. "Ortho-geriatric service: a literature review comparing different models" *Osteoporos Int* 2010, Vol 21(4): 637-46

34. Vassillios N., Galanokos S., et al. "Arthroplasty versus internal fixation for femoral neck fractures in the elderly" *Strt Traum Limb Recon* 2011, Vol 6:7-12
35. Gjertse J.E., Vinje T., et al. "Internal screw fixation compared with bipolar hemiarthroplasty for treatment of displaced femoral neck fractures in elderly patients" *J bone Joint Surg* 2010, Vol 92:619-28
36. Geifger F., Zimmermann M., et al. "Trochanteric fractures in the elderly: the influence of primary hip arthroplasty on 1 year mortality" *Arch Orthop traum Surg* 2007, Vol 127: 959-66
37. Hailer N.P., Garellic G., et al. "Uncemented and cemented primary total hip arthroplasty in the Swedish Hip Arthroplasty Register" *Acta Orthopaedica* 2010, Vol. 81(1): 34-41

38. Clement N.D., MacDonald D., et al. "The outcome of primary total hip and knee arthroplasty in patients aged 80 years or more" *J Bone Joint Surg* 2011, Vol 93: 1265-70
39. Neumann D., Dueckelmann L., "Revision total hip arthroplasty using a cementless tapered revision stem in patients with a mean age of 82 years" *International Orthopaedics* 2011, Vol 11:1379-83
40. Won Sik Choy, Ahn J.H., et al "Cementless bipolar hemiarthroplasty for unstable intertrochanteric fractures in elderly patients" *Clin Orthop surg* 2010, Vol 2: 221-26
41. Khanuja H., Vakil J., et al "Cementless femoral fixation in total hip arthroplasty" *JBJS* 2011, Vol 93: 500-9
42. McLaughlin J.R. , Lee K.R., "Cementless total hip replacement using second-generation components" *JBJS* 2010, Vol 92: 1636-41

43. Sheng A.Z., Shui G.Y., et al. "Hemiarthroplasty vs primary total hip arthroplasty for displaced fractures of the femoral neck in the elderly" *J of Arthroplasty* 2011, Vol (1): 1-7
44. Corten k., Bourne R., et al. "Comparison of total hip arthroplasty performed with and without cement: a randomized trial" *JBJS* 2011, Vol 93: 1335-8
45. Meding J.B., Galley M.R., et al. "High survival of uncemented proximally porous coated titanium alloy femoral stem in osteoporotic bone" *Clin Orthop Relat Res* 2010, Vol 468: 441-47
46. Howard J.H., Kremers H.M., et al. "Comparative Survival of uncemented acetabular components following primary total hip arthroplasty" *JBJS* 2011, Vol 93: 1597-604

47. McDonalds S.J., Rosenzweig S., et al. "Proximally versus fully porous-coated femoral stem" Clin Orthop Relat Res 2010, Vol 468: 424-32
48. Skoldenberg O.G., Salemyr M.O., et al "A new uncemented hydroxyapatite-coated femoral component for the treatment of femoral neck fractures" JBJS 2011, Vol. 93: 665-703
49. Lazarinis S., Karrholm J., et al "Effects of hydroxyapatite coating on survival of an uncemented femoral stem" Acta Orthopaedica 2011, Vol. 82(4):399-404
50. Ryan G., Pandit A., et al "Fabrication methods of porous metals for use in orthopaedic applications" Biomaterials 2006, Vol 27: 2651-70