

## Gamma Standard, Gamma Short, Gamma 3: tre generazioni a confronto

### *Gamma standard, Gamma short, Gamma 3: comparison of three generations*

R. Pascarella  
M. Cappuccio  
A. Maresca  
E. Borgogno  
S. Boriani

#### RIASSUNTO

**Scopo.** Il chiodo Gamma nacque come prototipo nel 1980 come evoluzione delle idee del prof. Kuntscher, che già quaranta anni prima aveva ideato un chiodo a "Y" per trattare le fratture pertrocanteriche del collo del femore. Nel 1988 venne prodotto e distribuito il chiodo Gamma Standard, ideato dalla scuola Francese di Strasburgo che si impose in pochi anni come mezzo di sintesi affidabile ed efficace. Nel 1997 venne prodotta la prima evoluzione del GS, il TGN o Gamma Short. Nel 2003 fece la sua comparsa la terza generazione: il Gamma 3, che sostituisce completamente le due versioni precedenti.

**Metodo.** Viene riportata una casistica monocentrica che include 1208 casi operati dal 1-1-97 al 30-6-06. In 525 casi è stato utilizzato il chiodo Gamma Standard, in 422 il chiodo Gamma Short e in 261 casi il Gamma 3.

**Risultati e Conclusioni.** Sono stati rivisti complessivamente 484 pazienti. La consolidazione è stata raggiunta in 468 casi (97%). In 16 casi (3%) è stato necessario reintervenire. Le complicazioni intra-operatorie riscontrate nel Gamma Standard sono state del 1,7%, nel Gamma Short del 0,5% e nel Gamma 3 del 2,3%. Complicazioni post-operatorie sono state riscontrate nel Gamma Standard nel 11,7% dei casi, nel Gamma Short nel 10,7%; nel Gamma 3 nel 6,1%.

*Parole chiave: frattura, inchiodamento, femore, complicazioni, gamma*

#### SUMMARY

**Objective.** Gamma Nail was born in 1980 as an evolution of the ideas of Prof. Kuntscher. Forty years before he developed an "Y" nail for the treatment of pertrochanteric fracture. In 1988 the Gamma Standard was developed from the Strasbourg Orthopaedic School in 1988 and during few years reached good result. In 1997 the TGN, Trochanteric Gamma Nail, was developed as first evolution of the Gamma Standard. In 2003 the third generation appeared, the Gamma 3 and it substituted completely the two old versions.

**Method.** We reported a series that include 1208 cases treated from 01-01-97 to 30-06-06. Gamma Standard was used in 525 cases, TGN in 422 and Gamma 3 in 261 cases.

**Result and Conclusion.** At the follow-up 484 patients was healing. Sixteen patients were reoperated. The Gamma Standard presented 1.7% of intra-operative complications, the TGN 0.5% and the Gamma 3 2.3%. The Gamma Standard presented 11.7% of post-operative complications, the TGN 10.7% and the Gamma 3 6.1%.

*Key words: fracture, nailing, femur, complications, gamma*

Unità Operativa di Ortopedia  
e Traumatologia, Ospedale  
Maggiore "C.A. Pizzardi",  
Bologna

*Indirizzo per la corrispondenza:*

Dott. R. Pascarella, Unità  
Operativa di Ortopedia e  
Traumatologia, Ospedale  
Maggiore "C.A. Pizzardi", Largo  
Nigrisoli, 2, 40100 Bologna  
Tel. +39 051 6478286  
E-mail:  
raffaele.pascarella@libero.it

Ricevuto il 30 aprile 2007  
Accettato il 17 dicembre 2007

## INTRODUZIONE

Le fratture del collo del femore nell'anziano sono in costante e continuo aumento<sup>1</sup>. Studi biomeccanici hanno dimostrato che nelle fratture pertrocanteriche instabili l'inchiodamento endomidollare risulta più idoneo rispetto al trattamento con placca<sup>2-4</sup>. La placca permette una buona riduzione della frattura, ma l'apertura del focolaio determina consistenti perdite ematiche, un carico ritardato, un aumento delle complicanze quali infezioni e pseudoartrosi<sup>5</sup>. L'inchiodamento rappresenta quindi il *gold standard* nel trattamento delle fratture laterali. È una metodica poco invasiva, permette una sintesi stabile, la concessione immediata del carico e rapidi tempi di guarigione<sup>5-11</sup>.

Nel 1940 il prof. Kuntscher propose un chiodo a "Y" per il trattamento delle fratture del collo del femore, dal quale poi si svilupparono tutti i chiodi dell'era moderna. Passarono quarantotto anni da allora e nel 1988 venne prodotto in acciaio il chiodo Gamma Standard (GS) dalla scuola di Strasburgo di Kempf e Taglang. Il GS nacque per trattare le fratture pertrocanteriche e sottotrocanteriche che non oltrepassavano di due centimetri il piccolo trocantere. Era formato da una parte endomidollare che si inseriva nella porzione prossimale del canale diafisario e da una vite cefalica che si inseriva, attraverso il chiodo, nel collo del femore. Le sue caratteristiche principali erano la lunghezza di 20 cm con un angolo di curvatura di 10°, un foro prossimale per il passaggio della vite cefalica e due fori per il bloccaggio distale con viti di 6,28 mm di diametro. Il diametro variava da 17 nella porzione prossimale a 12, 14 e 16 mm, a seconda del chiodo utilizzato, nella parte distale. La vite cefalica era di 12 mm e poteva essere posizionata con un angolo cervico-diafisario di 125°, 130°, 135° e 140°. Le complicazioni principali legate a questa prima versione furono il *cut-out* della vite cefalica e alcuni rari casi di frattura diafisaria durante l'introduzione del chiodo. Inoltre spesso il paziente riferiva dolore alla coscia causato "dall'effetto punta" che il chiodo determinava toccando la parete del canale diafisario. Nel 1997 uscì la prima evoluzione: il *Trochanteric Gamma Nail* (TGN) o più comunemente *Gamma Short*, sempre in acciaio. Questa versione presentava alcune modifiche tra cui la lunghezza, da 20 a 18 cm, un angolo di curvatura che da 10° passò a 4° e la presenza di un unico foro di bloccaggio distale. Studi biomeccanici hanno dimostrato che non sono necessarie due viti di bloccaggio per garantire la stabilità del chiodo ma che una è sufficiente<sup>12</sup>. Il

diametro del chiodo era 17 mm nella porzione prossimale e 11 nella distale. Anche in questa versione la complicazione principale fu il *cut-out* della vite cefalica. La riduzione della lunghezza del chiodo e la variazione dell'angolo di curvatura portarono invece alla scomparsa di fratture intra-operatorie durante l'inserimento del chiodo ed una riduzione dell'effetto punta. Nel 2003 infine uscì la terza versione: il Gamma 3. Questo infibulo presenta diverse modifiche rispetto alla versione precedente, che riguardano sia lo strumentario sia il chiodo stesso. Per quanto riguarda lo strumentario la modifica principale riguarda il *Target Device*. Il nuovo "manico introdotto", infatti, presenta un raggio di curvatura che permette di introdurre il chiodo anche con una incisione di circa 3 centimetri. Inoltre con un unico manico, semplicemente muovendo uno dei componenti, si può scegliere quale angolo cervico-diafisario utilizzare e se posizionare la vite di bloccaggio distale in posizione statica o dinamica. Il Gamma 3 può essere in acciaio o in titanio e presenta una riduzione complessiva del volume del chiodo del 17%. La lunghezza e l'angolo di curvatura del chiodo non sono variati, mentre è diminuito il diametro prossimale che da 17 è passato a 15,5 mm, il diametro della vite cefalica che da 12 è passata a 10 mm e il diametro della vite distale da 6,28 a 5 mm. È stato inoltre modificato sia il foro di entrata nel chiodo della vite cefalica, che ha determinato un aumento della resistenza alla rottura, sia la forma ed il filetto della vite stessa. Questa ultima modifica ha portato un netto miglioramento nell'introduzione della vite che spesso, nelle due versioni precedenti, si incastrava nel chiodo. La diminuzione dei diversi diametri ha comportato un aumento della resistenza del chiodo.

## MATERIALE E METODO

Dal 1-1-1997 al 30-06-2006 sono stati trattati chirurgicamente presso l'Unità Operativa di Ortopedia e Traumatologia dell'Ospedale Maggiore 1208 casi di fratture laterali del collo femorale di cui 327 uomini e 881 donne. L'età media, diversificata a seconda del mezzo di sintesi utilizzato, è di 80 anni (min 32, max 96) nei casi trattati con il Gamma Standard, di 83 anni (min 65, max 93) con il Gamma Short e di 82 anni (min 35, max 104) per il Gamma 3. In 525 casi è stato utilizzato il chiodo Gamma Standard (Fig. 1), in 422 casi il Gamma Short (Fig. 2), in 261 casi il Gamma 3 (Fig. 3). In tutti i casi è stato eseguito l'alesaggio progressivo del canale, fino a 2

mm oltre il diametro del chiodo. Dei 1208 casi trattati con i chiodi della serie Gamma, 12 casi sono deceduti in ospedale entro i primi 15 gg. dall'intervento, 484 casi sono stati seguiti ad un follow-up medio di 6 mesi (min 4, max 12). 78 casi hanno eseguito solo il primo controllo a 40 giorni. I restanti 631 casi non si sono mai presentati ai controlli.

## RISULTATI

Sono stati rivisti 205 casi trattati con il Gamma Standard, 131 con il Gamma Short e 148 con il Gamma 3. La consolidazione delle fratture è stata raggiunta in un tempo medio di 4 mesi (min 3, max 9) senza sostanziali diffe-

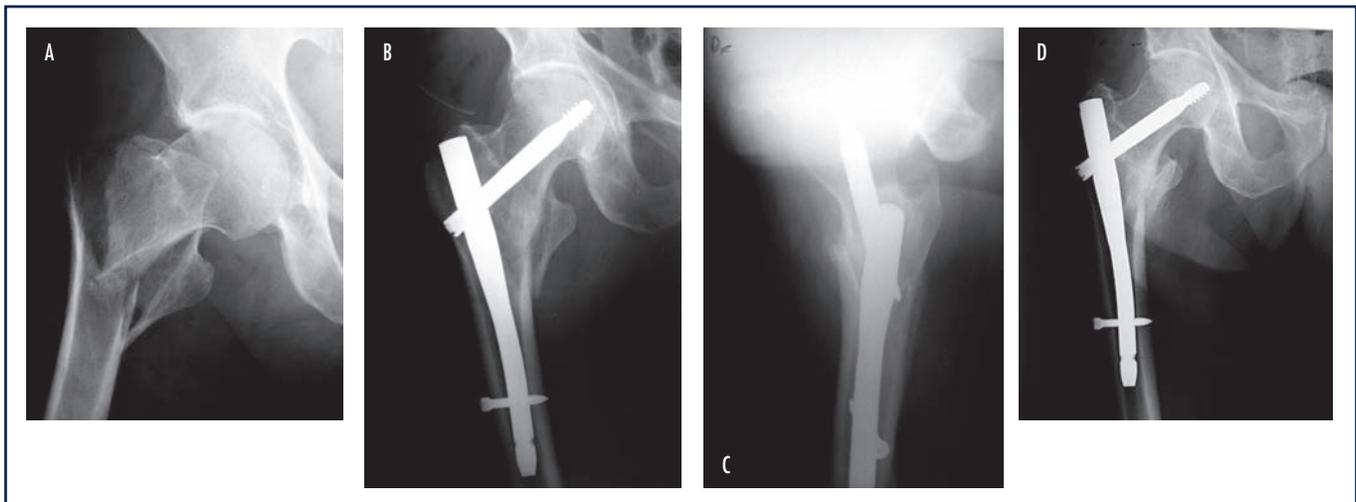


Fig. 1. Osteosintesi endomidollare con chiodo Gamma Standard. a. Frattura spiroide pertrocanterica in donna di 82 anni. b. c. Osteosintesi con chiodo Gamma Standard. d. Controllo a 6 mesi con consolidazione della frattura.

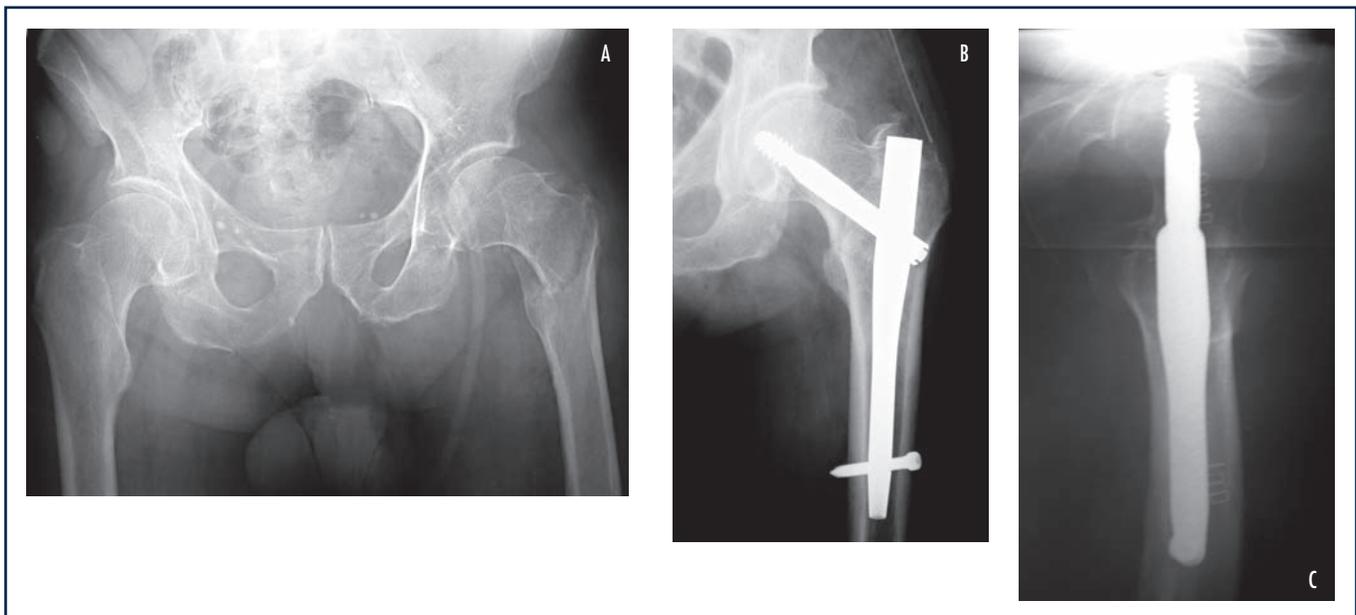
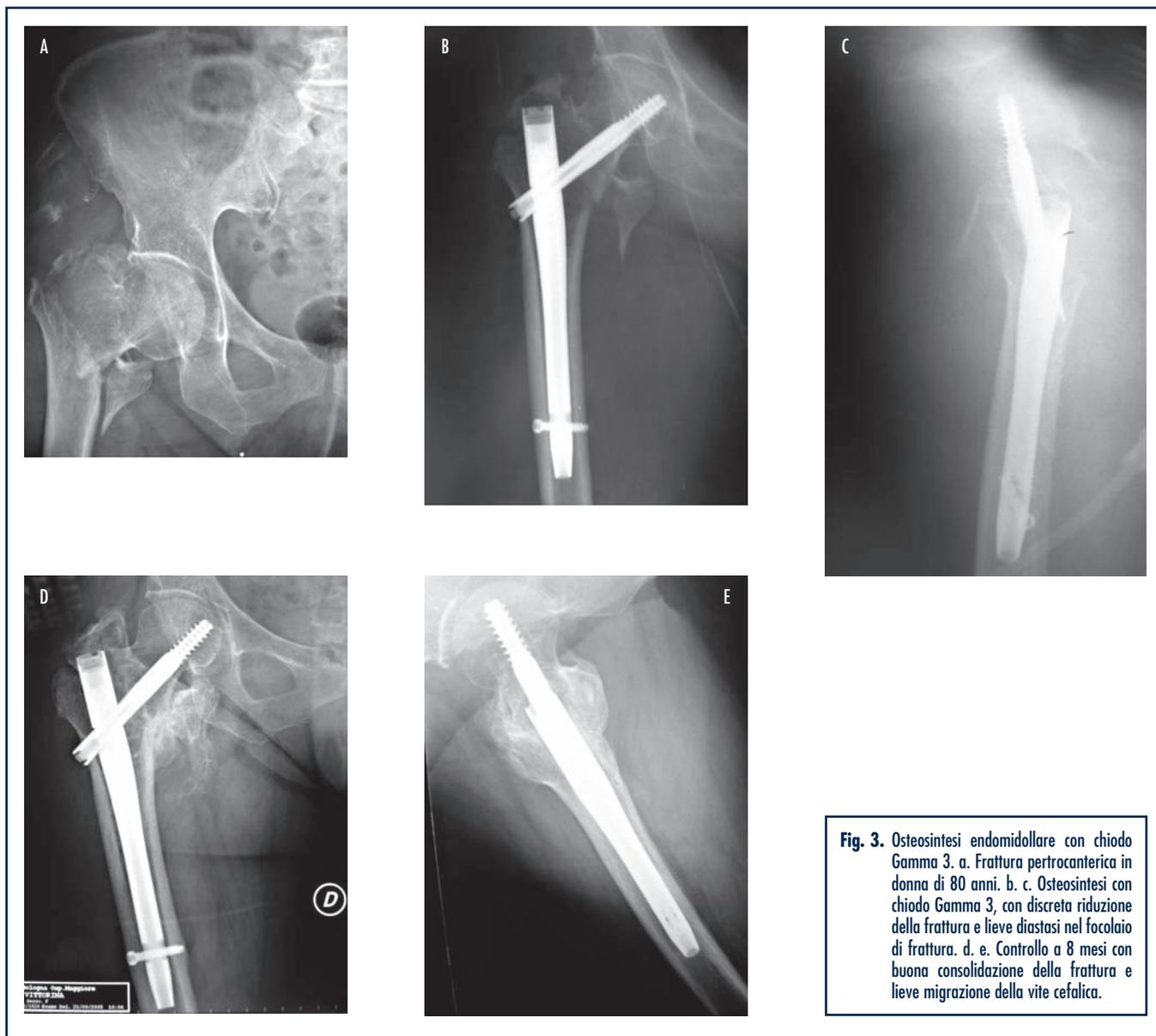


Fig. 2. Osteosintesi endomidollare con chiodo Gamma Short. a. Frattura pertrocanterica in donna di 84 anni. b. c. Osteosintesi con chiodo gamma short con buona riduzione della frattura nelle 2 proiezioni.



**Fig. 3.** Osteosintesi endomidollare con chiodo Gamma 3. a. Frattura pertrocanterica in donna di 80 anni. b. c. Osteosintesi con chiodo Gamma 3, con discreta riduzione della frattura e lieve diastasi nel focolo di frattura. d. e. Controllo a 8 mesi con buona consolidazione della frattura e lieve migrazione della vite cefalica.

renze tra i tre infibuli. Le complicazioni riscontrate sono state suddivise in intra-operatorie (Tab. I) e postoperatorie (Tab. II).

#### *Complicazioni intra-operatorie*

Nei casi trattati con il Gamma Standard si sono presentati 2 casi di frattura intra-operatoria (0,38%); in un primo caso è stato immediatamente rimosso il Gamma Standard ed applicato un chiodo Gamma Long. Un secondo paziente ha mantenuto il riposo e lo scarico per 60 giorni.

Tre casi hanno presentato una scomposizione della frattura (0,57%); in due pazienti è stato concesso solamente un carico parziale, mentre in un caso in cui vi era una sensibile diastasi del collo femorale è stata sostituita la vite cefalica dopo riduzione della diastasi a due mesi dal primo intervento. In 3 casi (0,57%) si è osservato il posizionamento fuori sede delle viti distali. In tutti i casi è stato concesso un carico parziale per i primi 40 giorni. In un caso (0,19%) si è riscontrato una rottura dell'oliva del filo guida che non ha comportato alcuna conseguenza. Nei casi trattati con il Gamma Short vi sono stati 2 casi

(0,47%) di cattiva riduzione della frattura. Un caso è stato rioperato dopo alcuni giorni. L'altro caso presentava un'eccessiva diastasi dei frammenti. Questo ha comportato successivamente, dopo la concessione del carico, una protrusione della vite cefalica nell'articolazione coxo-femorale. La vite è stata sostituita a tre mesi dall'intervento con una di minor lunghezza.

Nei casi operati con il Gamma 3 sono stati osservati 3 casi (1,15%) di malposizionamento della vitina di blocco della vite cefalica che si è persa nei tessuti molli dei pazienti. In due casi è stata rimossa intra-operatoriamente mentre in un caso la vite è stata rimossa dopo alcuni giorni dall'intervento mediante una piccola incisione nella regione mediale della coscia. In 2 casi (0,76%) la vite di bloccaggio distale è stata posizionata fuori sede. In un caso (0,38%) la vite cefalica è stata inserita eccessivamente con procidenza articolare. Ai controlli ambulatoriali la paziente era asintomatica quindi non sono stati presi ulteriori provvedimenti.

#### Complicanze postoperatorie

Dei 525 casi trattati con Gamma Standard 205 sono stati rivisti ad un tempo medio di 6 mesi (min 4, max 36). La consolidazione della frattura è avvenuta in 201 casi (98%) ad un tempo medio di 4 mesi (min 3, max 9).

Sono stati rilevati 3 casi (1,46%) di ematoma della ferita chirurgica che sono stati evacuati dopo alcuni giorni dall'intervento. In 7 casi (3,4%) la vite cefalica era troppo lunga e procedeva nei tessuti molli, provocando dolore. In 4 casi è stata sostituita con una di minore dimensione. In un caso (0,48%) la vite cefalica protrudeva nell'articolazione coxo-femorale, ma essendo asintomatica non è stata rimossa. In 6 casi (2,9%) si è osservato il *cut-out* della vite cefalica. Il *cut-out* è avvenuto in due casi a 40 gg. dall'intervento, mentre nei restanti 4 a 60 gg. In 4 casi non è stato necessario alcun provvedimento ulteriore in quanto i pazienti erano asintomatici. In due

Tab. I. Complicazioni intra-operatorie.

| Complicazioni intra-operatorie                               | Gamma Standard  | Gamma Short      | Gamma 3         |
|--|-----------------|------------------|-----------------|
| Frattura intra-operatoria                                    | 2 (0,38%)       |                  |                 |
| Scomposizione della frattura                                 | 3 (0,57%)       |                  |                 |
| Posizionamento fuori sede delle viti distali                 | 3 (0,57%)       |                  | 2 (0,76%)       |
| Rottura dell'oliva del filo guida                            | 1 (0,19%)       |                  |                 |
| Cattiva riduzione della frattura                             |                 | 2 (0,47%)        |                 |
| Malposizionamento della vitina di blocco della vite cefalica |                 |                  | 3 (1,15%)       |
| Vite cefalica procidente in articolazione                    |                 |                  | 1 (0,38%)       |
| Totale   | 9/525<br>(1,7%) | 2/422<br>(0,47%) | 6/261<br>(2,3%) |

Tab. II. Complicazioni postoperatorie.

| Complicazioni post-operatorie              | Gamma Standard    | Gamma Short       | Gamma 3         |
|--|-------------------|-------------------|-----------------|
| Ematoma ferita chirurgica                  | 3 (1,46%)         |                   |                 |
| Vite cefalica procidente nei tessuti molli | 7 (3,4%)          |                   |                 |
| Vite cefalica procidente in articolazione  | 1 (0,48%)         |                   | 1 (0,67%)       |
| <i>Cut-out</i>                             | 6 (2,9%)          | 6 (4,58%)         | 1 (0,67%)       |
| Consolidazione in varismo                  | 2 (0,97%)         | 2 (1,52%)         | 2 (1,35%)       |
| Ritardo di consolidazione                  | 1 (0,48%)         |                   |                 |
| Pseudoartrosi                              | 1 (0,48%)         | 1 (0,76%)         |                 |
| Frattura al di sotto del chiodo            | 3 (1,46%)         | 3 (2,3%)          | 2 (1,35%)       |
| Necrosi cefalica                           |                   | 1 (0,76%)         | 1 (0,67%)       |
| Decubito sull'apice della vite cefalica    |                   | 1 (0,76%)         |                 |
| Scomposizione della frattura               |                   |                   | 1 (0,67%)       |
| Ossificazione periarticolare               |                   |                   | 1 (0,67%)       |
| Totale                                     | 24/205<br>(11,7%) | 14/131<br>(10,7%) | 9/148<br>(6,1%) |

casi si è proceduto alla rimozione del chiodo. In due casi (0,97%) la consolidazione è avvenuta in varismo. In un paziente giovane di 32 anni si è presentato un ritardo di consolidazione (0,48%) che è stato risolto con la dinamizzazione del chiodo e consolidazione in 9 mesi. In un caso (0,48%) si è osservata una pseudoartrosi del collo del femore con rottura del chiodo. Non è stato necessario eseguire altri trattamenti, in quanto dopo la rottura del chiodo la frattura è guarita in 4 mesi. In 3 casi (1,46%) si è avuta una frattura al di sotto del chiodo, in un caso in seguito a caduta accidentale durante la fase riabilitativa, negli altri due casi a distanza di mesi dal primo trauma.

Dei 422 casi trattati con Gamma Short 131 casi sono stati rivisti ad un tempo medio di 6 mesi (min 4, max 12).

La consolidazione della frattura è avvenuta in 126 casi (96%) ad un tempo medio di 4 mesi (min 3, max 8).

È stato osservato un caso (0,76%) di necrosi cefalica. In 2 casi (1,52%) si è raggiunta la consolidazione con varismo del collo femorale. In un caso (0,76%) di paziente defedata e allettata si è osservato un decubito sulla base della vite cefalica che ha portato all'esposizione del chiodo che è stato successivamente rimosso. In 6 casi si è avuto il *cut-out* (4,58%) della vite cefalica dopo circa due mesi dall'intervento. In 3 casi non è stato necessario alcun provvedimento ulteriore in quanto i pazienti erano asintomatici. Negli altri 3 casi è stato rimosso il chiodo ed applicata un'endoprotesi. Si è osservato un caso (0,76%) di pseudoartrosi. Il chiodo è stato dinamizzato ed è stata sostituita la vite cefalica, la frattura si è impattata con migrazione parziale della vite cefalica e molto lentamente la frattura ha raggiunto la consolidazione dopo 3 anni dal trauma. In 3 casi (2,3%) si è avuta una frattura al di sotto del chiodo a distanza di diversi mesi dal primo trauma.

Dei 261 casi trattati con il Gamma 3, 148 sono stati rivisti ad un tempo medio di 6 mesi (min 5, max 24). La consolidazione della frattura è avvenuta in 145 casi (98%) ad un tempo medio di 4 mesi (min 3, max 6).

In un caso (0,67%) si è avuta la scomposizione della frattura che è stata rioperata nei giorni successivi. È stato osservato un caso (0,67%) di necrosi cefalica a distanza di 12 mesi dal trauma, trattato con la rimozione del chiodo ed endoprotesi. 2 casi (1,35%) sono guariti in varismo. Un caso (0,67%) di un paziente politraumatizzato, con trauma cranico e associata frattura-lussazione dell'acetabolo omolaterale ha presentato una ossificazione periarticolare che ha determinato un'artrosi dell'anca. Il paziente, di 82 anni, riesce in ogni caso a deambulare con un bastone senza dolore a 2 anni dall'incidente. In un caso (0,67%), in conseguenza dell'impattamento della frattura e del mancato scivolamento della vite cefalica nel chiodo, si è avuta una procidenza della vite in articolazione. In un caso (0,67%) si è avuto il *cut-out* della vite cefalica che però non ha comportato la necessità di altri trattamenti chirurgici. In 2 casi (1,35%) si è avuta una frattura al di sotto del chiodo dopo diversi mesi dal primo trauma.

## DISCUSSIONE

L'inchiodamento endomidollare rappresenta un valido trattamento per le fratture laterali del collo femorale nell'anziano<sup>5-7-11</sup>. L'utilizzo della placca è stato praticamente

abbandonato nel nostro protocollo di trattamento per questo tipo di fratture. Per applicare una placca è necessario aprire il focolaio di frattura, con maggiori perdite ematiche rispetto ad un trattamento a cielo chiuso<sup>3,4</sup>. Inoltre il carico deve essere ritardato, soprattutto nelle fratture instabili con interessamento del piccolo trocantere o con interruzione del muro mediale, aumentando quindi le complicazioni da allettamento in pazienti molto anziani già debilitati. Nel giovane l'osteosintesi rigida con placca ha una sua indicazione in quanto si cerca di ottenere una riduzione anatomica ed è inoltre possibile associare anche un innesto osseo corticale a protezione del muro mediale nelle fratture persottotrocanteriche. L'inchiodamento endomidollare con la serie Gamma permette di eseguire l'intervento a cielo chiuso, con scarse perdite ematiche, garantisce una buona stabilità del focolaio di frattura, con conseguente possibilità di mobilizzare immediatamente il paziente nel letto e in carrozzina e di iniziare subito la terapia riabilitativa per la ripresa della deambulazione<sup>5-9-13-15</sup>. Le complicazioni intra-operatorie sono legate principalmente alla difficoltà nella riduzione della frattura o ad un non attento utilizzo del "target device". È sempre necessario controllare che il chiodo sia ben serrato e che le guide per le viti di bloccaggio siano aderenti alla superficie ossea. Questa precisione evita le difficoltà e le complicazioni che si possono incontrare nell'introduzione della vite cefalica o nel bloccaggio distale delle viti. Il *target device* del Gamma 3 è stato migliorato rispetto al precedente strumentario. Le ridotte dimensioni permettono di eseguire una incisione di soli tre cm per introdurre il chiodo e il suo nuovo design ne facilita l'uso nei pazienti obesi. L'unica difficoltà che si è riscontrata è stata l'applicazione della vitina di blocco della vite cefalica. Per facilitarne l'introduzione nel nuovo strumentario vi è un cacciavite snodabile che dovrebbe favorire l'introduzione della vite. In alcuni casi, soprattutto quando si inizia ad usare il nuovo strumentario, l'errato posizionamento del cacciavite porta alla perdita della vitina nei tessuti molli. Per questo è stata fatta una modifica al cacciavite e attualmente ne utilizziamo uno completamente rigido o con uno snodo solo nell'ultima parte della punta. È comunque necessario fare molta attenzione durante l'introduzione per evitare questo errore. Le complicazioni post-operatorie più rilevanti nelle due precedenti versioni sono state il *cut-out* della vite cefalica. Nella maggior parte dei casi sono legati all'errato posizionamento della vite cefalica nel quadrante intermedio dell'epifisi femorale o nella porzione anteriore della testa o quando la vite cefalica è troppo

corta. La consolidazione è stata ugualmente raggiunta e molti pazienti non presentavano sintomatologia dolorosa. Nei casi in cui la vite cefalica era fuoriuscita dalla testa il chiodo è stato asportato ed applicata un'endoprotesi. Nei casi trattati con il Gamma 3 si è presentato un solo caso di *cut-out*. Questo miglioramento probabilmente è dovuto sia alla decennale esperienza dei chirurghi sia alle nuove caratteristiche tecniche di maggiore tenuta e minori dimensioni della vite cefalica.

Dei 1.208 pazienti trattati, oltre la metà non si sono presentati ai controlli ambulatoriali. Questo è dovuto in parte alla mortalità elevata dei pazienti a questa età, in parte a problematiche sociali e sanitarie che colpiscono questi pazienti.

## CONCLUSIONI

Concludendo, si può affermare che la continua evoluzione e la continua ricerca di miglioramento sia nello strumentario che nel chiodo stesso hanno portato alla possibilità di eseguire osteosintesi con tecniche sempre meno invasive, mantenendo elevata la percentuale di consolidazione della frattura in un tempo medio ridotto. Il tasso di complicazioni intra-operatorie è leggermente aumentato nel numero, ma con l'avvento del chiodo gamma 3 si sono ridotte le complicazioni maggiori.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Cooper C, Melton LJ. III: *Epidemiology of osteoporosis*. Trends Endocrinol Metab 1992;314:224-9.
- 2 Curtis MJ, Jinnah RH, Wilson V, Cunningham BW. *Proximal femoral fractures: a biomechanical study to compare intramedullary and extramedullary fixation*. Injury 1944;25:99-104.
- 3 Heyse-Moore GH, MacEachern AG, Jameso Evans DC. *Treatment of intertrochanteric fractures of the femur. Comparison of the Richards screw-plate with the Jewett nail-plate*. J Bone J Surg 1983;65:262-7.
- 4 Tencer AF, Johnson KD, Johnston DWC, Gill K. *A biomechanical comparison of various methods of stabilization of subtrochanteric fractures of the femur*. J Orthop Res 1984;2:297-305.
- 5 Kukla C, Heinz T, Gaebler C, Heinze G, Vecsei V. *The standard Gamma nail: a critical analysis of 1000 cases*. J Trauma 2001;51:77-83.
- 6 Barquet A, Francescoli L, Rienzi D, Lopez L. *Intertrochanteric-Subtrochanteric fractures: treatment with the Long Gamma Nail*. J Orthopaedic Trauma 2000;5:324-8.
- 7 Boriani S, De Iure F, Giacomini R. *The results of a multicenter Italian study on the use of the Gamma Nail for the treatment of pertrochanteric and subtrochanteric fractures: a review of 1181 cases*. Chir Organi Mov 1994;79:193-203.
- 8 Edwards SA, Pandit HG, Clarke HJ. *The Long Gamma Nail: a DHG experience*. Injury 2000;31:701-9.
- 9 Kukla C, Heinz T, Berger G, Kwasny O, Vecsei V, Rosenberger A. *Gamma-nail vs. dynamic hip screw in 120 elderly patients. A randomized trial*. Acta Chir Austriaca 1997;29:290-93.
- 10 Stapert JWJL, Geesing CLM, Vierhout PAM. *First experience and complications with the Long Gamma Nail*. J Trauma 1993;3:394-400.
- 11 Valverde JA, Alonso MG, Soler JJ. *Use of the Gamma Nail in the treatment of fractures of the proximal femur*. Clin Orthop Rel Res 1998;350:56-61.
- 12 Filardi V, Montanini R. *Measurement of local strains induced into the femur by trochanteric Gamma nail implants with one or two distal screws*. Med Eng Phys 2007;29:38-47.
- 13 Bridle SH, Patel AD, Bircher M. *Fixation of intertrochanteric fractures of the femur: a randomised prospective comparison of the gamma nail and the dynamic hip screw*. J Bone J Surg Br 1991;73:330-4.
- 14 Parker MJ, Pryor GA. *Gamma vs. DHS nailing for extracapsular femoral fractures: Meta analysis of ten randomised trials*. Int Orthop 1996;20:163-8.
- 15 Radford PJ, Needoff M, Webb JK. *A prospective randomized comparison of the dynamic hip screw and the gamma locking nail*. J Bone J Surg Br 1993;75:789-93.