



Università degli Studi di Padova

Scuola di Medicina e Chirurgia

Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia

Dipartimento di Scienze Chirurgiche Oncologiche e Gastroenterologiche

Direttore: Prof. Umberto Cillo

U.O.C. Clinica Ortopedica Traumatologica

Direttore: Prof. Pietro Ruggieri

TESI DI LAUREA

**Chiodi endomidollari nelle fratture pertrocanteriche:
confronto tra lama e vite cefalica e analisi di fattori
predittivi di outcome.**

Relatore: Prof. Antonio Berizzi

Correlatore: Dott. Giuseppe Battista

Laureando: Manrico Roberto Bientinesi

Anno Accademico 2023/2024

Sommario

RIASSUNTO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUZIONE	5
1.1. FRATTURE D'ANCA E PERTROCANTERICHE	5
1.1.1. Anatomia del femore	5
1.1.2. Fratture d'anca	6
1.1.3. Classificazione	11
1.1.4. Fratture pertrocanteriche	12
1.1.5. Anatomia della regione pertrocanterica.....	13
1.1.6. Cause: cadute e osteoporosi	16
1.1.7. Classificazione	17
1.1.8. Clinica	20
1.1.9. Diagnosi	20
1.1.10. Complicanze	20
1.1.11. Management delle fratture pertrocanteriche.....	21
1.1.12. Terapia medica	21
1.1.13. Trattamento chirurgico	22
1.1.14. Scelta dei mezzi di sintesi	23
1.2. MEZZI DI SINTESI	25
1.2.1. Dynamic hip screw.....	25
1.2.2. Chiodi endomidollari.....	27
1.2.3. Le complicanze dell'inchiodamento endomidollare	31
1.2.4. I chiodi endomidollari nella clinica di Padova	35
1.2.5. PFNA	36
1.2.6. Gamma3	37
1.2.7. TFNA	38
1.2.8. Confronto tra vite e lama elicoidale.....	39
1.2.9. Fattori predittivi di outcome	41
2. OBIETTIVI DELLO STUDIO	45
3. MATERIALI E METODI	47
3.1. ANALISI STATISTICA	48
3.2. GRUPPO DI STUDIO	49
4. RISULTATI	51
5. DISCUSSIONE	63
6. CONCLUSIONI	69
BIBLIOGRAFIA	71

RIASSUNTO

Presupposti dello studio. Le fratture d'anca sono tra le condizioni a maggior incidenza in ambito traumatologico, in particolare nei soggetti anziani affetti da osteoporosi; si stima che solo in Italia presentino un'incidenza annua maggiore di 300 soggetti su 100.000 abitanti per il genere femminile e maggiore di 150 soggetti su 100.000 abitanti per il genere maschile. Questo tipo di fratture rappresenta un importante problema di salute pubblica a livello globale determinando elevati costi sanitari e un'importante compromissione della qualità di vita dei soggetti colpiti con un ampio tasso di mortalità che raggiunge anche valori del 25% a 6 mesi dal trauma. Tra le fratture d'anca, le fratture pertrocanteriche costituiscono più della metà di tutti i casi e delineano una delle sfide più complesse e delicate in ambito ortopedico. Il trattamento delle fratture pertrocanteriche ha subito numerosi sviluppi negli ultimi decenni: il gold standard è oggi l'intervento chirurgico di inchiodamento endomidollare. I chiodi endomidollari utilizzati sono di vario tipo e possono essere dotati di una lama elicoidale o di una vite lag; tuttavia, non è ancora chiaro se vi siano differenze significative tra le due tipologie di chiodo. Le complicanze dell'inchiodamento endomidollare sono numerose e non sempre di facile gestione; si suddividono in complicanze mediche, dovute principalmente all'età avanzata e alle comorbidità dei pazienti operati, e in complicanze chirurgiche. Tra le complicanze chirurgiche la più frequente è il cut-out del chiodo, definito come il collasso in varismo dell'angolo cervico-diafisario con conseguente estrusione della vite o lama cefalica dalla testa del femore.

Scopo dello studio. Lo scopo dello studio è stato quello di valutare la presenza di differenze negli esiti clinici tra l'utilizzo di chiodi endomidollare con lama elicoidale e chiodi endomidollari con vite lag cefalica e la ricerca di fattori o parametri in grado di predire l'outcome dell'intervento di inchiodamento endomidollare.

Materiali e metodi. È stato svolto uno studio retrospettivo che ha arruolato 357 pazienti operati con un chiodo corto per frattura pertrocanterica dal

2020 al 2022 presso la clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Azienda Ospedaliera Universitaria di Padova. Di questi soggetti sono stati raccolti dati epidemiologici, clinici, radiologici preoperatori e post-operatori. Questi dati sono stati analizzati tramite il software statistico Graphpad Prism. Attraverso le radiografie preoperatorie dei pazienti sono state categorizzate le fratture seguendo la classificazione dell'AO/OTA Foundation. Nelle radiografie post-operatorie è stato osservato il corretto posizionamento del chiodo endomidollare ed è stata misurata la Tip Apex Distance (TAD).

Risultati. Dei 357 soggetti analizzati il 78,15% è di sesso femminile mentre il 21,85% di sesso maschile, con un'età media di 84,05 anni e moda di 90 anni. Nel gruppo analizzato 177 individui sono stati operati con un chiodo PFNA con lama elicoidale (49,57%) e 180 pazienti con un chiodo TFNA o Gamma3 con vite lag cefalica (50,43%). Sono state rinvenute in tutto 13 complicanze, cioè il 3,64% del totale. Il tasso di insuccesso è stato del 2,82% per i chiodi con lama elicoidale e del 4,44% per i chiodi con vite lag cefalica. La complicanza più frequente nel nostro studio è stata il cut-out del chiodo endomidollare che si è verificata in 6 casi con un tasso dell'1,68%. Dei 6 cut-out, 3 si sono verificati nei chiodi con lama elicoidale e altrettanti nei chiodi con vite lag cefalica. Attraverso le analisi statistiche è stata osservata una differenza significativa tra la media delle TAD misurate nei soggetti che hanno subito il cut-out e quella dei soggetti in cui non si è verificato. È stata inoltre individuata una preponderanza di fratture definite instabili secondo la classificazione dell'AO/OTA Foundation nel gruppo dei soggetti che hanno subito il cut-out del chiodo endomidollare. Non sono state invece individuate differenze tra i due gruppi per quanto riguarda la tipologia di chiodo utilizzato, il sesso, l'età o il lato fratturato.

Conclusioni. Il nostro lavoro ha confermato l'assenza di differenze negli esiti clinici tra i chiodi con lama elicoidale e quelli con vite lag cefalica e la valenza della TAD e dell'instabilità della frattura come fattori predittivi di outcome. In particolare, una TAD > 25 mm predispone al rischio di cut-out del chiodo endomidollare. Sono stati esclusi come fattori predittivi di outcome il sesso, l'età e il lato fratturato.

ABSTRACT

Background. Hip fractures are among the most prevalent conditions in traumatology, especially in elderly individuals with osteoporosis. It is estimated that in Italy, the annual incidence exceeds 300 cases per 100,000 female inhabitants and more than 150 cases per 100,000 male inhabitants. These fractures represent a significant public health issue globally, leading to high healthcare costs and a substantial deterioration in the quality of life for those affected, with a substantial mortality rate reaching up to 25% within 6 months of the trauma. Among hip fractures, pertrochanteric fractures account for more than half of all cases and present one of the most complex and delicate challenges in orthopedic practice. The treatment of pertrochanteric fractures has seen numerous developments over recent decades: the current gold standard is the surgical intervention of intramedullary nailing. The intramedullary nails used vary and may be equipped with a helical blade or a lag screw; however, it remains unclear whether there are significant differences between the two types of nails. Complications associated with intramedullary nailing are numerous and not always easy to manage; they are divided into medical complications, mainly due to advanced age and comorbidities of the operated patients, and surgical complications. Among the surgical complications, the most frequent is the cut-out of the nail, defined as the varus collapse of the femoral neck-shaft angle, leading to the extrusion of the screw or blade from the femoral head.

Study Objective. The aim of the study was to evaluate the presence of differences in clinical outcomes between the use of intramedullary nails with a helical blade and those with a cephalic lag screw, and to identify factors or parameters capable of predicting the outcome of the intramedullary nailing procedure.

Materials and Methods. A retrospective study was conducted, enrolling 357 patients operated on with a short nail for pertrochanteric fractures from 2020 to 2022 at the Orthopedic and Traumatological Clinic of the University Hospital of Padua. Epidemiological, clinical, preoperative, and

postoperative radiological data were collected from these subjects. These data were analyzed using the statistical software Graphpad Prism. Through preoperative radiographs, fractures were categorized following the AO/OTA Foundation classification. Postoperative radiographs were examined for correct positioning of the intramedullary nail, and the Tip Apex Distance (TAD) was measured.

Results. Among the 357 subjects analyzed, 78.15% were female and 21.85% male, with an average age of 84.05 years and a mode of 90 years. In the analyzed group, 177 individuals were operated on with a PFNA nail with a helical blade (49.57%), and 180 patients with a TFNA or Gamma3 nail with a cephalic lag screw (50.43%). A total of 13 complications were identified, accounting for 3.64% of the total. The failure rate was 2.82% for nails with a helical blade and 4.44% for nails with a cephalic lag screw. The most frequent complication in our study was the cut-out of the intramedullary nail, occurring in six cases with a rate of 1.68%. Of the six cut-outs, three occurred in nails with a helical blade and three in nails with a cephalic lag screw. Statistical analyses revealed a significant difference between the mean TAD values measured in subjects who experienced the cut-out and those in whom it did not occur. Furthermore, a preponderance of fractures defined as unstable according to the AO/OTA Foundation classification was identified in the group of subjects who experienced the cut-out of the intramedullary nail. No differences were observed between the two groups regarding the type of nail used, sex, age, or the side of the fracture.

Conclusions. Our study confirmed the absence of clinical outcome differences between nails with a helical blade and those with a cephalic lag screw and highlighted the significance of the TAD and fracture instability as predictive factors for outcomes. Specifically, a TAD > 25 mm predisposes to the risk of cut-out of the intramedullary nail. Sex, age, and the side of the fracture were excluded as predictive factors for outcome.

1. INTRODUZIONE

1.1. FRATTURE D'ANCA E PERTROCANTERICHE

1.1.1. Anatomia del femore

Il femore è l'osso più voluminoso e lungo del corpo e costituisce lo scheletro della coscia. È articolato a livello prossimale con l'acetabolo dell'osso iliaco mentre a livello distale con la tibia e la patella. Il femore è composto da un corpo (o diafisi) e da due estremità (o epifisi) e nella stazione eretta appare inclinato in basso e medialmente. La regione epifisaria prossimale del femore include la testa femorale, il collo femorale, il piccolo trocantere e il grande trocantere. La testa del femore si trova all'interno della capsula articolare ed è formata da una superficie di forma sferica rivestita di cartilagine ialina che si articola con l'acetabolo dell'osso dell'anca. La testa del femore continua distalmente in un segmento cilindrico appiattito noto come collo anatomico del femore, il quale presenta una ricca vascolarizzazione attraverso numerosi forami nutritizi. Il collo del femore è inclinato approssimativamente di 130 gradi rispetto all'asse della diafisi del femore e mostra un angolo di torsione di circa 12 gradi. Alla base del collo femorale emergono due prominenti strutture ossee: il grande trocantere, localizzato superiormente e lateralmente e il piccolo trocantere, situato inferiormente e medialmente. Il grande trocantere è una protuberanza ossea localizzata sulla superficie laterale della coscia, caratterizzata da un margine anteriore, uno superiore e uno posteriore. Inferiormente al piccolo trocantere è riconoscibile il collo chirurgico del femore, che delimita il confine tra diafisi ed epifisi. La capsula dell'articolazione coxofemorale ha origine circa mezzo centimetro medialmente rispetto al margine acetabolare e ne segue il profilo sia anteriormente che posteriormente. Le sue fibre longitudinali si estendono fino alla linea intertrocanterica sulla faccia anteriore del femore mentre terminano approssimativamente a metà del collo femorale nella sua porzione posteriore [1].

1.1.2. Fratture d'anca

Per frattura si intende una soluzione di continuità a livello di un segmento osseo. Dal punto di vista epidemiologico le due popolazioni maggiormente colpite da fratture sono i giovani di genere maschile e le donne anziane: i primi, pur essendo dotati di ossa robuste, vanno incontro più frequentemente a traumi ad alta intensità per la pratica di attività fisica intensa e per la maggior inclinazione a comportamenti a rischio; nelle donne anziane invece la grande incidenza di osteoporosi è una delle prime determinanti per le fratture ossee. Le fratture sono un problema di salute pubblica a livello mondiale poiché oltre a comportare elevati costi sanitari, determinano spesso una compromissione della qualità della vita, prolungate assenze da lavoro, e disabilità momentanea o permanente. Nel 2019, i siti anatomici più frequentemente soggetti a fratture sono stati le ossa della mano e quelle degli arti inferiori (tibia, perone, rotula e caviglia, femore) [2]. Negli individui che hanno più di 50 anni le sedi maggiormente interessate da fratture sono il collo del femore, le vertebre e l'avambraccio, e questo risulta essere correlato alla presenza di osteoporosi.

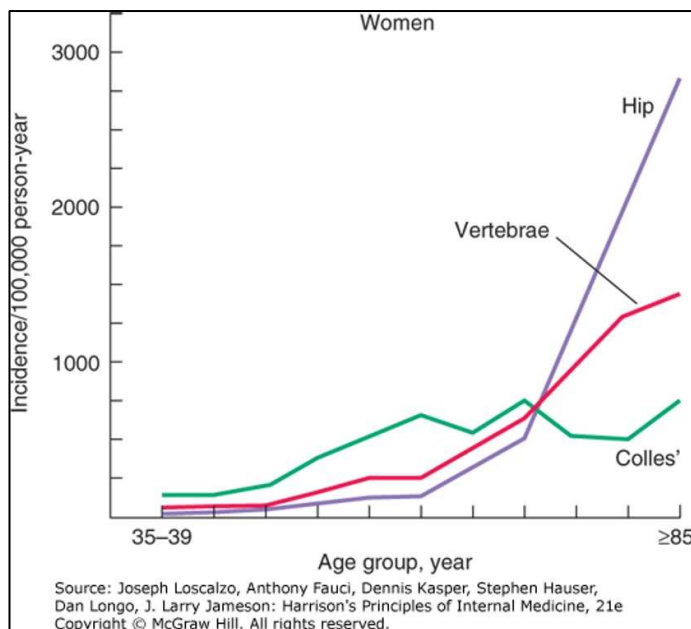


Figura 1 Trend dell'aumento con l'età dell'incidenza delle tipiche fratture da osteoporosi, in particolare la frattura d'anca, tratta da "Harrison's Principles of Internal Medicine, 21e".

Tra queste sedi, il femore è un osso particolarmente vulnerabile perché è uno dei principali sistemi portanti del peso ed è sottoposto a significativi stress durante le attività quotidiane [3,4]. Si stima che circa l'80% delle fratture d'anca colpiscano le donne anziane, in media intorno agli 80 anni e che la prevalenza nel corso della vita di fratture d'anca sia del 20% nella popolazione femminile e del 10% in quella maschile [5].

Il trattamento delle fratture si basa generalmente sulla riduzione cruenta o incruenta dei monconi ossei e sulla immobilizzazione dell'arto colpito. In alcuni casi, specie nell'anziano e in caso di fratture comminute, può essere necessaria la sostituzione protesica. Gli obiettivi del trattamento delle lesioni scheletriche comprendono il ripristino della normale anatomia e la stabilizzazione della frattura per consentire il rapido recupero della mobilità e riducendo al minimo le complicazioni legate all'immobilizzazione.

Le fratture d'anca sono lesioni scheletriche che si verificano nell'estremità prossimale del femore; nell'anziano sono il risultato di traumi a bassa energia e sono spesso associate sia ad alterazioni della densità ossea che ad altre condizioni mediche generali come: un'insufficienza funzionale degli arti inferiori, il morbo di Parkinson, un ridotto tempo di reazione e deficit visivi, tutti fattori che possono aumentare il rischio di cadute [6,7].

Dal punto di vista epidemiologico l'Italia è tra i paesi con la maggior incidenza di fratture d'anca: nelle linee guida sulle fratture di femore prossimale della Società Italiana di Ortopedia e Traumatologia (S.I.O.T.) del 2021 si stima annualmente un'incidenza maggiore di 300 per la popolazione femminile e maggiore di 150 per gli uomini su 100.000 abitanti.

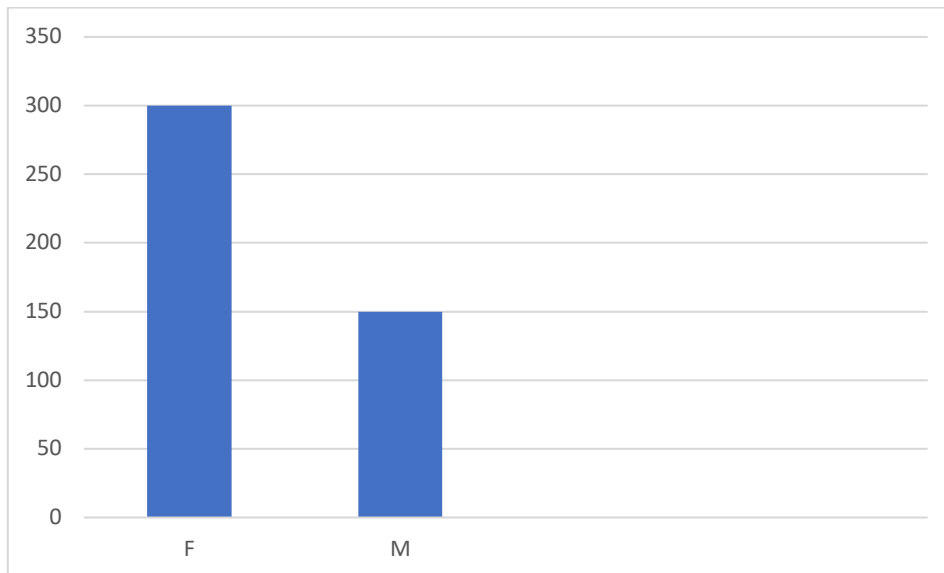


Figura 2 - Incidenza su 100.000 abitanti delle fratture d'anca in Italia, nel sesso femminile e in quello maschile.

L'incidenza delle fratture d'anca aumenta con l'età in entrambi i sessi, come dimostrato nella figura 3 che descrive l'incidenza età specifica delle fratture d'anca in una popolazione statunitense [8].

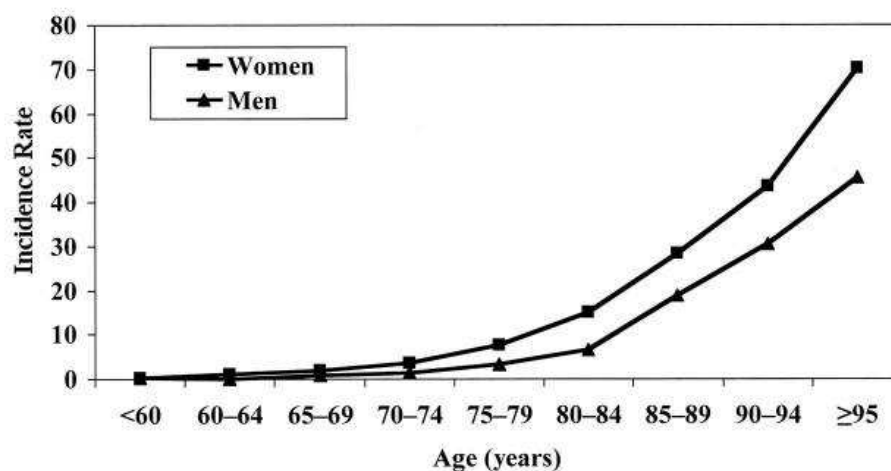


Figura 3 - Grafico che rappresenta l'incidenza età specifica delle fratture d'anca, divisa per sesso, nella popolazione di Framingham, negli Stati Uniti.

A livello globale, a causa dell'invecchiamento della popolazione si prospetta che il numero di fratture di femore continuerà ad aumentare passando da 1.26 milioni di eventi registrati nel 1990 a 4.5 milioni nel 2050 [9].

L'associazione degli Ortopedici Traumatologi Ospedalieri D'Italia (O.T.O.D.I.) ha rivelato che nel 2022 in Italia, i costi complessivi per il trattamento delle fratture di femore ammontano a circa 1.2 miliardi di euro, gravando in modo importante sulla spesa sanitaria.

Le fratture di femore sono delle lesioni delicate e ad alto tasso di mortalità, infatti il Ministero della Salute in Italia ha dichiarato che la mortalità da frattura di femore è di circa il 5% nel periodo immediatamente successivo all'evento e del 15-25% a un anno. Nella figura 4 è rappresentato il trend di mortalità dopo frattura d'anca a 1 mese, 90 giorni e 1 anno, rilevato dal 2000 al 2013 da uno studio danese [10].

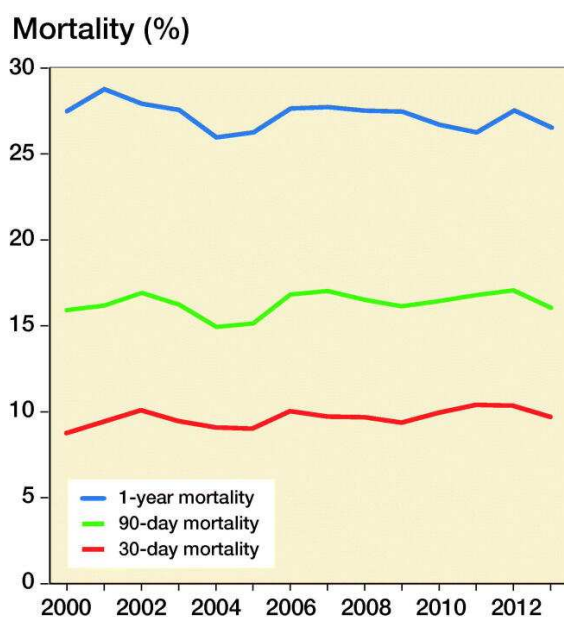


Figura 4 - Mortalità dopo frattura d'anca a 1 mese, 90 giorni e 1 anno. Dati rilevati dal 2000 al 2013 da: "Gundel O, Thygesen LC, Gögenur I, Ekeloef S. Postoperative mortality after a hip fracture over a 15-year period in Denmark: a national register study"

Nel 20% dei casi si ha la perdita definitiva della capacità di camminare autonomamente e solo il 30-40% dei soggetti torna alle condizioni precedenti la frattura; in particolare, secondo un recente studio italiano, la maggiore perdita funzionale avviene nei primi 6 mesi post dimissione e per questo è fondamentale, per ridurre la mortalità a lungo termine, che durante

il follow-up sia preservato un buono stato funzionale e di autonomia, cercando di evitare le riospedalizzazioni [11–14]. Uno studio svedese ha stimato che le fratture d'anca causano più morti degli incidenti stradali e circa lo stesso numero di decessi del cancro della mammella [15]. In Europa, il numero stimato di persone decedute a causa di fratture d'anca nel 2010 ammontava a circa 11.358, tra le donne ultra cinquantenni, e 9.413 negli uomini ultra cinquantenni [16]. I fattori di rischio per fratture d'anca si suddividono in modificabili e non modificabili. Tra quelli modificabili si collocano:

- Terapie croniche con farmaci come [17–20]:
 - levotiroxina che causa la diminuzione della densità ossea;
 - diuretici dell'ansa che compromettono l'assorbimento di calcio dai reni;
 - inibitori di pompa protonica che riducono l'assorbimento di calcio gastrointestinale;
 - SSRI e sedativi che aumentano il rischio di cadute e di ipotensione ortostatica;
 - Glucocorticoidi;
- Osteoporosi [21];
- Cadute [22];
- Deficit di Vitamina D e una riduzione del tempo di esposizione solare [16,23];
- Un basso BMI [16];
- Elevato consumo di alcol e tabagismo [16];

I fattori di rischio non modificabili sono invece:

- Età > 65 anni [8];
- Familiarità per fratture d'anca [24];
- Sesso femminile [25];
- Basso stato socioeconomico [26,27];
- Precedente frattura d'anca [24];
- Menopausa precoce [16];

1.1.3. Classificazione

Le fratture di femore prossimale sono classificate, rispetto all'inserzione della capsula articolare, in:

- Mediali o intracapsulari (all'interno della capsula articolare dell'anca):
 1. sottocapitata, al di sotto della testa;
 2. mediocervicale, a metà del collo;
 3. basicervicale, alla base del collo.
- Laterali o extracapsulari (dalla capsula articolare coxofemorale in giù o lateralmente) che possono interessare la regione:
 1. trocanterica (grande o piccolo trocantere);
 2. pertrocanterica;
 3. sottotrocanterica

Nella figura 5 sono rappresentate le fratture del femore intracapsulari ed extracapsulari [28].

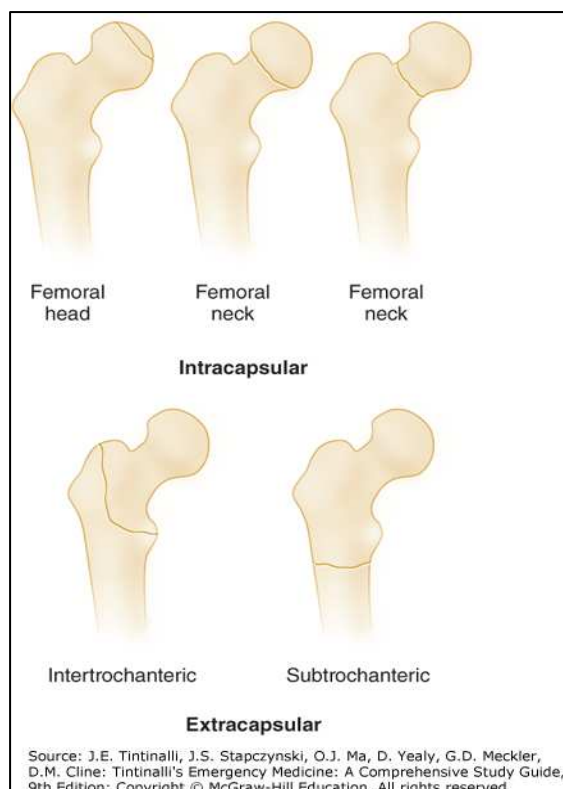


Figura 5 - Fratture del femore intracapsulari ed extracapsulari, immagine tratta da "Tintinalli's emergency medicine. A comprehensive study guide"

Questa distinzione è basilare nella scelta del trattamento adeguato in quanto riflette la probabilità di interruzione dell'apporto di sangue alla testa del femore. Le caratteristiche della frattura vengono ulteriormente esaminate per determinare il grado di spostamento e di comminuzione dei monconi ossei che influenza la scelta chirurgica di eseguire un'artroplastica rispetto alla fissazione interna nel caso di fratture intracapsulari, o per stabilire la scelta del mezzo di sintesi più adatto per stabilizzare le fratture extracapsulari [29].

1.1.4. Fratture pertrocanteriche.

Facendo riferimento alla classificazione precedentemente citata, le fratture pertrocanteriche localizzate tra il grande e il piccolo trocantere, sono definite come fratture laterali o extracapsulari e rappresentano più del 50% di tutte le fratture d'anca. Come tutte le fratture d'anca sono comuni nei pazienti anziani con osteoporosi e più frequentemente nelle donne. Queste fratture sono invece rare nei soggetti più giovani, ma possono verificarsi anche in questa fascia d'età in caso di trauma maggiore come una caduta dall'alto o un incidente automobilistico [30–32].



Figura 6 - radiografia AP di una frattura pertrocanterica sinistra tratta dallo studio "Shah A, Bhan R, Pey EP, Riordan H, Khan F. Systemic Mastocytosis Presenting as Pathologic Intertrochanteric Femur Fracture"

1.1.5. Anatomia della regione pertrocanterica

La regione pertrocanterica dell'anca è la zona di transizione tra il collo e la diafisi del femore, situata tra il grande e il piccolo trocantere. Questa regione è caratterizzata principalmente da osso trabecolare denso che serve a trasmettere e a distribuire le sollecitazioni. Il sistema di trabecole presente all'interno della testa e del collo del femore è stato descritto da Ward nel 1838, il quale ha qui riconosciuto diverse strutture trabecolari che sono orientate strategicamente per garantire la massima resistenza al carico, conferendo maggiore robustezza nelle aree in cui sono presenti. Tale resistenza è ulteriormente accentuata nei punti di intersezione delle linee trabecolari, dove vengono comunemente inserite le viti chirurgiche per garantire stabilità. Le intersezioni dei fasci trabecolari circondano a loro volta una zona di minore resistenza nota come triangolo di Ward che è particolarmente suscettibile a fratture. La graduale scomparsa delle trabecole viene classificata in una scala da VI a I: i gradi VI, V e IV sono considerati normali, mentre i gradi III, II e I indicano un'osteopenia progressivamente più grave, associata a un aumentato rischio di frattura nel collo del femore [33,34].

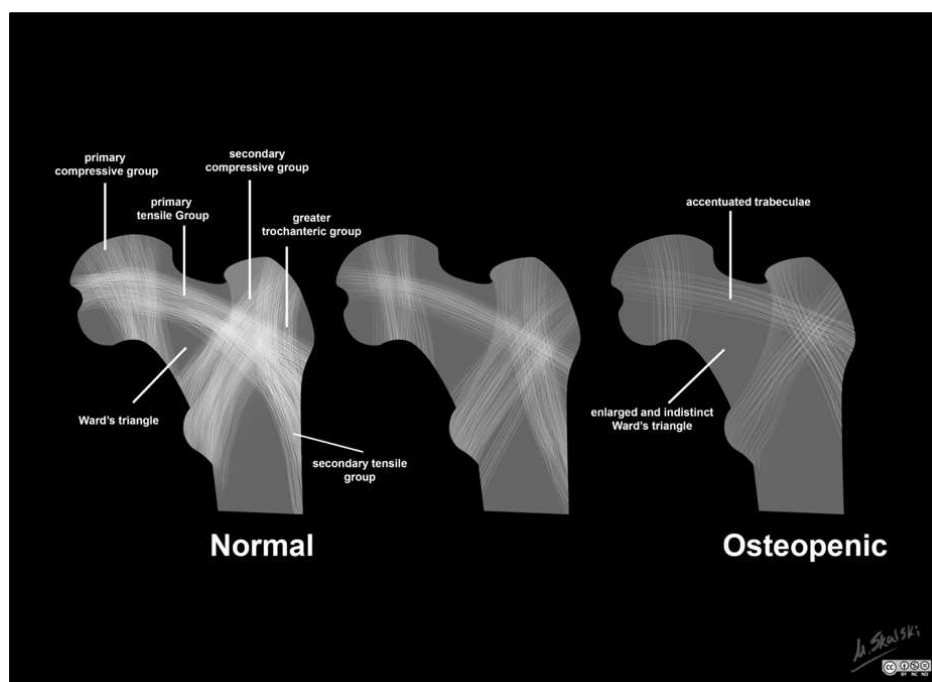


Figura 7 - Il triangolo di Ward e i gruppi trabecolari presenti a livello del collo del femore sia in una situazione fisiologica che in una condizione di osteopenia. Immagine tratta da "Skalski M, Illustration of Ward's triangle. Case study, Radiopaedia.org"

La muscolatura dell'anca può essere divisa in base alla funzionalità e alla localizzazione anatomica. I muscoli abдукtori che comprendono il medio gluteo e il piccolo gluteo, hanno origine dal margine esterno dell'ileo e si inseriscono sul grande trocantere e hanno la funzione di controllare l'inclinazione pelvica nel piano frontale. Inoltre, il medio gluteo e il piccolo gluteo, insieme al tensore della fascia lata, svolgono anche la funzione di rotatori interni dell'articolazione dell'anca. I muscoli flessori dell'anca, localizzati nella parte anteriore della coscia, comprendono il sartorio, il pettineo, l'ileopsoas e il retto femorale. L'ileopsoas si inserisce sul piccolo trocantere dell'osso femorale. Il muscolo gracile e i muscoli adduttori sono situati nella regione mediale della coscia. Gli extrarotatori brevi che comprendono il muscolo piriforme, gli otturatori interno ed esterno, i gemelli superiori e inferiori e il muscolo quadrato del femore, presentano tutti un punto di inserzione comune sul versante posteriore del grande trocantere. Il grande gluteo origina dall'ileo, dal sacro e dal coccige e si inserisce sulla tuberosità glutea lungo la linea aspra nella regione sottotrocanterica del femore, oltre che sulla benderella ileotibiale. Questo muscolo è responsabile dell'estensione ed extrarotazione dell'articolazione coxofemorale [1].

Crock nel 1980 ha descritto l'anatomia vascolare del femore prossimale, suddividendo le arterie qui presenti in tre gruppi:

- un circolo arterioso extracapsulare situato alla base del collo del femore, costituito posteriormente da un grosso ramo dell'arteria circonflessa mediale del femore e anteriormente dai rami dell'arteria circonflessa laterale del femore;
- Rami cervicali ascendenti del circolo extracapsulare che si estendono lungo la superficie del collo del femore;
- le arterie del legamento rotondo [35,36].

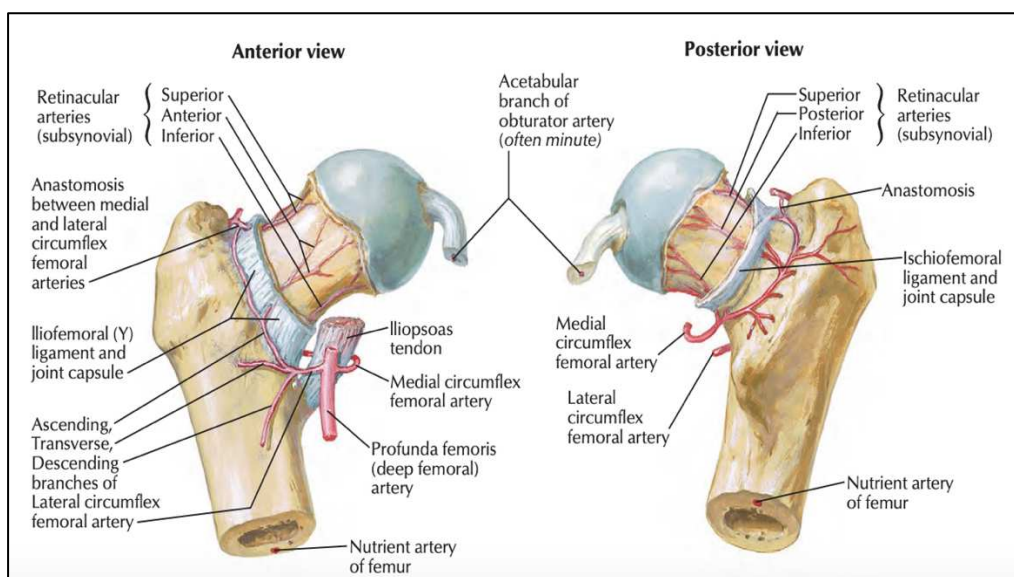


Figura 8 - Anatomia vascolare del femore prossimale in visione anteriore e posteriore. Immagine tratta da "Netter FH. Netter, Atlante di Anatomia Umana - sesta edizione"

1.1.6.Cause: cadute e osteoporosi

Le fratture pertrocanteriche sono per lo più causate da cadute e/o osteoporosi. Nei soggetti giovani tali fratture sono solitamente il risultato di traumi ad alta energia, mentre negli anziani sono causate da cadute a bassa energia nel 90% dei casi. Gli anziani tendono a riportare fratture anche in seguito a traumi minori o moderati e presentano inoltre una maggiore incidenza di cadute che possono essere innescate da condizioni che compromettono la funzionalità degli arti inferiori e da alterazioni visive che influenzano la percezione degli ostacoli durante la deambulazione. L'osteoporosi e altre condizioni patologiche contribuiscono alla fragilità ossea negli anziani, aumentando il rischio di lesioni ossee. La frattura di femore nell'anziano è perciò spesso il risultato dell'azione combinata di cadute e osteoporosi e si definisce frattura da fragilità, cioè legata a traumi lievi che solitamente in un osso sano non comporterebbero una frattura [37].

L'osteoporosi è una condizione scheletrica caratterizzata da una diminuzione della densità ossea che compromette la resistenza meccanica dell'osso, rendendolo più vulnerabile alle fratture. L'osteoporosi è una patologia ad altissima prevalenza: si stima che in Europa ci siano più di 5 milioni di uomini affetti, e addirittura più di 20 milioni di donne affette, con una maggiore prevalenza nella fascia d'età 74-79 anni [16]. La diagnosi di osteoporosi si basa sull'analisi della densità minerale ossea (BMD) in specifiche aree dello scheletro, in particolare a livello del collo del femore, delle vertebre lombari e dell'avambraccio. Tuttavia, nelle persone anziane la precisione delle misurazioni nella colonna lombare può essere compromessa da scoliosi, deformità vertebrali, osteofiti e calcificazioni extrascheletriche e quindi il femore prossimale costituisce il sito di riferimento per la diagnosi. Un paziente viene classificato come affetto da bassa massa ossea se la densità minerale ossea misura tra 1 e 2,5 deviazioni standard al di sotto del valore medio in una popolazione giovane di riferimento. La diagnosi di osteoporosi viene fatta se la densità ossea di un paziente è di 2,5 deviazioni standard o più al di sotto della media dei giovani normali [38]. Nonostante la diagnosi della patologia si fondi sull'analisi quantitativa della densità minerale ossea (BMD, bone mineral

density), che costituisce un indicatore della resistenza ossea, il significato clinico dell'osteoporosi è direttamente legato all'incidenza delle fratture, le quali possono verificarsi più facilmente a causa di questa condizione [39]. La WHO ha sviluppato un algoritmo, chiamato indice FRAX® (Fracture Risk Assessment Tool), in grado di prevedere il rischio di sviluppare una frattura da fragilità entro 10 anni. Questo indice aiuta a individuare i pazienti meritevoli di trattamento farmacologico e ad alto rischio di fratture e si basa su fattori di rischio clinici quali: precedente frattura da fragilità, storia familiare di frattura dell'anca, tabagismo, consumo di ≥ 3 unità di alcol al giorno, assunzione di glucocorticoidi orali a lungo termine, artrite reumatoide e altre cause di osteoporosi secondaria, età, sesso, e BMI con o senza BMD del collo femorale.

La terapia farmacologica dell'osteoporosi include i modulatori selettivi del recettore degli estrogeni (SERM), i bifosfonati, il denosumab e il ranelato di stronzio e tutti questi farmaci hanno dimostrato efficacia nel ridurre l'incidenza delle fratture osteoporotiche che è la conseguenza più grave dell'osteoporosi [40,41].

1.1.7. Classificazione

L'AO Foundation/Orthopaedic Trauma Association (AO/OTA) attraverso la revisione del "Fracture and Dislocation Compendium" pubblicata nel 2018 suddivide le fratture pertrocanteriche in tre gruppi (A1, A2 e A3) in base alla crescente gravità, complessità anatomico-morfologica, difficoltà nel trattamento e prognosi. La differenziazione tra i gruppi è definita dall'altezza della parete laterale del grande trocantere. L'altezza o spessore della parete laterale è definita come la distanza in millimetri da un punto di riferimento a 3 cm sotto il tubercolo innominato del trocantere maggiore, angolato di 135° verso l'alto fino alla linea di frattura sulla radiografia anteroposteriore. Lo spessore deve essere inferiore a 20,5 mm perché la frattura sia considerata una frattura A2 [42].

Nella classificazione AO/OTA si identificano col codice alfanumerico 31A le fratture della regione pertrocanterica.

- Nel sottogruppo 31A1 sono incluse le fratture pertrocanteriche semplici, a loro volta suddivise in:
 - 31A1.1: Frattura isolata del singolo trocantere;
 - 31A1.2: Frattura a due parti;
 - 31A1.3: Frattura con parete laterale intatta (>20,5 mm);

- Il sottogruppo 31A2 individua il gruppo delle fratture pertrocanteriche multiframmentarie, con parete laterale incompetente ($\leq 20,5$ mm). Questa classe è a sua volta suddivisa in:
 - 31A2.1: Con distacco del piccolo trocantere;
 - 31A2.2: Con un frammento intermedio;
 - 31A2.3: Con due o più frammenti intermedi;

- 31A3 individua il gruppo delle fratture pertrocanteriche oblique inverse.
 - 31A3.1: fratture oblique semplici;
 - 31A3.2: fratture trasverse semplici;
 - 31A3.3: fratture a cuneo o multiframmentarie.

1.1.8. Clinica

Dal punto di vista clinico le fratture pertrocanteriche si presentano solitamente con dolore, ecchimosi e tumefazione locale. La gamba lesa può presentarsi accorciata con un atteggiamento in extrarotazione. L'accorciamento dell'arto fratturato è causato dalla risalita del moncone distale per la trazione esercitata dai muscoli glutei e dallo psoas iliaco.

1.1.9. Diagnosi

In caso di sospetta frattura d'anca è necessario eseguire una radiografia dell'anca sia in proiezione antero-posteriore (AP) che in proiezione latero-laterale (LL). Per fare un confronto con l'anca non coinvolta può essere utile eseguire una radiografia AP del bacino. Se le radiografie semplici non rivelano nulla ma clinicamente si sospetta una frattura, si può ricorrere a indagini di secondo livello come la risonanza magnetica o la TAC.

1.1.10. Complicanze

Le complicanze e la prognosi sono legate non solo alla frattura in sé ma anche a lesioni associate, a patologie pregresse e all'immobilizzazione. La perdita di sangue può essere significativa e alcuni pazienti necessitano di trasfusioni; può essere presente anche una riduzione dell'apporto di sangue a livello della testa del femore che determina una necrosi avascolare con morte delle cellule ossee di questa regione, instabilità dell'articolazione coxofemorale e dolore cronico. Altre complicanze sono le infezioni, l'embolia polmonare e la trombosi venosa profonda, legate all'immobilizzazione del soggetto [28]. Se il gonfiore e l'edema post-frattura diventano eccessivi, ci può essere una compressione dei vasi sanguigni e dei nervi di questa regione, portando a una condizione nota come sindrome compartimentale, che richiede un trattamento immediato.

1.1.11. Management delle fratture pertrocanteriche

La stragrande maggioranza delle fratture pertrocanteriche richiede l'intervento chirurgico, esistono però delle circostanze in cui il trattamento può essere non chirurgico, come nel caso dei pazienti a rischio elevato per le procedure anestesiolgiche o nei pazienti non deambulanti. L'intervento chirurgico per le fratture d'anca è una procedura d'emergenza: ci sono prove sempre più solide che dimostrano che un intervento chirurgico precoce è associato a un minor rischio di morte e a una minore incidenza di piaghe da decubito [44]. Un ritardo operatorio di oltre due giorni dopo il ricovero è un importante fattore predittivo di mortalità entro un anno per i pazienti anziani che hanno una frattura d'anca e che sono cognitivamente intatti, in grado di camminare e vivono a casa prima della frattura [45]. Per questo motivo le linee guida per il trattamento delle fratture del femore prossimale dell'anziano pubblicate dalla Società Italiana di ortopedia e traumatologia nel 2021 raccomandano di sottoporre ad intervento chirurgico i pazienti con frattura d'anca nel più breve tempo possibile, entro 24 ore dall'arrivo in ospedale o, al più tardi, il giorno successivo [9]. Il DM 70/2015, emesso il 2 aprile 2015, stabilisce che almeno il 60% dei pazienti anziani con frattura del collo del femore debba essere sottoposto a intervento entro due giorni come soglia minima di rischio di esito. La tempestività dell'intervento rappresenta anche uno degli indicatori CORE dell'area ospedaliera (indicatore H13C) utilizzato dal Ministero della Salute per valutare l'aderenza delle regioni nell'offrire i livelli essenziali di assistenza.

1.1.12. Terapia medica

Prima di procedere con l'operazione chirurgica è essenziale garantire un adeguato controllo del dolore all'arrivo in PS. La somministrazione di analgesico può essere locoregionale o sistemica. Le linee guida della Società Italiana di Ortopedia e Traumatologia (S.I.O.T.) del 2021 per le fratture di femore nell'anziano raccomandano un'immediata gestione del dolore mediante l'uso di paracetamolo come farmaco analgesico di prima scelta. Se il paracetamolo risulta inefficace, si può ricorrere alla somministrazione di farmaci oppioidi. L'uso di anestetici locoregionali

attorno ai nervi periferici, come il blocco nervoso del nervo femorale, può essere considerato per ridurre la necessità di oppioidi [9].

È sconsigliato l'utilizzo di FANS, non solo per i noti effetti indesiderati gastrointestinali nei confronti dei quali gli anziani sono più suscettibili, ma soprattutto perché molti di questi pazienti sono in terapia con anticoagulanti e/o antiaggreganti e la contemporanea somministrazione di FANS comporterebbe un pericoloso aumento del rischio emorragico [46]. Inoltre, i FANS possono compromettere il processo di guarigione della frattura che prevede la formazione del callo osseo intorno al sito di frattura secondo una procedura guidata dai mediatori dell'infiammazione.

1.1.13. Trattamento chirurgico

L'obiettivo a breve termine della chirurgia è stabilizzare la frattura in modo da consentire una rapida mobilizzazione e un carico parziale dell'arto, riducendo così il dolore. A lungo termine ci si propone di restituire al paziente un buon livello di autonomia e di funzione.

Nelle fratture extracapsulari (o laterali) del femore prossimale la vascolarizzazione della testa del femore non è compromessa. Pertanto, l'osteosintesi con fissazione interna è considerato il trattamento chirurgico standard [9]. La tecnica della fissazione interna prevede il riposizionamento corretto dei frammenti ossei e la loro stabilizzazione attraverso l'impianto di viti, placche o chiodi. Ciò consente la guarigione dei frammenti della frattura in una posizione adeguata al fine di procedere con la mobilizzazione del paziente durante la fase di recupero [47]. Nelle fratture pertrocanteriche è imprescindibile valutare quale dei vari metodi di fissazione interna rappresenti il più efficace, tra cui:

- Extramidollare: La parte prossimale del femore è stabilizzata mediante l'utilizzo di una o più viti che risalgono il collo e penetrano nella testa. Queste vengono fissate a una placca posizionata esternamente all'osso nota come Dynamic Hip Screw (DHS).

- Intramidollare: La porzione prossimale del femore è stabilizzata utilizzando una o più viti o lame che risalgono il collo e penetrano nella testa; tali viti sono fissate a un'asta metallica inserita all'interno del canale midollare del femore (chiamata chiodo endomidollare).

1.1.14. Scelta dei mezzi di sintesi

Una delle fasi più importanti nel management delle fratture pertrocanteriche è la scelta del mezzo di sintesi più consono al trattamento della frattura e alle esigenze del paziente. Diversi studi non hanno riscontrato differenze significative tra chiodi endomidollari e DHS in relazione a mortalità e mobilità del paziente [47,48]. Tuttavia, recentemente si è assistito a un crescente utilizzo dei chiodi endomidollari, in virtù dei loro vantaggi biomeccanici, clinici e biologici [49–51].

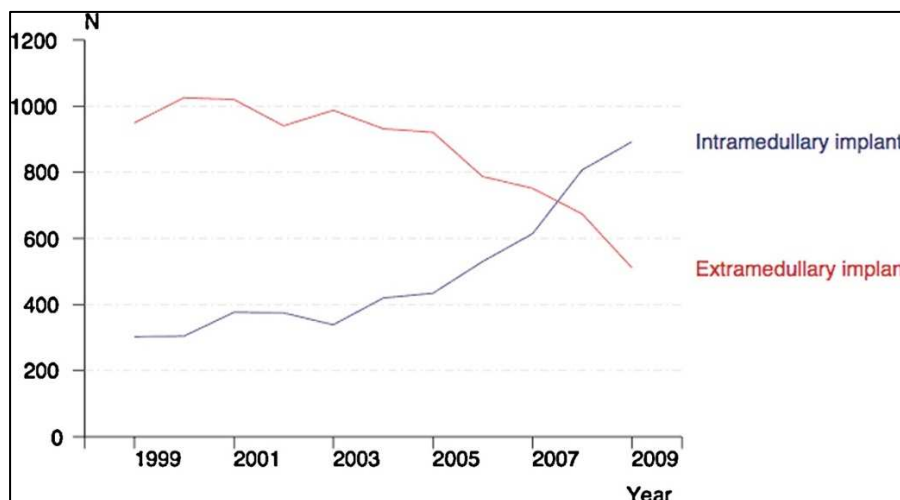


Figura 10 - Trend dal 1999 al 2009 sull'aumentato utilizzo degli impianti di fissazione intramidollari, pubblicato da un articolo finlandese di Yli-Kyyny TT et al. "Extra- and intramedullary implants for the treatment of pertrochanteric fractures – Results from a Finnish National Database Study of 14,915 patients".

Secondo la letteratura, tali chiodi presentano un minor tasso di insuccesso e una minore perdita ematica rispetto all'impianto di una DHS, poiché richiedono un'esposizione chirurgica meno ampia. Inoltre, i chiodi endomidollari sembrano associarsi a un minor tasso di infezioni della ferita

e, in media, a una ridotta durata dell'ospedalizzazione, sebbene richiedano una maggiore esposizione alle radiazioni fluoroscopiche [48,52].

A differenza della DHS, che impone un ritardo nel caricare l'arto interessato dalla frattura, i chiodi endomidollari permettono un carico completo e immediato sin dal primo giorno post-operatorio [53,54]. Un'altra distinzione rilevante è la distanza tra l'impianto o lo stelo e la vite cefalica, che risulta minore nei chiodi endomidollari rispetto alla DHS. Di conseguenza, il braccio di leva è più corto, riducendo il rischio di cut-out dell'impianto [55]. Tuttavia, l'uso dei chiodi endomidollari può comportare altri pericoli come il rischio di fratture peri-impianto tardive a livello dell'estremità distale del dispositivo, soprattutto nei chiodi di dimensioni ridotte [56]. In conclusione, per le fratture stabili, i due sistemi sembrano offrire risultati comparabili, sono quindi le caratteristiche della frattura e gli aspetti economici ad influenzare la scelta [53]. Al contrario, nei casi di fratture instabili, i sistemi DHS mostrano maggiori tassi di insuccesso, mentre l'impiego dei chiodi endomidollari tende a migliorare la prognosi e a ridurre i costi complessivi [57].

1.2. MEZZI DI SINTESI

1.2.1. Dynamic hip screw

La DHS è costituita da tre componenti: una o più viti cefaliche, una placca che a livello della sua estremità superiore si articola con le viti cefaliche e diverse viti corticali fissate all'interno del femore. La vite cefalica ha il compito di fare presa sull'osso trabecolare della testa del femore, connettendosi alla placca. La placca viene ancorata alla superficie laterale della corticale femorale tramite piccole viti corticali [59].

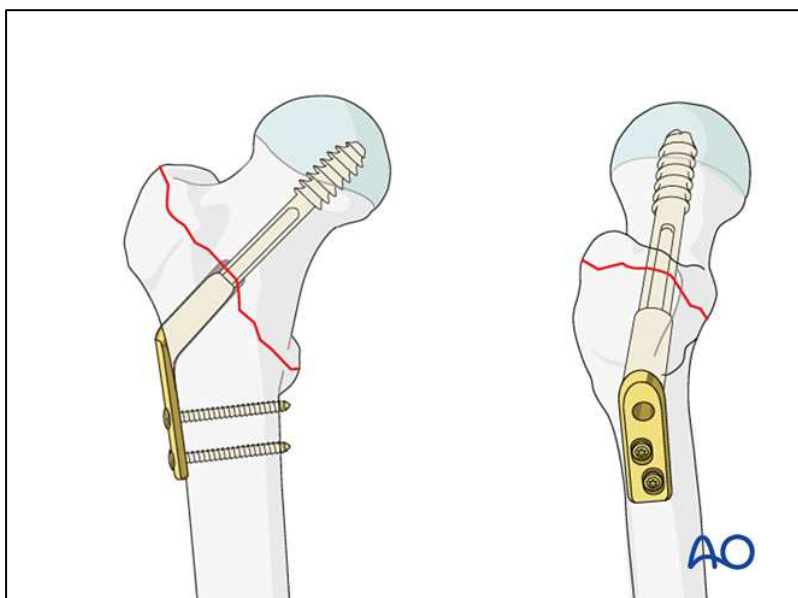


Figura 11 - Immagine tratta dalle "AO surgery reference" che mostra il corretto posizionamento della DHS

Il meccanismo alla base dell'efficacia della DHS è quello di consentire il movimento della testa del femore lungo un unico piano, producendo delle sollecitazioni meccaniche che favoriscono la guarigione della frattura.

La procedura chirurgica di impianto della DHS è la seguente:

1. Pianificazione preoperatoria: la dimensione, l'angolo della placca e la lunghezza della lama o della vite DHS sono determinati prima dell'intervento.
2. Posizionare il paziente supino sul tavolo operatorio.
3. Ridurre la frattura esternamente, se possibile, tramite manovre di trazione, abduzione e rotazione interna dell'arto lesso.
4. Accesso: eseguire un'incisione cutanea laterale rettilinea di circa 15 cm di lunghezza, partendo da una distanza di circa due dita prossimalmente rispetto all'apice del grande trocantere. Dividere il tratto ileotibiale longitudinalmente. Spostare verso l'alto il muscolo vasto laterale, fino ad esporre la superficie femorale.
5. Inserire un filo di Kirschner anteriormente al collo femorale provocandone l'antiversione. In caso di fratture instabili è raccomandato inserire diversi fili di Kirschner nella testa femorale per stabilizzare temporaneamente i vari frammenti ridotti.
6. Inserire un nuovo filo guida con l'angolazione desiderata. Il filo guida deve trovarsi al centro della testa femorale e deve estendersi nell'osso subcondrale.
7. Determinare la lunghezza della vite o della lama DHS direttamente dal filo guida, attraverso il dispositivo di misurazione.
8. Alesare l'osso per l'inserimento del DHS.
9. Inserire DHS.
10. Impattare la placca sull'osso.
11. Fissare la placca DHS all'albero femorale rimuovendo tutti gli strumenti di inserimento e il filo guida.

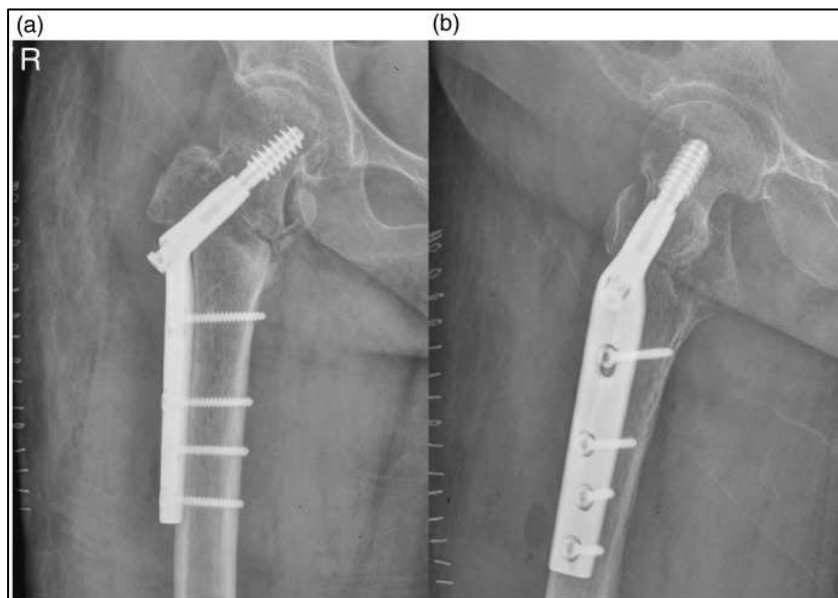


Figura 12 - RX della DHS tratta da: Zeng X, Zhang N, Zeng D, Zhang L, Xu P, Cao L, Yu W, Zhan K, Zhang X. Proximal femoral nail antirotation versus dynamic hip screw fixation for treatment of osteoporotic type 31-A1 intertrochanteric femoral fractures in elderly patients[60]”

Per migliorare l'ancoraggio dell'impianto è possibile utilizzare del cemento osseo per ridurre il rischio di migrazione e cut-out, in particolare nelle ossa gravemente affette da osteoporosi [61].

1.2.2. Chiodi endomidollari

I chiodi endomidollari costituiscono i mezzi di sintesi di scelta per le fratture pertrocanteriche instabili, e sono altresì impiegati nelle fratture pertrocanteriche stabili insieme alla Dynamic hip screw. Questi chiodi sono disponibili in diverse varianti e lunghezze. I chiodi corti che possono avere una lunghezza fino a 24 cm sono comunemente adoperati per le fratture pertrocanteriche, mentre i chiodi lunghi, che possono estendersi fino a 48 centimetri, trovano impiego nelle fratture inverse con coinvolgimento corticale laterale o nelle fratture sottotrocanteriche, che richiedono un ancoraggio più distale [62]. I chiodi endomidollari sono progettati per rispecchiare l'anatomia fisiologica del femore prossimale e presentano un angolo di antiversione compreso tra 10° e 15° e una convessità anteriore dello stelo. Spesso si osserva anche una leggera deviazione laterale della

porzione prossimale del chiodo. Un altro parametro rilevante è l'angolo formato tra lo stelo e la vite cefalica, che, congruentemente con l'angolo cervico-diafisario fisiologico del femore, misura tra i 120° e i 135° [53]. Secondo quanto riportato dalle "AO Surgery Reference", l'utilizzo dei chiodi endomidollari è sconsigliato in presenza di deformità ossee pregresse o in seguito a interventi chirurgici precedenti che rendono l'inchiodamento difficoltoso. D'altra parte, i vantaggi dei chiodi endomidollari includono un minor rischio di dislocazione secondaria, la necessità di un'incisione cutanea di piccole dimensioni e il mantenimento dell'integrità del sito fratturato. La scelta del chiodo più adatto dipende anche dal diametro del canale midollare del femore fratturato, che viene generalmente determinato tramite radiografie anteroposteriori. Il chiodo endomidollare agisce come un'asta interna che controlla, ma non impedisce, i micromovimenti dei frammenti ossei, fornendo così una stabilità relativa che favorisce il processo di guarigione attraverso la formazione del callo osseo [62].

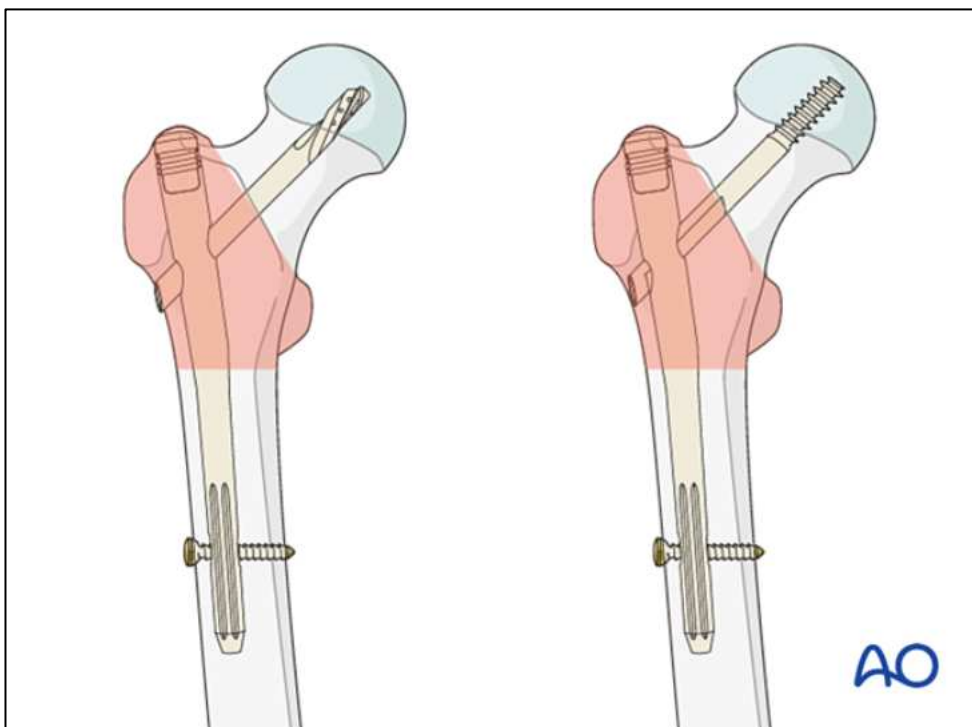


Figura 13 - Immagine tratta dalle "AO surgery reference" di chiodo endomidollare con lama elicoidale cefalica a sinistra e vite lag cefalica a destra

La procedura chirurgica di inchiodamento endomidollare è la seguente:

- Prima dell'impianto del chiodo, è fondamentale misurare l'angolo cervico-diafisario del femore controlaterale sano tramite una radiografia anteroposteriore del bacino, in modo tale da selezionare un chiodo che riproduca lo stesso angolo cervico-diafisario anche per il lato interessato dalla frattura. È inoltre raccomandato misurare il diametro del canale midollare nel punto più stretto che conterrà lo stelo del chiodo, tramite una radiografia anteroposteriore del femore sano.
- Posizionare il paziente supino sul tavolo operatorio mantenendo l'arto sano in abduzione e sopraelevato tramite l'ausilio di un supporto, per consentire la fluoroscopia intraoperatoria, come visibile nella figura 9. Per agevolare l'accesso chirurgico è necessario assicurarsi che l'arto affetto sia addotto: per facilitare questa operazione è possibile spostare il busto di 10°-15° verso il lato controlaterale.

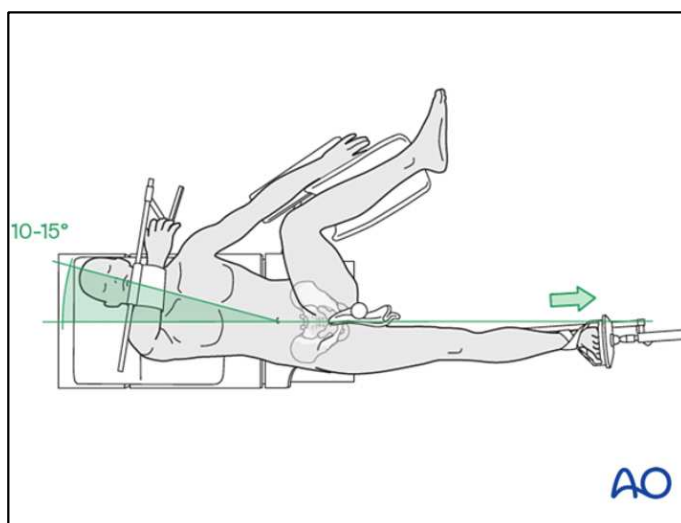


Figura 14 - Immagine tratta dalle "AO surgery reference" che mostra la corretta posizione operatoria nella procedura di inchiodamento endomidollare

- Ridurre la frattura esternamente, verificando la correttezza della procedura tramite la diagnostica per immagini. In caso di insuccesso procedere con una riduzione open.

- Dopo aver ridotto la frattura verificare le corrette dimensioni in lunghezza e in diametro del chiodo da impiantare.
- Incidere la cute a partire da 5 cm prossimalmente rispetto all'apice del grande trocantere. Effettuare un'incisione parallela della fascia del muscolo medio gluteo e dividerlo.
- Determinare il punto d'ingresso del chiodo. Nelle immagini AP il punto d'ingresso è al livello dell'apice del grande trocantere o leggermente laterale (di circa 6°), leggermente curvato rispetto all'asse del canale midollare. In visione LL invece il punto d'ingresso risulta parallelo rispetto all'asse del canale midollare.
- Inserire il filo guida. Il corretto posizionamento del filo guida è essenziale per il successo dell'operazione è quindi consigliato di verificarlo tramite imaging.
- Attraverso un trapano effettuare un foro seguendo il filo guida. Se necessario alesare il canale midollare.
- Inserire il chiodo nel canale midollare.
- Inserire un nuovo filo guida per il posizionamento della vite o lama cefalica. Inizialmente, si pratica una modesta incisione cutanea nella regione del punto di ingresso, attraverso la quale il filo viene fatto avanzare nei tessuti molli fino a raggiungere la corticale laterale del femore. Una volta raggiunta questa, il filo viene indirizzato attraverso un foro appositamente predisposto nello stelo del chiodo, per proseguire quindi la sua penetrazione nel tessuto osseo trabecolare del collo e della testa del femore.
- Forare la corticale laterale per l'inserimento della vite o lama cefalica.
- Inserire la vite o lama cefalica attraverso il foro precedentemente creato; a questo livello la vite o lama cefalica si incrocia con lo stelo del chiodo penetrando nel collo del femore e infine ancorandosi al tessuto osseo trabecolare della testa; La punta della vite o della lama a spirale deve terminare nelle strutture ossee trabecolari per ottenere una presa sufficiente. Per questo motivo, è importante che la vite si trovi al centro dell'asse testa-collo o leggermente al di sotto di esso. Ciò consente di aumentare la profondità della vite.

- Le fasi finali della procedura di fissazione includono la rimozione del filo guida, il fissaggio della vite o lama cefalica nello stelo e, solitamente, l'inserimento di una piccola vite di ancoraggio distale che coinvolge entrambe le cortecce della diafisi. I chiodi corti devono essere sistematicamente bloccati distalmente per garantire la stabilità e tale bloccaggio può essere statico o dinamico a discrezione del chirurgo.

Per ridurre il rischio di complicanze meccaniche nelle procedure di inchiodamento endomidollare è possibile utilizzare la procedura di augmentation, introducendo del cemento osseo a livello della frattura attraverso la vite o lama cefalica. Alcuni studi biomeccanici hanno dimostrato che questa procedura aumenta la resistenza del dispositivo alle sollecitazioni che si verificano durante il carico, preservando l'impianto in particolare nelle situazioni di grave osteoporosi [63,64].

1.2.3. Le complicanze dell'inchiodamento endomidollare

Le complicanze dell'inchiodamento endomidollare si suddividono in complicanze mediche e complicanze chirurgiche. Le complicanze mediche più importanti dal punto di vista prognostico e dell'incidenza sono quelle di tipo cardiovascolare e polmonare, come l'embolia polmonare, e sono influenzate dall'età avanzata, dalle comorbidità e dalla prolungata immobilizzazione dei pazienti che solitamente si sottopongono a questo tipo di intervento [65]. La perdita di sangue durante questo tipo di operazione può essere cospicua, per questo i pazienti con fratture instabili, livelli di Hb preoperatori più bassi e tempi di intervento più lunghi hanno una probabilità elevata di richiedere una trasfusione di sangue e devono essere seguiti attentamente durante il periodo peri-operatorio [66]. Le complicanze chirurgiche includono invece l'infezione del sito chirurgico, che si presenta in circa il 2,8% dei casi e le complicanze meccaniche [67]. Secondo numerosi studi, la complicanza meccanica più comune è risultata essere il cut-out del chiodo endomidollare. Questa condizione è stata identificata come la causa del fallimento dell'inchiodamento midollare in circa l'84% dei casi, con un'incidenza variabile tra l'1% e il 5%, anche se alcuni studi meno recenti avevano attribuito un'incidenza del 16% [68,69]. Il cut-out è definito

come il collasso in varismo dell'angolo cervico-diafisario con conseguente estrusione antero-superiore della vite o lama cefalica dalla testa del femore [70]. Se l'estrusione si verifica medialmente questa complicanza viene invece definita cut-through [71]. Tra le altre complicanze meccaniche si rinvencono le rotture del chiodo, che si verificano, secondo uno studio pubblicato nel 2015, in circa lo 0,88% dei casi e possono dipendere da una cattiva qualità dell'osso, da un posizionamento incorretto del chiodo o una cattiva riduzione della fratture [72]. Altre complicanze meccaniche sono:

- la pseudoartrosi definita come una mancata guarigione dell'osso con necessità di reintervento;
- i vizi di consolidamento che portano alla guarigione dei monconi ossei in posizione errata;
- la migrazione della vite o lama cefalica senza fuoriuscita dall'osso;
- la frattura peri-impianto postoperatoria definita come una frattura secondaria intorno alla punta distale del chiodo che si è verificata entro due settimane dall'intervento;
- la frattura peri-impianto iatrogena definita come una frattura secondaria causata peri-operatoriamente intorno alla porzione distale del chiodo.

Molte di queste complicanze possono essere legate a errori tecnici intraoperatori [73].



Figura 15 - Radiografia AP di un cut-out superiore di chiodo endomidollare con vite lag cefalica[74]



Figura 16 - Radiografia AP che evidenzia la rottura di un chiodo endomidollare [75]



Figura 17 - Radiografia AP che mostra una frattura peri-impianto distale del femore destro [76]

La gestione di complicanze come il cut-out o la mancata guarigione della frattura prevede, soprattutto nel paziente anziano con osso osteoporotico, la sostituzione totale o parziale dell'anca [77,78]. Nei casi in cui le condizioni mediche del paziente non permettano un intervento di revisione esteso si può optare per una sostituzione del chiodo endomidollare che però prevede un tasso di fallimento di circa il 50% [79]. Per quanto riguarda la gestione delle fratture peri-impianto, questa risulta essere impegnativa poiché è una complicanza che spesso si verifica durante il periodo immediatamente successivo all'operazione chirurgica, durante la fase di recupero del paziente. Uno studio del 2022 suggerisce la distinzione di due casistiche per quanto concerne il trattamento di salvataggio delle fratture peri-impianto:

- Nel caso in cui la frattura originale sia guarita e si possa ottenere una fissazione stabile con un chiodo, la frattura peri-impianto deve essere trattata con un chiodo endomidollare più lungo.
- Quando la guarigione della frattura originale è incerta o non si ritiene possibile una fissazione stabile con un chiodo, la fissazione con una placca di bloccaggio risulta essere il trattamento di scelta [76].

1.2.4. I chiodi endomidollari nella clinica di Padova

Presso la Clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Azienda Ospedaliera Universitaria di Padova, i chiodi endomidollari comunemente adottati includono lo Stryker Gamma3 e il TFN-Advanced (Trochanteric Fixation Nail Advanced) con vite lag cefalica, e il PFNA (Proximal Femoral Nail Antirotation), che invece è dotato di una lama elicoidale cefalica. La lama cefalica presenta una forma ampia e piatta, designata in modo tale da distribuire in modo uniforme le forze attraverso la testa del femore, riducendo lo stress. È concepita per prevenire la perdita di tessuto osseo che si può verificare durante la perforazione e l'inserimento di una vite standard per l'anca [80]. Le viti lag cefaliche invece sono filettate e vengono inserite nella testa del femore al fine di fornire una presa solida e resistente. La loro progettazione è volta a ottimizzare l'interfaccia tra il materiale di fissazione e l'osso circostante, con l'obiettivo di favorire la guarigione e garantire la stabilità a lungo termine della frattura.

1.2.5.PFNA

Il PFNA (Proximal Femoral Nail Antirotation) è una tipologia di chiodo endomidollare in titanio prodotto dall'azienda Depuy Synthes, dotato a livello prossimale di una lama cefalica elicoidale che, durante l'inserimento, risulta contemporaneamente stabilizzante e antirotatoria. È disponibile in diverse lunghezze: per quanto riguarda i chiodi corti ci sono quelli da 170 mm, 200 mm e 240 mm, mentre i PFNA long possono essere lunghi dai 300 mm ai 420 mm. I chiodi corti presentano un diametro prossimale di 16,5 mm, mentre a livello distale il diametro varia dai 9 mm ai 12 mm. La lama di perforazione presenta delle dimensioni in lunghezza che variano dai 75 mm ai 130 mm.



Figura 18 - Chiodo endomidollare PFNA impiantato [81]

1.2.6. Gamma3

Il chiodo Gamma3 prodotto dalla Stryker è un chiodo endomidollare in titanio dotato di vite lag cefalica. È disponibile in diverse lunghezze: quelli trocanterici possono essere lunghi 170 mm, 180 mm e 200 mm, mentre la lunghezza dei Gamma3 Long varia dai 240 mm ai 480 mm. Il diametro dei Gamma3 trocanterici è di 15,5 mm a livello prossimale e varia dai 9 mm ai 13 mm a livello distale. La vite cefalica può presentare diverse lunghezze dai 70 mm ai 130 mm con incrementi di 5 mm, e un diametro di 10,5 mm.

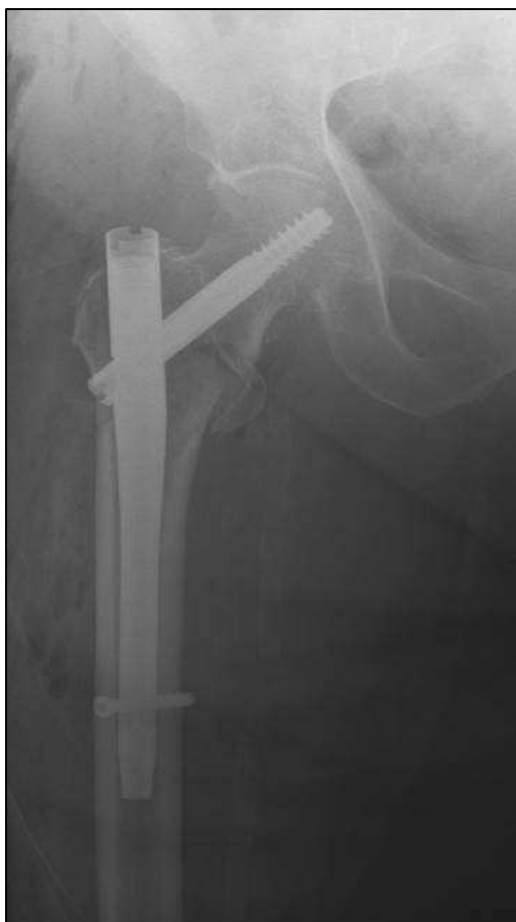


Figura 19 - Chiodo Gamma3 impiantato [82]

1.2.7. TFNA

Il chiodo TFNA (Trochanteric Fixation Nail Advanced) è una tipologia di chiodo in titanio prodotto dalla Depuy Synthes che può essere equipaggiato sia con vite cefalica che con lama cefalica. Nella clinica Ortopedica e Traumatologia dell'Azienda Ospedaliera di Padova viene utilizzato il TFNA con vite cefalica. I TFNA corti possono essere lunghi 170 mm, 200 mm e 235 mm, mentre i TFNA long presentano una lunghezza che va dai 300 mm ai 480 mm. Per quanto concerne i TFNA corti il diametro distale può presentare diverse misure dai 9 mm ai 12 mm, mentre il diametro prossimale misura 15,66 mm. La vite cefalica presenta un diametro di 10,35 mm e una lunghezza che varia dai 70 mm ai 130 mm.



Figura 20 - Radiografia AP di un chiodo TFNA impiantato nel trattamento di una frattura petrocanterica [83]

1.2.8. Confronto tra vite e lama elicoidale

In letteratura c'è ancora un certo dissenso su quale tipologia di chiodo tra vite lag cefalica e lama cefalica sia da preferire in caso di fratture pertrocanteriche e se effettivamente esistono delle differenze di outcome tra l'utilizzo delle due tipologie di chiodo. Diversi studi non hanno rilevato alcuna disparità dal punto di vista clinico tra i due modelli, altri studi biomeccanici hanno invece dimostrato che, sebbene entrambe le procedure necessitino della formazione di un tunnel osseo della stessa lunghezza per il loro impianto, la perdita di osso durante l'introduzione della vite lag, a causa dei suoi margini affilati, è maggiore rispetto a quella causata dall'inserimento della lama elicoidale, che presenta margini smussati e può ruotare liberamente nell'osso, risparmiando una notevole quantità d'osso. In questo ultimo caso l'inserimento della lama determina una compattazione dell'osso anziché una sua asportazione, che avviene tipicamente con l'inserimento di una vite [49]. Ne consegue la presenza di minori aree di osteolisi dopo l'impianto di un chiodo con lama elicoidale, le quali potrebbero predisporre alla mobilizzazione del chiodo [51].

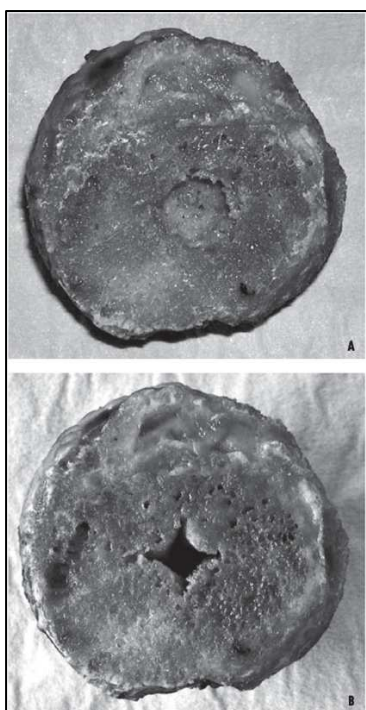


Figura 21 - Sezione di testa di femore che mostra il passaggio creato da una vite cefalica (A) e una lama PFNA (B), tratto da "Valente M. Il trattamento delle fratture laterali del collo femorale con il chiodo endomidollare PFN A".

Questo sembra essere uno dei motivi per cui la lama elicoidale sarebbe da preferire in caso di fratture in pazienti gravemente affetti da osteoporosi [84]. Tuttavia, nel 2021 uno studio di Kim et al. aveva concluso che in realtà sono le lame cefaliche ad avere un maggior tasso di insuccesso, in particolare dal punto di vista del rischio di cut-through e devono essere adoperate con attenzione dai chirurghi [85]. Un altro lavoro del 2018 ha altresì riportato un maggior tasso di cut-out negli interventi con lame cefaliche [86]. Similmente uno studio di Stern et al. del 2017 ha riportato un maggior tasso di cut-out nei pazienti operati con lama elicoidale. Nello specifico questo studio ha esaminato una popolazione di 362 pazienti con età media di 83 anni, operati per frattura pertrocanterica dell'anca: in 93 di loro è stato impiantato un chiodo con lama elicoidale, mentre nei restanti 269 è stato impiantato un chiodo con vite lag cefalica. I risultati hanno evidenziato 22 cut-out totali, di cui 14 tra quelli con lama elicoidale e 8 nei pazienti operati con vite lag cefalica, dimostrando un'incidenza di cut-out maggiore nei pazienti operati con lama elicoidale [87]. Diversi studi recenti non hanno invece rilevato differenze sui tassi di cut-out, collasso in varo e migrazione dell'impianto tra lama e vite, che invece sembrano essere favoriti da altri parametri ma non dal tipo di chiodo utilizzato [88,89]. Una vasta metanalisi del 2022 ha preso in esame 11 studi di controllo randomizzati, per un totale di 1146 pazienti operati con la procedura dell'inchiodamento endomidollare per frattura pertrocanterica, per cercare di evidenziare eventuali differenze radiografiche e di outcome tra l'utilizzo di chiodi con lame e con viti. Da questo studio non sono emerse differenze significative tra le due varianti di chiodo per quanto riguarda le complicanze meccaniche, il dolore post-operatorio e la qualità di riduzione della frattura; dunque, gli autori hanno concluso che non ci sono differenze in termini di outcome tra le lame elicoidali e le viti lag cefaliche [51]. Anche dal punto di vista della durata di intervento, della perdita di sangue, del tempo medio di guarigione e del tempo medio di ripresa della deambulazione post-intervento, non sembrano esserci dissomiglianze significative tra la lama elicoidale e la vite lag cefalica [90]. Rimane pertanto l'incognita su quale delle due tipologie di chiodo endomidollare sia da preferire nel trattamento delle fratture pertrocanteriche e su quale dei due predisponga maggiormente alle tipiche complicanze

dell'inchiodamento endomidollare. Al contrario, la ricerca di altri fattori che possano predire l'outcome del paziente affetto da frattura pertrocanterica e operato con chiodo endomidollare, ha portato a dei risultati maggiormente significativi.

1.2.9. Fattori predittivi di outcome

Diversi studi in letteratura hanno analizzato vari fattori e parametri per dimostrare la loro influenza sulla prognosi dell'inchiodamento endomidollare, in particolare riguardo alla complicanza più comune di questo tipo di intervento, il cut-out. Tra questi fattori, la TAD (Tip apex distance), introdotta da Baumgartner et al. verso la fine degli anni '90, è emersa come uno dei più importanti fattori predittivi di cut-out. Per TAD si intende la somma tra la misura della distanza tra la punta della vite e l'apice della testa del femore sulla radiografia post-operatoria anteroposteriore e la stessa distanza calcolata nella radiografia post-operatoria laterolaterale. Uno studio ha definito come una TAD maggiore di 20 mm porti a un critico rischio di cut-out [91]. Altri studi hanno invece stabilito a 25 mm il livello soglia della TAD oltre il quale aumenta sensibilmente il rischio di cut-out [92]. Un lavoro del 2022 ha invece stabilito come un cut-off di 34,8 mm per il TAD abbia mostrato un'alta sensibilità e specificità come valore soglia oltre il quale aumenta in maniera importante il pericolo di cut-out [93]. Non mancano in letteratura studi che hanno sancito come non ci sia alcuna associazione tra la misura della TAD e il rischio del cut-out o che in ogni caso, non è possibile individuare un valore soglia della TAD, che deve essere adattata alle dimensioni della testa del femore [94,95]. Si evince da numerosi studi come la TAD rappresenti un parametro fondamentale nel definire il corretto posizionamento del chiodo endomidollare e che è necessario che assuma un valore il più basso possibile per minimizzare il rischio di cut-out. Tuttavia, secondo diversi studi, non è possibile individuare un valore soglia preciso oltre il quale tale rischio aumenta in modo considerevole [96].

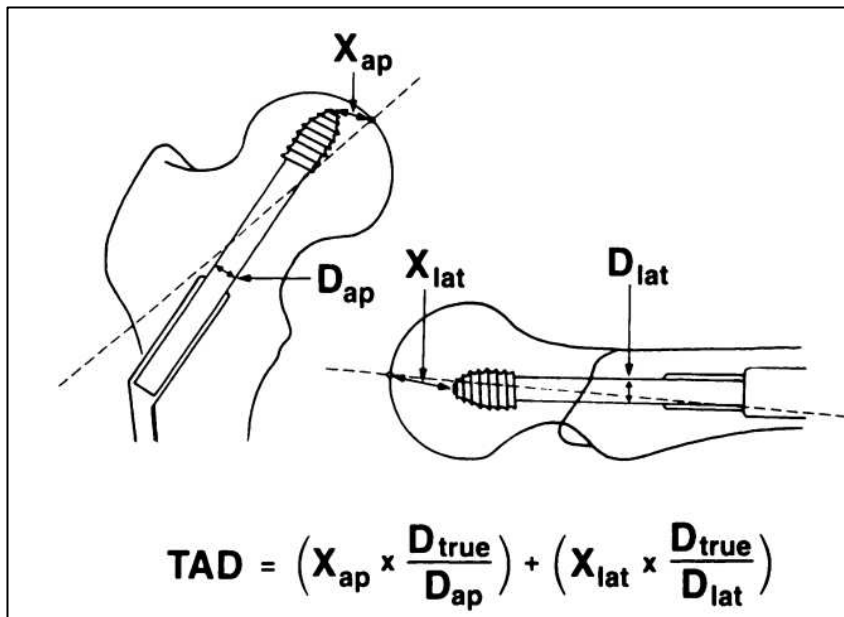


Figura 22 - Immagine tratta da uno studio di Baumgartner et al. che mostra la tecnica di calcolo della tip apex distance [70]

Oltre alla TAD esistono altri parametri che descrivono il corretto posizionamento del chiodo all'interno del femore. Tra questi si ritrova la calTAD o calcar tip apex distance definita come la somma della distanza tra la punta della vite o lama e l'apice della testa femorale in vista latero-laterale e la distanza tra la punta della vite o lama e il punto in cui la testa femorale attraversa una linea tangenziale alla corticale mediale del collo femorale in vista AP. La calTAD è stata considerata per la prima volta come fattore predittivo di cut-out in uno studio del 2014 che ha stabilito la validità e l'affidabilità di questo parametro e ha precisato come la regione centro-inferiore del collo del femore sia la zona ottimale per il posizionamento della vite lag o lama cefalica [97]. Un ulteriore parametro in grado di definire un corretto posizionamento della vite o lama cefalica è rappresentato dal Parker's ratio che può essere calcolato in entrambe le visioni AP e LL fornendo un valore compreso in un intervallo di 0-100% per ciascuna. La percentuale indica la distanza della vite o lama cefalica dal bordo inferiore del collo femorale in visione AP (il bordo superiore è considerato il 100%), o dal bordo posteriore del collo femorale in visione LL (il bordo anteriore è considerato il 100%) [98]. In particolare un elevato Parker AP sembra essere correlato a una maggior incidenza di cut-out; al contrario il Parker LL non sembra essere un indice affidabile come predittore di cut-out [96,97].

Anche la qualità di riduzione della frattura è stata analizzata in diversi studi per valutare una sua influenza sul rischio di cut-out, tuttavia i risultati sono stati controversi. I criteri maggiormente utilizzati per determinare la qualità di riduzione delle fratture pertrocanteriche sono i criteri di Baumgaertner:

- I. Allineamento:
 - a) AP: Normale o angolo cervico-diafisario lievemente aumentato in valgo (non più di 10°);
 - b) LL: meno di 20° di angolazione;
- II. Scomposizione:
 - a) AP: meno di 4 mm di scomposizione per ogni frammento;
 - b) LL: meno di 4 mm di scomposizione per ogni frammento.

In base a questi criteri la qualità di riduzione della frattura si definisce:

- Buona: se entrambi i criteri sono soddisfatti;
- Accettabile: se solo uno dei due criteri è soddisfatto;
- Scarsa: se nessuno dei due criteri è soddisfatto.

Considerando i criteri di Baumgaertner, le fratture pertrocanteriche instabili 31A2.2. e 31A2.3 possono al massimo ottenere una qualità di riduzione accettabile. Nel 2015 Chang et al. hanno descritto il concetto della PMCS (positive medial cortical support) per giudicare la riduzione delle fratture pertrocanteriche instabili trattate con chiodo. Secondo la PMCS il frammento prossimale della testa-collo del femore può essere posizionato medialmente rispetto al bordo mediale superiore del frammento distale, in modo tale che la porzione corticale mediale del frammento della testa-collo si trovi in posizione supero-mediale rispetto alla corticale mediale dell'albero per ottenere un'adeguata stabilità della frattura e un ambiente perilesionale favorevole alla guarigione [99]. In ogni caso in letteratura si è abbastanza concordi sul fatto che una scarsa qualità di riduzione di una frattura pertrocanterica, sia essa evidente già prima dell'intervento o durante il processo di inserimento di un chiodo endomidollare, costituisca un fattore che aumenta il rischio di cut-out [96]. Nello stesso modo, le fratture instabili di tipo 31A2.2 e 31A2.3 secondo la classificazione AO/OTA, o la presenza di un frammento posterolaterale, sono stati identificati come fattori

preoperatori che aumentano il rischio di cut-out. L'instabilità della frattura può comportare un intervento chirurgico più complesso, determinando un difficoltoso posizionamento del chiodo endomidollare con relativo aumento dei parametri di posizionamento del chiodo precedentemente citati come TAD, calTAD e Parker's ratio e provocando un conseguente aumentato rischio di cut-out [91].

2. OBIETTIVI DELLO STUDIO

Gli obiettivi di questo studio sono stati:

- Confrontare l'utilizzo di chiodi con lama elicoidale e con vite lag cefalica, esaminando le potenziali differenze tra le due tecniche.
- Osservare gli esiti funzionali e le complicazioni negli interventi di inchiodamento endomidollare delle fratture pertrocanteriche eseguiti con chiodi presso l'U.O.C. Clinica Ortopedica e Traumatologica di Padova nel periodo intercorso dal 2020 al 2022;
- Valutare l'esistenza di fattori predittivi di outcome;

3. MATERIALI E METODI

È stato condotto uno studio retrospettivo che ha incluso i pazienti sottoposti a intervento con chiodi endomidollari corti a seguito di frattura pertrocanterica presso la clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Azienda Ospedaliera Universitaria di Padova dal 01/01/2020 al 31/12/2022. La lunghezza dei chiodi endomidollari presi in esame varia dai 170 mm ai 240 mm. Le tipologie di chiodo che sono state considerate in questo studio prevedono il PFNA con lama elicoidale cefalica e i Gamma3 e TFNA con vite lag cefalica.

Attraverso la consultazione del database elettronico delle sale operatorie sono stati individuati 450 pazienti. Dopo l'operazione, i pazienti in esame hanno intrapreso un percorso di riabilitazione e sono stati seguiti, nella maggior parte dei casi, tramite due visite ambulatoriali di follow-up a 1 mese e a circa 3 mesi dall'intervento. Ad ogni visita di follow-up sono stati valutati attentamente: l'eventuale presenza di dolore e tumefazioni locali, il recupero del ROM, la capacità del paziente di deambulare autonomamente o con ausili e l'adesione al programma riabilitativo prescritto dal Medico Fisiatra. Inoltre, le visite di follow-up hanno incluso la visione delle radiografie AP e LL di bacino ed anca per poter escludere eventuali mobilizzazioni o rotture del chiodo e per verificare l'avanzamento del processo di guarigione della frattura. Per alcuni pazienti con situazioni complesse, è stato necessario programmare un follow-up più serrato caratterizzato da più visite ambulatoriali. Un totale di 93 pazienti sui 450 individuati è stato escluso dallo studio poiché non hanno svolto il programma di follow-up presso la clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Azienda Ospedaliera Universitaria di Padova e pertanto non è stato possibile nel loro caso individuare eventuali mancate guarigioni o complicanze post-operatorie. Sono stati dunque considerati in totale 357 pazienti con regolare follow-up.

I dati dei singoli pazienti sono stati estrapolati dalle rispettive cartelle cliniche presenti sul server Galileo. Oltre ai dati anagrafici, sono stati raccolti: dati inerenti al periodo intercorso tra la data di accettazione e

l'intervento, la durata dell'intervento e il tempo della fluoroscopia intraoperatoria, la tipologia di chiodo impiantato e l'eventuale utilizzo della tecnica di augmentation, i referti ambulatoriali delle visite di follow-up per individuare eventuali complicanze e l'eventuale impiego di sacche trasfusionali. Attraverso il software "Medstation", per ogni paziente, sono state esaminate le radiografie AP e LL di bacino e anca preoperatorie, per classificare il tipo di frattura e post-operatorie, per verificare il corretto posizionamento del chiodo endomidollare e per calcolare la tip apex distance. Sono state anche visionate le radiografie richieste per le visite ambulatoriali di follow up, per individuare eventuali complicanze post-operatorie come la migrazione del chiodo endomidollare, il cut-out, la rottura di chiodo o le fratture peri-impianto.

3.1. ANALISI STATISTICA

Per le analisi statistiche è stato utilizzato il software Graphpad Prism. Il test t di Student è stato utilizzato con lo scopo di verificare se il valore medio di una distribuzione si discosta significativamente da un certo valore di riferimento. La significatività è stata fissata a $p < 0,05$. Il test chi-quadrato è stato utilizzato per verificare la significatività delle discrepanze tra le frequenze osservate. Anche in questo caso la significatività è stata fissata a $p < 0,05$. La curva ROC (Receiver Operating Characteristic) e il test di Youden sono stati utilizzati per mettere in relazione la sensibilità e la specificità di un test al variare del valore di cut-off e per determinare il valore soglia più appropriato. La regressione logistica semplice è stata utilizzata con l'obiettivo di stabilire la probabilità con cui un'osservazione può generare uno o l'altro valore della variabile dipendente, ovvero il cut-out del chiodo.

3.2. GRUPPO DI STUDIO

Il gruppo di pazienti studiato è composto da 357 casi, 279 di sesso femminile e 78 di sesso maschile (rapporto M:F di 1 : 3,5) con un range d'età che va dai 37 anni ai 106 anni (moda di 90 anni e media di 84,05 anni). In tutti i pazienti è stata fatta diagnosi di frattura pertrocanterica attraverso una RX pelvica e dell'anca in proiezione antero-posteriore e latero-laterale. Una volta fatta diagnosi i pazienti sono stati ricoverati in reparto e, tranne in pochi casi, è stato effettuato l'intervento di inchiodamento endomidollare il prima possibile, entro le 48h come da raccomandazioni delle linee guide. Solo in 43 casi su 357 (12%) l'intervento è stato effettuato oltre le 48h.

In 177 casi è stato utilizzato un chiodo endomidollare con lama elicoidale cefalica (PFNA), mentre nei restanti 180 pazienti è stato impiantato un chiodo con vite lag cefalica, nello specifico in 124 pazienti è stato impiantato un chiodo Gamma3 mentre nei restanti 56 è stato impiantato un TFNA con vite lag cefalica, come riepilogato nella tabella 1. In 14 pazienti è stata utilizzata la tecnica dell'Augmentation, di cui 13 operati con PFNA e 1 operato con TFNA.

TIPOLOGIA DI CHIODO	CASI	CASI IN PERCENTUALE
PFNA	177	49,58%
GAMMA3	124	34,73%
TFNA	56	15,69%
TOTALE	357	100%

Tabella 1 - Riepilogo dei casi nello studio condotto

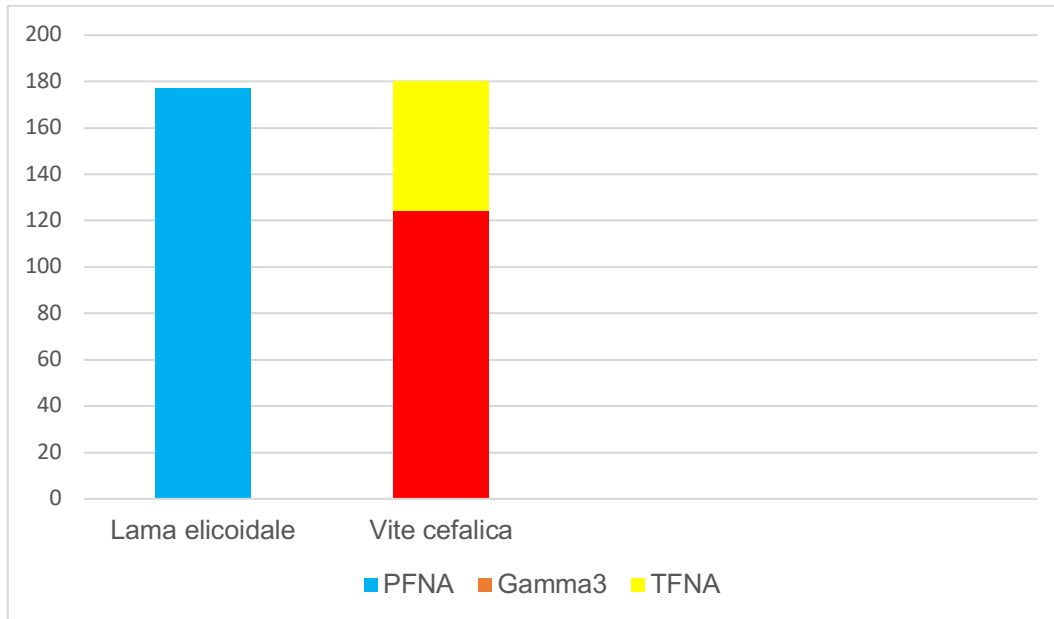


Figura 23 - Rappresentazione grafica dei chiodi endomidollari utilizzati nello studio.

Come da indicazione, in tutti i pazienti dopo inchiodamento endomidollare è stato possibile caricare l'arto operato sin dall'immediato periodo post-operatorio; tuttavia, tra i pazienti presenti in questo studio, 84 pazienti (23,5%) non hanno deambolato. Nel post-operatorio, per 233 pazienti (65,2%) è stata effettuata la trasfusione di almeno una sacca di emazie. Il tempo di scopia medio è stato di 64,13 secondi e la moda di 60 secondi, con un range che va dai 10 ai 276 secondi.

4. RISULTATI

Dallo studio è emerso che durante il follow-up, 13 pazienti (3,64%) su 357 sono andati incontro a complicanze post-operatorie di tipo meccanico, mentre il tasso di guarigione è stato del 96,46%. La complicanza che più frequentemente si è verificata è stata il cut-out del chiodo endomidollare in 6 casi, 3 in pazienti di sesso femminile e 3 in pazienti di sesso maschile. Tra le restanti complicanze, in 2 casi si è verificata la mobilizzazione del mezzo di sintesi con ritardo di formazione del callo osseo, in 1 caso è stata riscontrata una mobilizzazione del chiodo endomidollare post-traumatica, in 2 casi è stata osservata una frattura peri-impianto a livello distale, in 1 caso c'è stata la rottura del mezzo di sintesi e in 1 caso si è verificata la necrosi asettica della testa del femore.

Tipo di complicanza	Numero dei casi	Percentuale di casi sul totale delle complicanze	Percentuale di casi sul totale degli interventi
Cut-out	6	46,15%	1,68%
Mobilizzazione del mezzo di sintesi	2	15,39%	0,56%
Frattura peri-impianto distale	2	15,39%	0,56%
Mobilizzazione del chiodo post-traumatica	1	7,69%	0,28%
Rottura del mezzo di sintesi	1	7,69%	0,28%
Necrosi asettica della testa del femore	1	7,69%	0,28%
Totale complicanze	13	100%	3,64%

Tabella II - Complicanze dell'inchiodamento endomidollare riscontrate in questo studio.

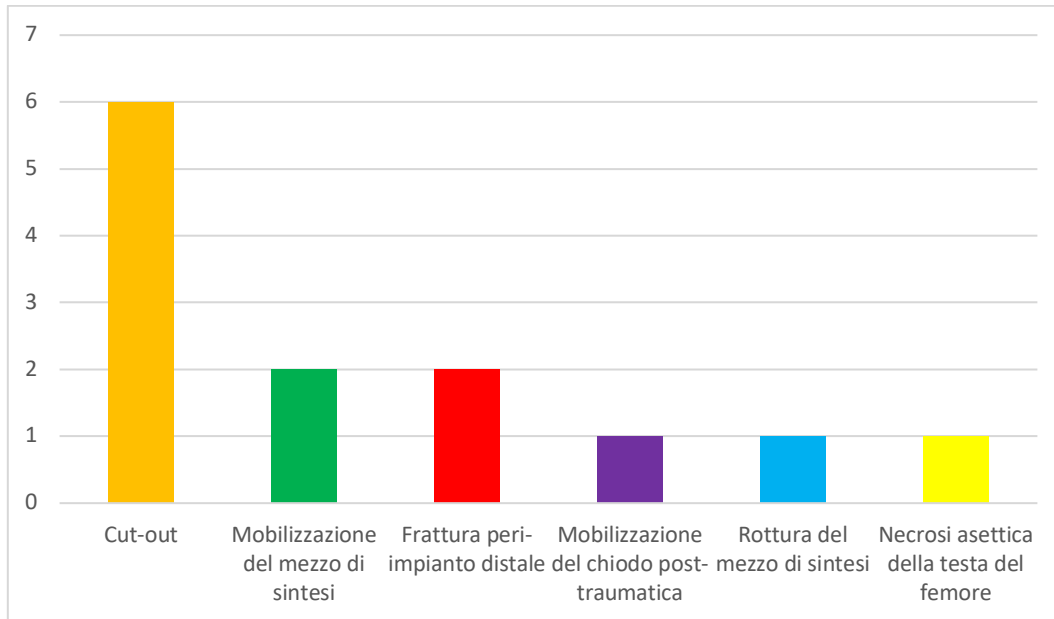


Figura 24 - Rappresentazione grafica delle complicanze riscontrate nello studio.

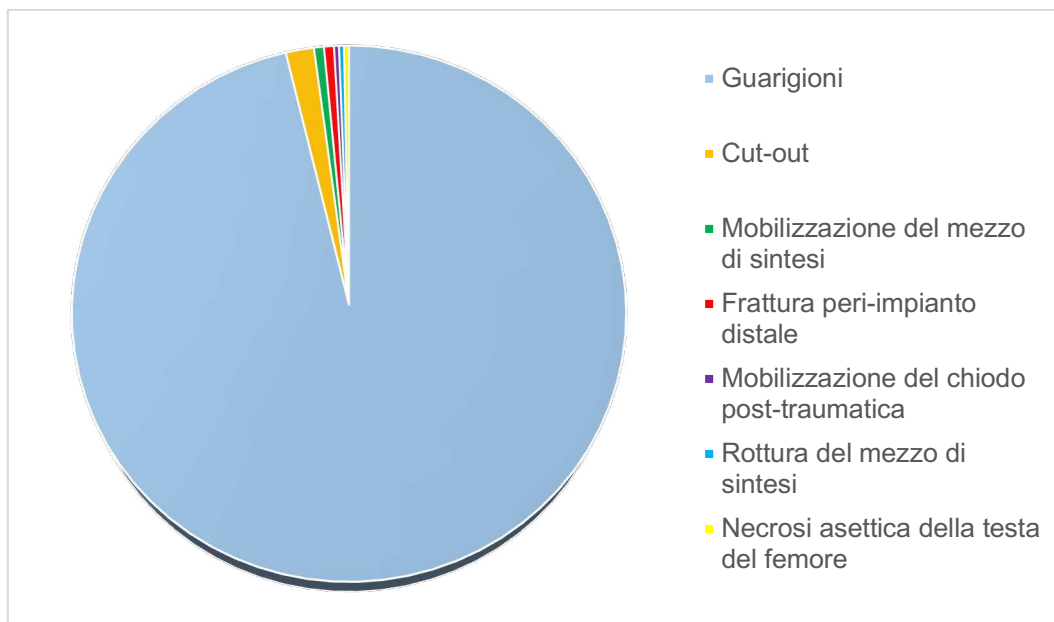


Figura 25 - Aerogramma che ritrae le percentuali di successo degli interventi e le percentuali di ciascuna complicanza.

Delle 13 complicanze ritrovate nello studio, 5 si sono verificate nei pazienti operati con PFNA, 6 nei pazienti operati con chiodo Gamma3 e 2 nei pazienti operati con TFNA. Pertanto, i PFNA hanno avuto un tasso di insuccesso del 2,82%, i Gamma3 del 4,83% e i TFNA del 3,57%. Complessivamente le viti lag cefaliche hanno avuto un tasso di insuccesso del 4,44%, comprendendo sia i chiodi TFNA che i Gamma3. È stata analizzata statisticamente la correlazione tra il tipo di chiodo utilizzato e l'insuccesso della procedura, attraverso l'utilizzo del Fisher's test del test chi-quadrato nel software Graphpad Prism. In questo studio è emerso che non c'è significatività nella correlazione tra l'insuccesso della procedura di inchiodamento endomidollare e la tipologia di chiodo utilizzato, se lama elicoidale o vite lag cefalica, con $p=0,5740$.

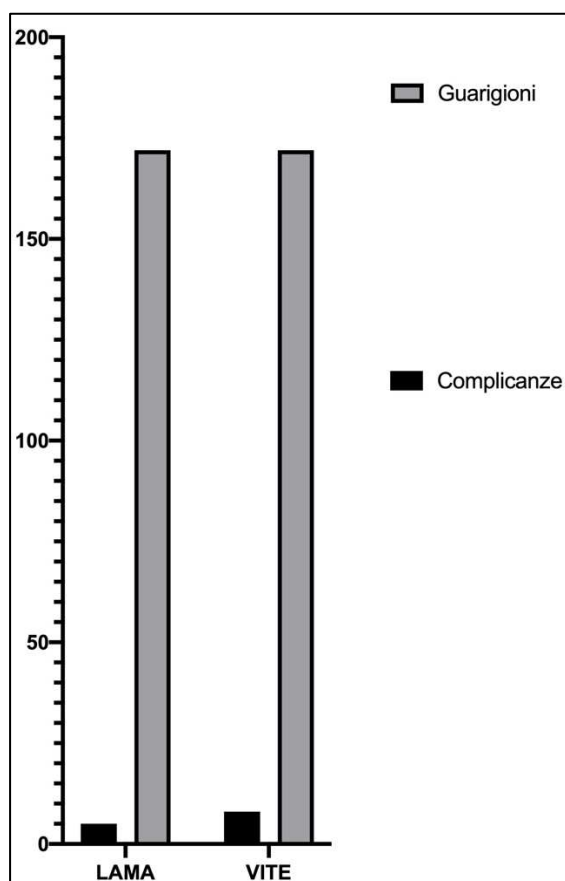


Figura 26 - Grafico che mostra il totale dei pazienti suddivisi per tipo di chiodo impiantato e le relative complicanze

La gestione delle complicanze nello studio condotto è stata la seguente:

- Per i 6 cut-out si è optato per la rimozione del chiodo endomidollare e un impianto di una protesi d'anca: In 2 casi è stata utilizzata una protesi da revisione di tipo GMRS (Global Modular Replacement System), mentre nei restanti 4 casi è stata impiantata un'artroprotesi d'anca.
- Per i 2 casi di mobilizzazione del mezzo di sintesi, in 1 caso si è preferito non intervenire notando un miglioramento della condizione, nel secondo caso invece si è optato per la sostituzione del chiodo TFNA corto mobilizzato con un TFNA Long.
- Per i 2 casi complicati con frattura peri-impianto distale, si è optato per la sostituzione del chiodo corto precedentemente impiantato con un chiodo lungo.
- Per il caso con mobilizzazione del chiodo post-traumatica, è stata effettuata una sostituzione del chiodo corto con chiodo lungo.
- Per il caso di rottura del mezzo di sintesi, si è optato per la rimozione del chiodo e l'impianto di una protesi d'anca GMRS.
- Per il caso di necrosi asettica della testa del femore il paziente è stato messo in lista per la rimozione del mezzo di sintesi.

Prendendo in considerazione solo la più frequente complicanza, ovvero il cut-out del chiodo endomidollare, è emerso che dei 6 cut-out ritrovati nello studio condotto, 3 si sono verificati in un chiodo PFNA, 3 con un chiodo Gamma3 e 0 con chiodo TFNA. Il tempo medio di cut-out è stato di 153 giorni post-intervento e la mediana di 101 giorni, con un minimo di 37 giorni e un massimo di 469 giorni.

Dalle analisi statistiche tramite Fisher's test su Graphpad Prism non è emersa alcuna differenza significativa tra l'utilizzo di lama elicoidale o vite lag cefalica nella predisposizione al cut-out, con $p > 0,999$.

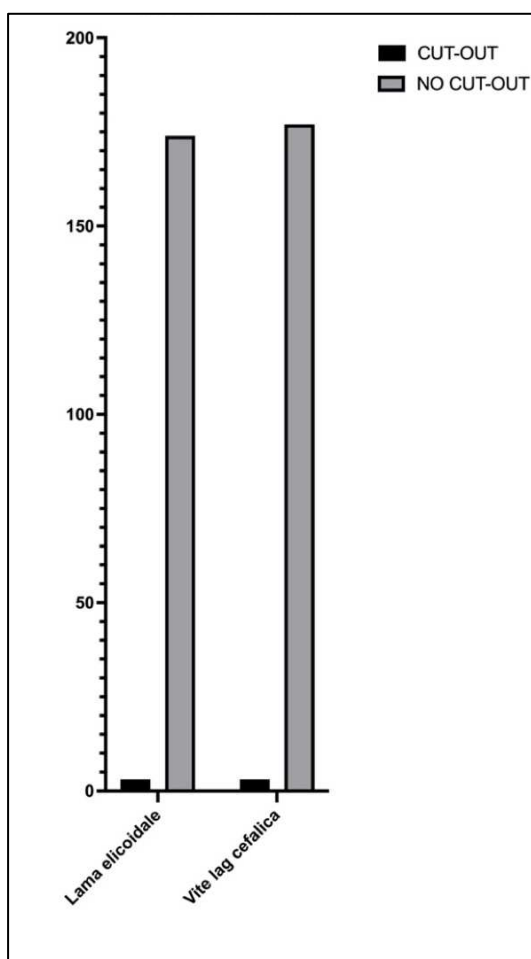


Figura 27 - Grafico che mostra la suddivisione dei pazienti che hanno subito cut-out a seconda del chiodo impiantato

Analizzando anche il verso di cut-out, è emerso che tra le lame elicoidali si sono verificati 2 cut-out superolaterali e 1 cut-out mediale, mentre tra le viti lag cefaliche si è verificato 1 cut-out superolaterale e 2 mediali. Tuttavia, anche in questo caso non sono state riscontrate differenze significative tra il tipo di chiodo endomidollare utilizzato e il verso di cut-out con $p > 0,999$.

È stata presa in considerazione l'età come fattore predittivo di outcome ma tramite l'utilizzo del t student non sono state riscontrate differenze significative tra l'età media del gruppo dei cut-out e l'età media del gruppo dei non cut-out con $p = 0,2904$.

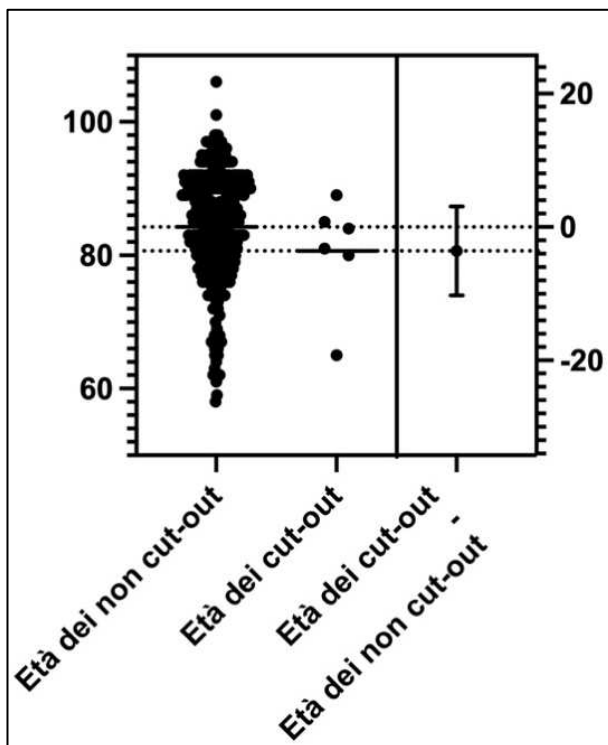


Figura 28 - Test t student svolto per verificare la presenza di differenze significative tra la media dell'età dei pazienti che hanno subito il cut-out e tra quelli in cui non si è verificato

È stato valutato il sesso come fattore predittivo di cut-out; tuttavia, in questo caso non sono stati evidenziati risultati significativi con $p = 0,1211$.

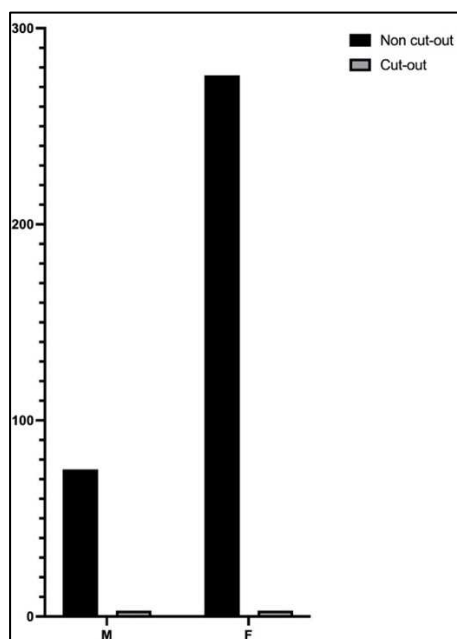


Figura 29 - Grafico che mostra la suddivisione per genere tra i pazienti che hanno subito il cut-out

Anche il lato fratturato non ha inciso significativamente sull'insorgenza del cut-out con $p = 0,6861$.

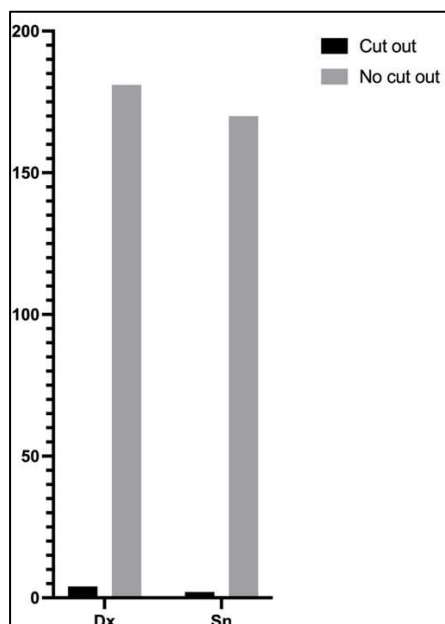


Figura 30 - Suddivisione dei pazienti che hanno subito il cut-out a seconda del lato fratturato se Dx o Sn

Prendendo in considerazione la classificazione delle fratture pertrocanteriche dell'AO Foundation, questo studio ha compreso 199 pazienti con fratture classificate come 31A2 e 158 classificate come 31A1. Tra le fratture di tipo 31A2, 6 hanno subito la complicanza del cut-out, mentre nel gruppo delle 31A1 non è stato riscontrato alcun cut-out. È emerso che le fratture di tipo 31A2 sono più propense al cut-out, con $p = 0,0361$.

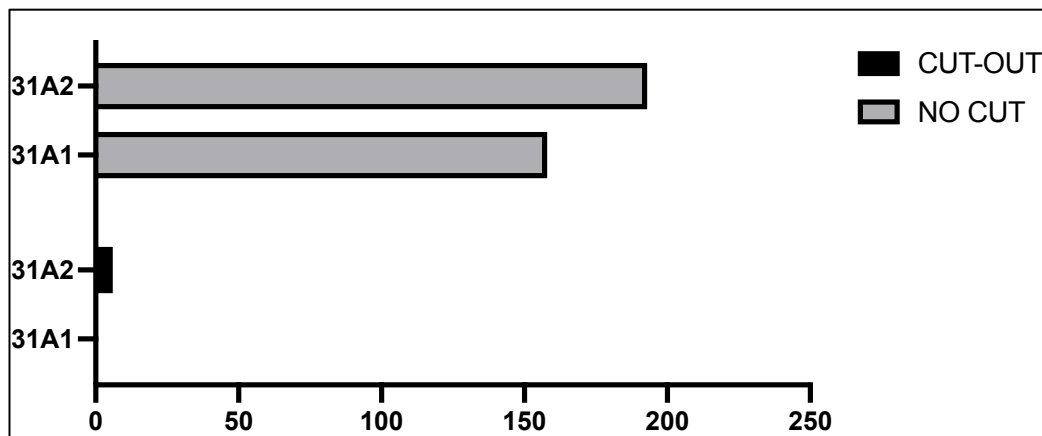


Figura 31 - Suddivisione dei pazienti a seconda del tipo di frattura secondo la classificazione dell'AO/OTA Foundation

È stata misurata per ogni caso la TAD alle radiografie post-operatorie in proiezione AP e LL. Sebbene la mediana complessiva dei valori della TAD è di 19,81 mm, la mediana nel gruppo delle TAD misurate nei casi di cut-out è di 30,27 mm, mentre nel gruppo dei casi in cui non si è verificato il cut-out la mediana è risultata essere 19,75 mm. La media della TAD nel gruppo dei “non cut-out” è risultata essere di 20,53 mm, mentre nel gruppo dei cut-out la TAD era in media 30,47 mm.

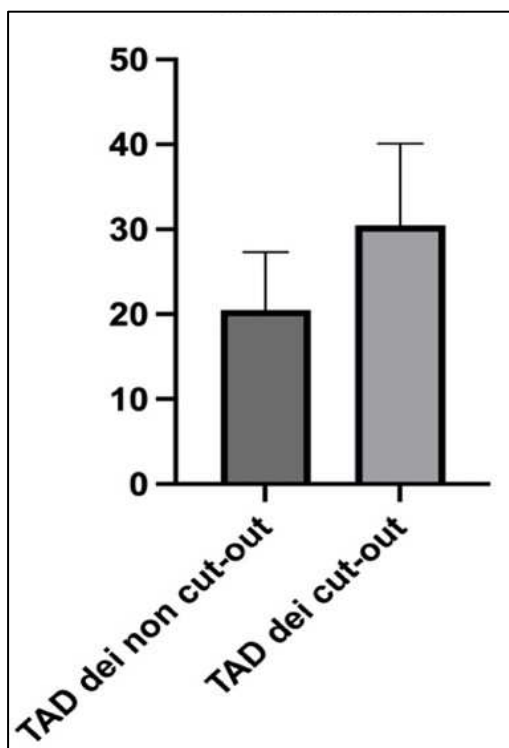


Figura 32 - Differenze tra la media del TAD nel gruppo dei cut-out e quella del gruppo dei non cut-out

La differenza tra queste due medie è stata analizzata tramite t test su Graphpad Prism, risultando statisticamente significativa con $p = 0,0005$. È apparso evidente come la TAD incida significativamente sul verificarsi del cut-out e sia quindi un fattore predittivo di outcome.

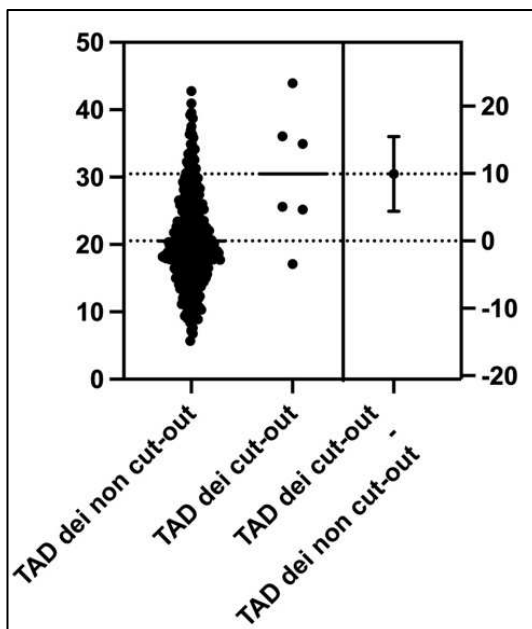


Figura 33 - Test t student per le medie delle TAD dei due gruppi

In particolare, l'83,33% dei cut-out presentava un TAD > 25 mm e nel gruppo dei pazienti con TAD > 25 mm nel 5,49% si è verificato il cut-out, mentre nel gruppo dei pazienti con TAD < 25 mm il cut-out si è presentato nel 0,38% dei casi. La differenza tra queste due proporzioni è risultata statisticamente significativa con $p = 0,0047$

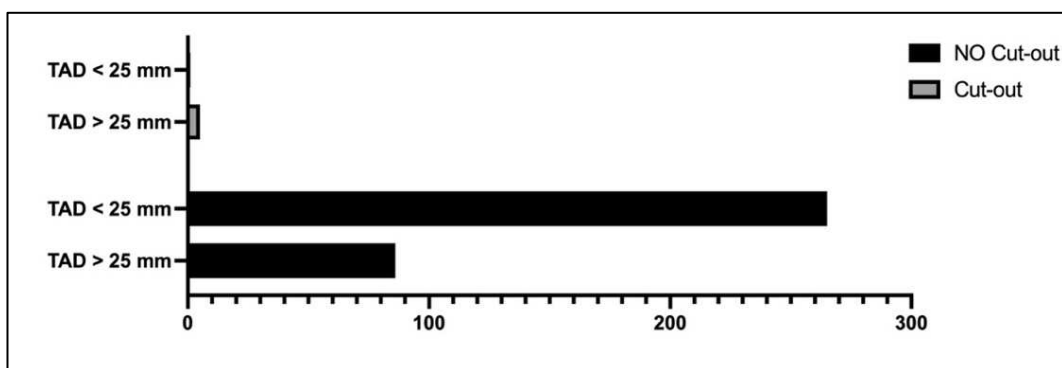


Figura 34 - Suddivisione tra il gruppo con TAD > 25 mm e quello con TAD < 25 mm

È stato ricercato nel nostro studio un valore soglia della TAD oltre il quale ci sia un aumento sensibile del rischio di cut-out. È stata tracciata una ROC (Receiver operating characteristic) curve, con AUC di 0,7996 e $p = 0,0118$, quindi statisticamente significativo. L'AUC tra 0,7 e 0,9 definisce questo test moderatamente accurato. Attraverso il test di Youden o J test è stato individuato il valore di 25,16 mm come valore soglia più appropriato nel definire un aumento del rischio di cut-out, con sensibilità di 83,33 % e specificità di 76,07 %.

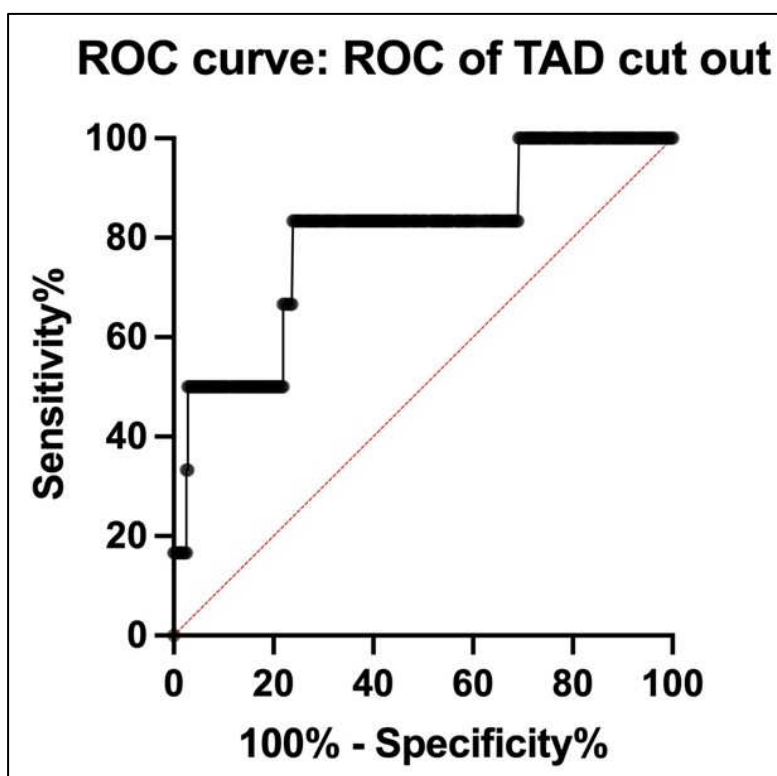


Figura 35 - ROC curve dei valori TAD

La regressione logistica semplice ha dimostrato che all'aumentare del TAD aumenta anche il rischio di cut-out.

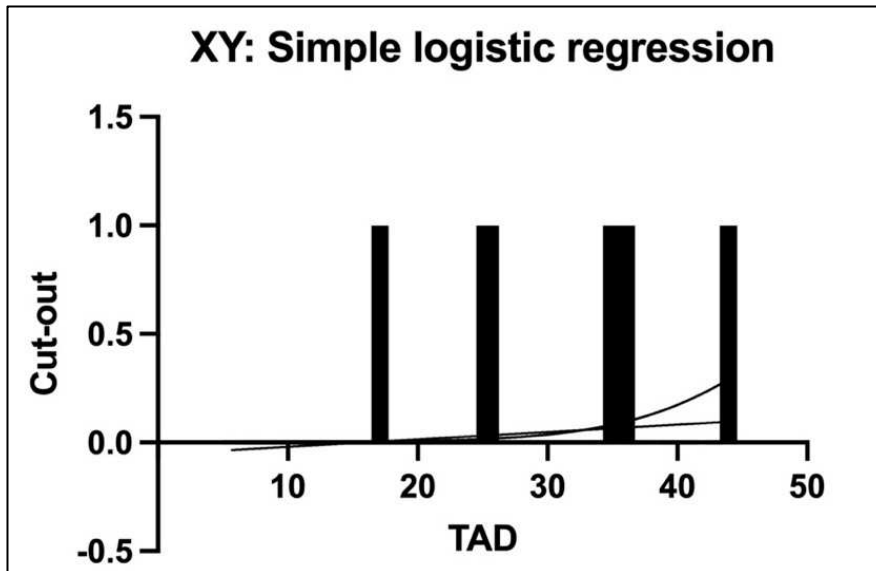


Figura 36 - Regressione logistica semplice dei valori TAD

5. DISCUSSIONE

Come emerso dalla rassegna degli studi presentata, le fratture pertrocanteriche rappresentano una delle condizioni più delicate e complesse nell'ambito dell'ortopedia traumatologica. A causa dell'elevato tasso di mortalità e della loro frequente incidenza queste fratture costituiscono un argomento di significativo dibattito in letteratura medica. Tra i trattamenti indicati, l'inchiodamento endomidollare rappresenta uno dei metodi più utilizzati e più efficaci in questo campo, avendo ormai quasi soppiantato le metodiche di fissazione extramidollare [50]. L'introduzione dei chiodi endomidollari per il trattamento di tali fratture ha segnato un notevole miglioramento delle prospettive di guarigione.

I chiodi endomidollari sono vari e presentano delle differenze a livello della loro porzione cefalica, che può assumere una forma a lama elicoidale o a vite filettata; tuttavia, non è ancora chiaro quale delle due tipologie di chiodo sia da preferire.

Sono ancora insufficienti gli studi che hanno affrontato questo tema provando a dimostrare l'esistenza di differenze di outcome tra l'utilizzo di chiodi con lama e chiodi con vite. Nel primo studio europeo di questo genere, che ha analizzato l'incidenza di complicanze con un chiodo con lama cefalica PFNA e un chiodo con vite lag cefalica Gamma3 di terza generazione, non sono state riscontrate differenze significative tra i due impianti per quanto riguarda le complicanze intraoperatorie, post-operatorie e di esito clinico dopo frattura pertrocanterica ed è stato dimostrato come entrambi siano chiodi efficacemente impiegabili per il trattamento delle fratture pertrocanteriche stabili ed instabili [100]. Un ulteriore studio ha invece evidenziato una migliore qualità nella riduzione della frattura con l'utilizzo del chiodo Gamma3 con vite lag cefalica, perché in grado di determinare una maggiore forza di compressione, ma nonostante ciò i risultati clinici del chiodo Gamma3 sono rimasti comparabili con quelli del chiodo con lama elicoidale PFNA [101]. Un recente studio del 2021 ha invece determinato che i chiodi endomidollari con lama elicoidale sono

associati a un minore rischio di collasso e per questo motivo sono da preferire nelle fratture più critiche e instabili come le oblique inverse [102].

Il primo obiettivo del nostro studio è stato quello di verificare la presenza, all'interno del nostro campione, di differenze tra l'utilizzo di chiodi con lama elicoidale e chiodi con vite lag, tra i quali abbiamo compreso sia i Gamma3 che i TFNA. Nel nostro lavoro si è riscontrato un maggiore tasso di insuccesso nei pazienti operati con chiodo con vite lag, con una lieve differenza rispetto a quelli operati con un chiodo dotato di lama elicoidale (rispettivamente 4,44% per la vite lag e 2,82% per la lama elicoidale). Tuttavia, dalle analisi statistiche è emerso che non ci sono differenze significative dal punto di vista delle complicanze intra e post-operatorie e dell'esito clinico, rispecchiando quanto ritrovato in letteratura. Sempre in linea con le evidenze, non sono state riscontrate differenze significative tra l'utilizzo di chiodi con lama elicoidali e chiodi con vite lag cefalica considerando solamente il cut-out del chiodo endomidollare tra le possibili complicanze. Il numero di cut-out che si sono verificati è stato lo stesso sia nel gruppo dei pazienti operati con lama elicoidale che in quello dei pazienti operati con vite lag, con un tasso di cut-out dell'1,69% per i chiodi con lama e 1,67% per i chiodi con vite lag.

Il secondo obiettivo del nostro studio si è basato sull'osservazione delle complicanze occorse post-inchiodamento endomidollare. In totale, il numero di complicanze post-operatorie riscontrate nel nostro studio è stato del 3,64%, un valore inferiore rispetto a quello ritrovato in un ampio studio eseguito su 3066 pazienti di Bojan et al., i quali avevano individuato un tasso di complicanze post-operatorie del 6,2% [68].

La complicanza meccanica più frequente, secondo la letteratura è il cut-out del chiodo endomidollare, con una percentuale di incidenza che varia dall'1% al 5%, anche se alcuni studi più datati riportano un'incidenza del 16% [68,69]. Allo stesso modo nel nostro studio la complicanza post-operatoria più frequente è risultata essere il cut-out con una percentuale di incidenza dell'1,68%, comparabile a quella ritrovata nello studio di Bojan et al., nel quale il tasso di incidenza di cut-out è risultato essere dell'1,85%

[68]. La percentuale di cut-out riscontrata nel nostro studio è risultata essere leggermente inferiore rispetto a quella ritrovata in uno studio di Murena et al. i quali avevano individuato un valore del 2,2% [96]. In ogni caso la nostra osservazione è sembrata in linea con la letteratura. La mediana del tempo di cut-out nel nostro studio è stata di circa 14 settimane, con un range che va dalle 5 alle 67 settimane, di molto superiore rispetto a quanto riportato da un articolo di Fujii et al. che individuano la mediana in 7 settimane con un range che va dalle 4 alle 13 settimane [91]. Nella gestione dei casi di cut-out, in 2 casi è stata utilizzata una protesi da revisione di tipo GMRS (Global Modular Replacement System), mentre nei restanti 4 casi è stata impiantata un'artroprotesi d'anca.

Per quanto concerne le altre complicanze meccaniche rinvenute nel nostro studio, si riporta una frequenza del 0,56% di fratture peri-impianto distali, in linea con quanto riportato dallo studio di Bojan et al. ma lievemente in contrasto con altri studi che riportano percentuali del 2% [103]. Per i 2 casi complicati con frattura peri-impianto distale, si è optato per la sostituzione del chiodo corto precedentemente impiantato con un chiodo lungo, similmente a quanto raccomandato da uno studio di Halonen et al. [76].

La rottura di chiodo si è verificata solo in un caso, con un tasso dello 0,28%, inferiore rispetto al tasso dello 0,88% riportato in uno studio di Marcos Cruz-Sánchez et al. ma in linea rispetto alla percentuale di rotture di chiodo ritrovata nello studio di Bojan et al. [68,72].

Il terzo obiettivo del nostro lavoro è stato quello di analizzare eventuali fattori predittivi di outcome nel trattamento delle fratture pertrocanteriche con chiodi endomidollari. Diversi studi in letteratura hanno dimostrato come un valore di Tip Apex Distance (TAD) elevato rappresenti uno degli indici che hanno maggiore impatto nel predire il rischio di cut-out. Lo studio di Fujii et al. ha osservato come una TAD > 20 mm sia associata significativamente ad un aumentato rischio di cut-out del chiodo [91]. Analogamente lo studio di Murena et al. precedentemente citato ha confermato la valenza di una TAD inadeguata nel predire il verificarsi del cut-out del chiodo endomidollare [96]. Baumgartner et al. hanno stabilito che una TAD > 25 mm sia associata

a un maggiore rischio di cut-out e allo stesso modo uno studio di Andruszkow et al. ha concluso che la TAD non dovrebbe superare il valore di 25 mm sia nelle fratture stabili che in quelle instabili [92,104]. Sembra esserci una certa concordanza in letteratura su come il chirurgo ortopedico debba porre particolare attenzione durante l'operazione di inchiodamento endomidollare delle fratture pertrocanteriche per ottenere un valore di TAD più basso possibile e ridurre il rischio di cut-out e mobilizzazione del chiodo [105]. Il nostro lavoro si è concentrato accuratamente sull'analisi di questo indice e sono stati ottenuti dei risultati altamente concordi con la letteratura. È emerso come una TAD elevata e specialmente maggiore di 25 mm sia significativamente associata a un maggior rischio di cut-out, confermando le considerazioni ritrovate nella maggior parte degli articoli in letteratura che analizzano questo aspetto. Attraverso l'utilizzo della curva ROC, siamo stati in grado di determinare che valori della TAD $> 25,16$ mm delineano un significativo aumento del rischio di cut-out. Diversi studi hanno individuato valori soglia maggiori per quanto riguarda la TAD, come l'articolo di Kulakoglu et al. che ha definito un valore soglia di 29,45 mm o l'articolo di Caruso et al. che ha invece stabilito un valore soglia di 34,8 mm [93,106].

Altri fattori che sono stati presi in esame come predittori di cut-out sono stati l'età e il lato fratturato. Tuttavia, la loro analisi nel nostro lavoro non ha portato a risultati significativi ed è stato pertanto escluso un loro possibile impatto nel verificarsi del cut-out, in accordo con quanto riportato da un articolo di Geller et al., ma in disaccordo con un articolo del 2010 di Kuang-Kai Hsueh et al. nel quale è stata inclusa l'età dei pazienti tra i fattori predittivi di cut-out [107,108].

Anche il sesso è stato ipotizzato come fattore predittivo di cut-out senza però il riscontro di risultati significativi, in accordo con un articolo di Geller JA et al. ma in disaccordo con un articolo del 2023 di Kulakoglu et al. che ha riportato il genere femminile come un parametro significativo nel determinare il rischio di cut-out [106,107]. Un articolo di Shang-Wen Tsai et al. ha altresì inserito il genere femminile tra i fattori che aumentano il rischio di cut-out per via della differenza di sesso nella densità minerale ossea,

nella geometria del femore prossimale e nella resistenza ossea nelle donne anziane [109].

Significativa invece è stata l'associazione del cut-out con le fratture classificate come instabili secondo la classificazione dell'AO/OTA Foundation. Nel nostro studio, tutti i 6 cut-out si sono verificati nei pazienti con fratture classificate come 31A2, dimostrando una rilevante associazione con questo parametro. Anche in letteratura l'opinione comune è che una frattura instabile sia maggiormente soggetta al rischio di cut-out. Questo è dovuto al fatto che le fratture instabili richiedono un trattamento più difficoltoso e non sempre si è in grado di ottenere un'adeguata riduzione dei monconi ossei e un corretto posizionamento del chiodo endomidollare, risultando in un aumento della Tip Apex Distance [91]. Tuttavia, Kulakoglu et al. hanno invece stabilito che il tipo di frattura non influenza il rischio di cut-out [106].

6. CONCLUSIONI

In conclusione, in questo studio che ha analizzato in modo retrospettivo 357 pazienti operati per frattura pertrocanterica con la tecnica di inchiodamento endomidollare, è stata dimostrata l'assenza di differenze tra l'utilizzo di chiodi endomidollari con lama elicoidale e con vite lag cefalica che rappresentano entrambi dei validi mezzi di sintesi con un basso tasso di complicanze e ottimi outcome clinici.

Gli unici fattori predittivi di outcome che hanno dimostrato una valenza significativa nelle nostre analisi sono stati la Tip Apex Distance (TAD) e l'instabilità della frattura pertrocanterica secondo la classificazione dell'AO/OTA Foundation.

Per quanto riguarda la TAD è emerso come un aumento di questa oltre il valore di 25 mm sia altamente associato a un aumento del rischio di cut-out. È quindi raccomandabile optare per un posizionamento accurato del chiodo endomidollare durante l'operazione per minimizzare il pericolo di cut-out che costituisce la più frequente complicanza meccanica dell'inchiodamento endomidollare delle fratture pertrocanteriche.

D'altro canto, una frattura considerata instabile secondo la classificazione dell'AO/OTA Foundation determina di per sé un maggior rischio di cut-out poiché delinea una situazione complessa e delicata nella quale non sempre il chirurgo ortopedico è in grado di ottenere un'accurata riduzione dei frammenti ossei e un adeguato posizionamento del chiodo endomidollare, determinando un aumentato valore della Tip Apex Distance.

Altri fattori che sono stati presi in considerazione come l'età del paziente, il sesso e il lato fratturato non sono stati invece individuati come parametri associati a un maggior rischio di cut-out.

BIBLIOGRAFIA

1. Anastasi G, Capitani S, Carnazza ML, Cinti S, Caro RD, Donato RF, Ferrario VF, Fonzi L, Franzi AT, Gaudio E, Geremia R, Lanza GG, Grossi CE, Gulisano M, Manzoli FA, Mazzotti G, Michetti F, Miscia S, Mitolo V, Montella A, Orlandini G, Paparelli A, Renda T, Ribatti D, Ruggeri A, Sirigu P, Soscia A, Tredici G, Vitale M, Zaccheo D, Zauli G, Zecchi S. Trattato di anatomia umana, Vol. 1. Edi.Ermes s.r.l.; 2010. 1616 p.

2. Wu AM, Bisignano C, James SL, Abady GG, Abedi A, Abu-Gharbieh E, Alhassan RK, Alipour V, Arabloo J, Asaad M, Asmare WN, Awedew AF, Banach M, Banerjee SK, Bijani A, Birhanu TTM, Bolla SR, Cámara LA, Chang JC, Cho DY, Chung MT, Couto RAS, Dai X, Dandona L, Dandona R, Farzadfar F, Filip I, Fischer F, Fomenkov AA, Gill TK, Gupta B, Haagsma JA, Haj-Mirzaian A, Hamidi S, Hay SI, Ilic IM, Ilic MD, Ivers RQ, Jürisson M, Kalhor R, Kanchan T, Kavetsky T, Khalilov R, Khan EA, Khan M, Kneib CJ, Krishnamoorthy V, Kumar GA, Kumar N, Laloo R, Lasrado S, Lim SS, Liu Z, Manafi A, Manafi N, Menezes RG, Meretoja TJ, Miazgowski B, Miller TR, Mohammad Y, Mohammadian-Hafshejani A, Mokdad AH, Murray CJL, Naderi M, Naimzada MD, Nayak VC, Nguyen CT, Nikbakhsh R, Olagunju AT, Otstavnov N, Otstavnov SS, Padubidri JR, Pereira J, Pham HQ, Pinheiro M, Polinder S, Pourchamani H, Rabiee N, Radfar A, Rahman MHU, Rawaf DL, Rawaf S, Saeb MR, Samy AM, Sanchez Riera L, Schwebel DC, Shahabi S, Shaikh MA, Soheili A, Tabarés-Seisdedos R, Tovani-Palone MR, Tran BX, Travillian RS, Valdez PR, Vasankari TJ, Velazquez DZ, Venketasubramanian N, Vu GT, Zhang ZJ, Vos T. Global, regional, and national burden of bone fractures in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Healthy Longevity*. 1 settembre 2021;2(9):e580–92.

3. Clynes MA, Harvey NC, Curtis EM, Fuggle NR, Dennison EM, Cooper C. The epidemiology of osteoporosis. *British Medical Bulletin*. aprile 2020;133(1):105–17.

4. Lindsay R, Samuels B. Osteoporosis. In: Loscalzo J, Fauci A, Kasper D, Hauser S, Longo D, Jameson JL, curatori. *Harrison's Principles of Internal Medicine, 21e* [Internet]. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2022 [citato 15 maggio 2024]. Disponibile su: accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1198718227

5. LeBLANC KE, Herbert L, Muncie J, LeBLANC LL. Hip Fracture: Diagnosis, Treatment, and Secondary Prevention. *afp*. 15 giugno 2014;89(12):945–51.

6. Henderson EJ, Lyell V, Bhimjiyani A, Amin J, Kobylecki C, Gregson CL. Management of fracture risk in Parkinson's: A revised algorithm and focused review of treatments. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2019;64:181–7.

7. Baig A, Foss A, Sahota O, Sehat K, Ash I. Vision Screening in Older Adults Admitted with a Fragility Hip Fracture: A Healthcare Quality Improvement Report. *British and Irish Orthoptic Journal*. novembre 2023;

8. Samelson EJ, Zhang Y, Kiel DP, Hannan MT, Felson DT. Effect of Birth Cohort on Risk of Hip Fracture: Age-Specific Incidence Rates in the Framingham Study. *Am J Public Health*. maggio 2002;92(5):858–62.
9. Società Italiana di Ortopedia e Traumatologia. Fratture del femore prossimale nell'anziano. Linea guida SIOT 2021. In. Disponibile su: <https://siot.it/lineeguida-fratturafemore2021/>
10. Gundel O, Thygesen LC, Gögenur I, Ekeloef S. Postoperative mortality after a hip fracture over a 15-year period in Denmark: a national register study. *Acta Orthop*. 22 ottobre 2019;91(1):58–62.
11. Fracture and dislocation compendium. Orthopaedic Trauma Association Committee for Coding and Classification. *Journal of orthopaedic trauma*. 1996;10 Suppl 1.
12. Rossini M, Piscitelli P, Fitto F, Camboa P, Angeli A, Guida G, Adami S. Incidenza e costi delle fratture di femore in Italia Incidence and socioeconomic burden of hip fractures in Italy. *Reumatismo*. 12 settembre 2011;57:97–102.
13. Ministero della Salute. Osteoporosi [Internet]. Disponibile su: <https://www.salute.gov.it/portale/donna/dettaglioContenutiDonna.jsp?area=Salute+donna&id=4491&menu=patologie>
14. Ceolin C, Bano G, Biz C, Dianin M, Bedogni M, Guarnaccia A, Berizzi A, Ruggieri P, Coin A, Sergi G. Functional autonomy and 12-month mortality in older adults with proximal femoral fractures in an orthogeriatric setting: risk factors and gender differences. *Aging Clinical and Experimental Research*. 1 maggio 2023;35(5):1063–71.
15. Kanis JA, Oden A, Johnell O, Laet CD, Jonsson B, Oglesby AK. The components of excess mortality after hip fracture. *Bone*. 2003;32(5):468–73.
16. Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, McCloskey EV, Jönsson B, Kanis JA. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. *Archives of Osteoporosis*. 11 ottobre 2013;8(1):136.
17. Huang AR, Mallet L, Rochefort CM, Eguale T, Buckeridge DL, Tamblyn R. Medication-related falls in the elderly: causative factors and preventive strategies. *Drugs Aging*. 1 maggio 2012;29(5):359–76.
18. Turner MR, Camacho X, Fischer HD, Austin PC, Anderson GM, Rochon PA, Lipscombe LL. Levothyroxine dose and risk of fractures in older adults: nested case-control study. *BMJ*. 28 aprile 2011;342:d2238.
19. Liu B, Anderson G, Mittmann N, To T, Axcell T, Shear N. Use of selective serotonin-reuptake inhibitors or tricyclic antidepressants and risk of hip fractures in elderly people. *Lancet*. 2 maggio 1998;351(9112):1303–7.
20. Khalili H, Huang ES, Jacobson BC, Camargo CA, Feskanich D, Chan

AT. Use of proton pump inhibitors and risk of hip fracture in relation to dietary and lifestyle factors: a prospective cohort study. *BMJ*. 30 gennaio 2012;344:e372.

21. Lyles KW, Colón-Emeric CS, Magaziner JS, Adachi JD, Pieper CF, Mautalen C, Hyldstrup L, Recknor C, Nordsletten L, Moore KA, Lavecchia C, Zhang J, Mesenbrink P, Hodgson PK, Abrams K, Orloff JJ, Horowitz Z, Eriksen EF, Boonen S, HORIZON Recurrent Fracture Trial. Zoledronic acid and clinical fractures and mortality after hip fracture. *N Engl J Med*. 1 novembre 2007;357(18):1799–809.

22. Grisso JA, Kelsey JL, Strom BL, O'Brien LA, Maislin G, LaPann K, Samelson L, Hoffman S. Risk factors for hip fracture in black women. The Northeast Hip Fracture Study Group. *N Engl J Med*. 2 giugno 1994;330(22):1555–9.

23. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Staehelin HB, Orav JE, Stuck AE, Theiler R, Wong JB, Egli A, Kiel DP, Henschkowski J. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*. 1 ottobre 2009;339:b3692.

24. Kanis JA, Johnell O, Laet CD, Johansson H, Oden A, Delmas P, Eisman J, Fujiwara S, Garnero P, Kroger H, McCloskey EV, Mellstrom D, Melton LJ, Pols H, Reeve J, Silman A, Tenenhouse A. A meta-analysis of previous fracture and subsequent fracture risk. *Bone*. 2004;35(2):375–82.

25. von Friesendorff M, Besjakov J, Åkesson K. Long-Term Survival and Fracture Risk After Hip Fracture: A 22-Year Follow-Up in Women*. *Journal of Bone and Mineral Research*. dicembre 2009;23(11):1832–41.

26. Quah C, Boulton C, Moran C. The influence of socioeconomic status on the incidence, outcome and mortality of fractures of the hip. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 2011;93-B(6):801–5.

27. Guilley E, Herrmann F, Rapin CH, Hoffmeyer P, Rizzoli R, Chevalley T. Socioeconomic and living conditions are determinants of hip fracture incidence and age occurrence among community-dwelling elderly. *Osteoporosis International*. 1 febbraio 2011;22(2):647–53.

28. Courtney C. Hip and Femur Injuries. In: Tintinalli JE, Ma OJ, Yealy DM, Meckler GD, Stapczynski JS, Cline DM, Thomas SH, curatori. *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide, 9e* [Internet]. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2020 [citato 15 aprile 2024]. Disponibile su: accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1167029871

29. Fernandez MA, Griffin XL, Costa ML. Management of hip fracture. *British Medical Bulletin*. 1 settembre 2015;115(1):165–72.

30. Barquet A, Fernandez A, Leon H. Simultaneous ipsilateral trochanteric and femoral shaft fracture. *Acta Orthop Scand*. 1985 Feb;56(1):36-9. doi: 10.3109/17453678508992976. PMID: 3984701.

31. Friedman RJ, Wyman ET. Ipsilateral hip and femoral shaft fractures.

Clinical orthopaedics and related research. (208).

32. Shah A, Bhan R, Pey EP, Riordan H, Khan F. Systemic Mastocytosis Presenting as Pathologic Intertrochanteric Femur Fracture. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 11 gennaio 2022;6(1):e21.00137.

33. Lorich DG, Geller DS, Nielson JH. Osteoporotic pertrochanteric hip fractures: management and current controversies. *Instr Course Lect*. 2004;53.

34. Skalski M. Illustration of Ward's triangle | Radiology Case | Radiopaedia.org [Internet]. Radiopaedia. [citato 15 maggio 2024]. Disponibile su: <https://radiopaedia.org/cases/illustration-of-wards-triangle>

35. Crock HV. An atlas of the arterial supply of the head and neck of the femur in man. *Clinical orthopaedics and related research*. (152).

36. Netter FH. Netter, Atlante di Anatomia Umana - sesta edizione - Brossura - 1. 6° edizione. Edra; 2018. 672 p.

37. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Prevention and management of hip fracture in older people: a national clinical guideline. Edinburgh, Scotland: SIGN; 2002. (SIGN publication ; no. 56).

38. Glaser DL, Kaplan FS. Osteoporosis: Definition and Clinical Presentation. *Spine* [Internet]. 1997;22(24). Disponibile su: https://journals.lww.com/spinejournal/fulltext/1997/12151/osteoporosis_definition_and_clinical_presentation.3.aspx

39. Kanis JA, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY, on behalf of the Scientific Advisory Board of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis (ESCEO) and the Committees of Scientific Advisors and National Societies of the International Osteoporosis Foundation (IOF). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International*. 1 gennaio 2019;30(1):3–44.

40. Silverman SL, Komm BS, Mirkin S. Use of FRAX®-based fracture risk assessments to identify patients who will benefit from osteoporosis therapy. *Maturitas*. 2014;79(3):241–7.

41. Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *The Lancet*. 18 maggio 2002;359(9319):1761–7.

42. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *Journal of orthopaedic trauma*. 2018;32 Suppl 1.

43. Rüedi TP, Murphy WM, Colton CL, Fackelman GE, Harder Y. *AO principles of fracture management*. Vol. 1. Thieme Stuttgart; 2000.

44. Moja L, Piatti A, Pecoraro V, Ricci C, Virgili G, Salanti G, Germagnoli L, Liberati A, Banfi G. Timing Matters in Hip Fracture Surgery: Patients Operated within 48 Hours Have Better Outcomes. A Meta-Analysis and

Meta-Regression of over 190,000 Patients. PLOS ONE. 3 ottobre 2012;7(10):e46175.

45. Zuckerman JD, Skovron ML, Koval KJ, Aharonoff G, Frankel VH. Postoperative complications and mortality associated with operative delay in older patients who have a fracture of the hip. JBJS [Internet]. 1995;77(10). Disponibile su: https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/1995/10000/postoperative_complications_and_mortality.10.aspx

46. Lamberts M, Lip GYH, Hansen ML, Lindhardsen J, Olesen JB, Raunsø J, Olsen AMS, Andersen PK, Gerds TA, Fosbøl EL, Torp-Pedersen C, Gislason GH. Relation of nonsteroidal anti-inflammatory drugs to serious bleeding and thromboembolism risk in patients with atrial fibrillation receiving antithrombotic therapy: a nationwide cohort study. *Annals of internal medicine*. 161(10).

47. Centre (UK) NCG. Surgical procedures. In: The Management of Hip Fracture in Adults [Internet] [Internet]. Royal College of Physicians (UK); 2011 [citato 6 maggio 2024]. Disponibile su: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK83015/>

48. Arirachakaran A, Amphansap T, Thanindratarn P, Piyapittayanun P, Srisawat P, Kongtharvonskul J. Comparative outcome of PFNA, Gamma nails, PCCP, Medoff plate, LISS and dynamic hip screws for fixation in elderly trochanteric fractures: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 1 ottobre 2017;27(7):937–52.

49. Valente M. Il trattamento delle fratture laterali del collo femorale con il chiodo endomidollare PFN A.

50. Yli-Kyyry TT, Sund R, Juntunen M, Salo JJ, Kröger HPJ. Extra- and intramedullary implants for the treatment of pertrochanteric fractures – Results from a Finnish National Database Study of 14,915 patients. *Injury*. 2012;43(12):2156–60.

51. Huang J, Wei Q. Comparison of helical blade versus lag screw in intertrochanteric fractures of the elderly treated with proximal femoral nail: A meta-analysis of randomized-controlled trials. *Jt Dis Relat Surg*. 14 ottobre 2022;33(3):695–704.

52. Ma KL, Wang X, Luan FJ, Xu HT, Fang Y, Min J, Luan HX, Yang F, Zheng H, He SJ. Proximal femoral nails antirotation, Gamma nails, and dynamic hip screws for fixation of intertrochanteric fractures of femur: A meta-analysis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2014;100(8):859–66.

53. Campbell WC 1880-1941., Canale ST, Beaty JH. Campbell's operative orthopaedics. 11th ed. Philadelphia, PA: Mosby/Elsevier; 2008.

54. Ouyang X, Ding Y, Yu L, Xin F, Yang X, Sha P, Tong S, Cheng Q, Xu Y. Comparison of the clinical effect of DHS and PFNA on senile

osteoporotic fracture and their significance of changes in BALP expression level. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2020;20(4):556–62.

55. Heller MO, Bergmann G, Deuretzbacher G, Claes L, Haas NP, Duda GN. Influence of femoral anteversion on proximal femoral loading: measurement and simulation in four patients. *Clinical biomechanics.* 16(8).

56. Parker MJ, Pryor GA. Gamma versus DHS nailing for extracapsular femoral fractures. *International Orthopaedics.* 1 giugno 1996;20(3):163–8.

57. Xu YZ, Geng DC, Mao HQ, Zhu XS, Yang HL. A Comparison of the Proximal Femoral Nail Antirotation Device and Dynamic Hip Screw in the Treatment of Unstable Pertrochanteric Fracture. *Journal of International Medical Research.* 2010;38(4):1266–75.

58. Swart E, Makhni EC, Macaulay W, Rosenwasser MP, Bozic KJ. Cost-Effectiveness Analysis of Fixation Options for Intertrochanteric Hip Fractures. *JBJS* [Internet]. 2014;96(19). Disponibile su: https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/2014/10010/cost_effectiveness_analysis_of_fixation_options.4.aspx

59. Sliding hip screw for Simple two-part pertrochanteric fractures [Internet]. site name. [citato 15 maggio 2024]. Disponibile su: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/proximal-femur/trochanteric-fracture-simple-pertrochanteric-two-part/sliding-hip-screw>

60. Zeng X, Zhang N, Zeng D, Zhang L, Xu P, Cao L, Yu W, Zhan K, Zhang X. Proximal femoral nail antirotation versus dynamic hip screw fixation for treatment of osteoporotic type 31-A1 intertrochanteric femoral fractures in elderly patients. *J Int Med Res.* giugno 2017;45(3):1109–23.

61. Rai AK, Goel R, Bhatia C, Singh S, Thalanki S, Gondane A. Cement Augmentation of Dynamic Hip Screw to Prevent Screw Cut Out in Osteoporotic Patients with Intertrochanteric Fractures: A Case Series. *Hip Pelvis.* dicembre 2018;30(4):269–75.

62. Nailing for Simple pertrochanteric fractures with posteromedial involvement [Internet]. site name. [citato 7 maggio 2024]. Disponibile su: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/proximal-femur/trochanteric-fracture-simple-pertrochanteric-with-posteromedial-involvement/nailing>

63. Sermon A, Boner V, Schwieger K, Boger A, Boonen S, Broos P, Richards G, Windolf M. Biomechanical evaluation of bone-cement augmented Proximal Femoral Nail Antirotation blades in a polyurethane foam model with low density. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* gennaio 2012;27(1):71–6.

64. Fensky F, Nüchtern JV, Kolb JP, Huber S, Rupprecht M, Jauch SY, Sellenschloh K, Püschel K, Morlock MM, Rueger JM, Lehmann W. Cement augmentation of the proximal femoral nail antirotation for the treatment of osteoporotic pertrochanteric fractures--a biomechanical cadaver study.

Injury. giugno 2013;44(6):802–7.

65. Lawrence VA, Hilsenbeck SG, Noveck H, Poses RM, Carson JL. Medical complications and outcomes after hip fracture repair. *Arch Intern Med*. 14 ottobre 2002;162(18):2053–7.

66. Testa G, Montemagno M, Vescio A, Micali G, Perrotta R, Lacarrubba F, Avitabile T, Basile G, Pavone V. Blood-Transfusion Risk Factors after Intramedullary Nailing for Extracapsular Femoral Neck Fracture in Elderly Patients. *J Funct Morphol Kinesiol*. 20 febbraio 2023;8(1):27.

67. Halonen LM, Stenroos A, Vasara H, Huotari K, Kosola J. Infections after intramedullary fixation of trochanteric fractures are uncommon and implant removal is not usually needed. *Injury*. giugno 2021;52(6):1511–6.

68. Bojan AJ, Beimel C, Speitling A, Taglang G, Ekholm C, Jönsson A. 3066 consecutive Gamma Nails. 12 years experience at a single centre. *BMC Musculoskelet Disord*. 26 giugno 2010;11:133.

69. Valentini R, Martino M, Piovan G. Il cut-out prossimale nelle fratture pertrocanteriche di femore. *ACTA BIO-MEDICA DE L'ATENEO PARMENSE*. 2012;83(1):46–53.

70. Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, Keggi JM. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *JBJs* [Internet]. 1995;77(7). Disponibile su: https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/1995/07000/the_value_of_the_tip_apex_distance_in_predicting.12.aspx

71. Esper GW, Fisher ND, Anil U, Ganta A, Konda SR, Egol KA. Cut-Through versus Cut-Out: No Easy Way to Predict How Single Lag Screw Design Cephalomedullary Nails Used for Intertrochanteric Hip Fractures Will Fail? *Hip Pelvis*. settembre 2023;35(3):175–82.

72. Cruz-Sánchez M, Torres-Claramunt R, Alier-Fabregó A, Martínez-Díaz S. Salvage for nail breakage in femoral intramedullary nailing. *Injury*. aprile 2015;46(4):729–33.

73. Mavrogenis AF, Panagopoulos GN, Megaloikonomos PD, Igoumenou VG, Galanopoulos I, Vottis CT, Karabinas P, Koulouvaris P, Kontogeorgakos VA, Vlamis J, Papagelopoulos PJ. Complications After Hip Nailing for Fractures. *Orthopedics*. 2016;39(1):e108-116.

74. Giannotti S, Bottai V, Dell'Osso G, De Paola G, Bugelli G, Guido G. The hip prosthesis in lateral femur fracture: current concepts and surgical technique. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2014;11(3):196–200.

75. Johnson NA, Uzoigwe C, Venkatesan M, Burgula V, Kulkarni A, Davison JN, Ashford RU. Risk factors for intramedullary nail breakage in proximal femoral fractures: a 10-year retrospective review. *Ann R Coll Surg Engl*. febbraio 2017;99(2):145–50.

76. Halonen LM, Stenroos A, Vasara H, Kosola J. Peri-implant fracture: a rare complication after intramedullary fixation of trochanteric femoral

fracture. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 1 dicembre 2022;142(12):3715–20.

77. Haidukewych GJ, Berry DJ. Hip Arthroplasty for Salvage of Failed Treatment of Intertrochanteric Hip Fractures. JBJS [Internet]. 2003;85(5). Disponibile su: https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/2003/05000/hip_arthroplasty_for_salvage_of_failed_treatment.19.aspx

78. Mabry TM, Prpa B, Haidukewych GJ, Harmsen WS, Berry DJ. Long-Term Results of Total Hip Arthroplasty for Femoral Neck Fracture Nonunion. JBJS [Internet]. 2004;86(10). Disponibile su: https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/2004/10000/long_term_results_of_total_hip_arthroplasty_for.19.aspx

79. Brunner A, Büttler M, Lehmann U, Frei HC, Kratter R, Lazzaro MD, Scola A, Sermon A, Attal R. What is the optimal salvage procedure for cut-out after surgical fixation of trochanteric fractures with the PFNA or TFN?: A multicentre study. Injury. 2016;47(2):432–8.

80. Queally JM, Harris, E, Handoll, HHG, Parker M. Intramedullary nails for extracapsular hip fractures in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2014;(9). Disponibile su: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004961.pub4>

81. Cao M de, Yang ZM, Lu HD. A succinct technique for the extraction of the proximal femoral nail anti-rotation (PFNA) after unlocking failure: a case report. J Orthop Surg Res. 6 agosto 2020;15:300.

82. Li X, Heffernan MJ, Kane C, Leclair W. Medial pelvic migration of the lag screw in a short gamma nail after hip fracture fixation: a case report and review of the literature. J Orthop Surg Res. 27 agosto 2010;5:62.

83. Smidt KP, Perry KJ, Andre LK, Chauvin BJ, Kautz S, Massey PA, Barton RS. Case report: unique failure of a Synthes TFNA fenestrated lag screw in a peritrochanteric nonunion. OTA Int. 18 marzo 2022;5(2):e203.

84. Mallya S, Kamath SU, Madegowda A, Krishnamurthy SL, Jain MK, Holla R. Comparison of radiological and functional outcome of unstable intertrochanteric femur fractures treated using PFN and PFNA-2 in patients with osteoporosis. Eur J Orthop Surg Traumatol. luglio 2019;29(5):1035–42.

85. Kim CH, Kim HS, Kim YC, Moon DH. Does the Helical Blade Lead to Higher Rates of Fixation Failure as Compared to Lag Screw in the Cephalomedullary Nailing Treatment of Hip Fractures? A Systematic Review and Meta-Analysis. J Orthop Trauma. 1 agosto 2021;35(8):401–7.

86. Chapman T, Zmistowski B, Krieg J, Stake S, Jones CM, Levicoff E. Helical Blade Versus Screw Fixation in the Treatment of Hip Fractures With Cephalomedullary Devices: Incidence of Failure and Atypical “Medial Cutout”. Journal of Orthopaedic Trauma [Internet]. 2018;32(8). Disponibile su:

https://journals.lww.com/jorthotrauma/fulltext/2018/08000/helical_blade_vs_rus_screw_fixation_in_the.5.aspx

87. Stern LC, Gorczyca JT, Kates S, Ketz J, Soles G, Humphrey CA. Radiographic Review of Helical Blade Versus Lag Screw Fixation for Cephalomedullary Nailing of Low-Energy Peritrochanteric Femur Fractures: There is a Difference in Cutout. *Journal of Orthopaedic Trauma* [Internet]. 2017;31(6). Disponibile su: https://journals.lww.com/jorthotrauma/fulltext/2017/06000/radiographic_review_of_helical_blade_vs_lag.3.aspx

88. Ng M, Shah NS, Golub I, Ciminero M, Zhai K, Kang KK, Emara AK, Piuzzi NS. No difference between lag screw and helical blade for cephalomedullary nail cut-out a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. dicembre 2022;32(8):1617–25.

89. Hancioğlu S, Gem K, Tosyali HK, Okçu G. Clinical and Radiological Outcomes of Trochanteric AO/OTA 31A2 Fractures: Comparison between Helical Blade and Lag Screw - A Retrospective Cohort Study. *Z Orthop Unfall*. giugno 2022;160(3):278–86.

90. Park JH, Lee YS, Park JW, Wang JH, Kim JG. A comparative study of screw and helical proximal femoral nails for the treatment of intertrochanteric fractures. *Orthopedics*. febbraio 2010;33(2):81–5.

91. Fujii T, Nakayama S, Hara M, Koizumi W, Itabashi T, Saito M. Tip-Apex Distance Is Most Important of Six Predictors of Screw Cutout After Internal Fixation of Intertrochanteric Fractures in Women. *JB JS Open Access*. 28 dicembre 2017;2(4):e0022.

92. Baumgaertner MR, Solberg BD. Awareness of tip-apex distance reduces failure of fixation of trochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. novembre 1997;79(6):969–71.

93. Caruso G, Corradi N, Caldaria A, Bottin D, Lo Re D, Lorusso V, Morotti C, Valpiani G, Massari L. New tip-apex distance and calcar-referenced tip-apex distance cut-offs may be the best predictors for cut-out risk after intramedullary fixation of proximal femur fractures. *Scientific Reports*. 10 gennaio 2022;12(1):357.

94. Mingo-Robinet J, Torres-Torres M, Martínez-Cervell C, Alonso Del Olmo JA, Rivas Laso JA, Aguado-Hernández H, Burón-Alvarez I. Comparative study of the second and third generation of gamma nail for trochanteric fractures: review of 218 cases. *J Orthop Trauma*. marzo 2015;29(3):e85-90.

95. Goffin JM, Jenkins PJ, Ramaesh R, Pankaj P, Simpson AH. What is the relevance of the tip-apex distance as a predictor of lag screw cut-out? *PLoS One*. 2013;8(8):e71195.

96. Murena L, Moretti A, Meo F, Saggiaro E, Barbati G, Ratti C, Canton G. Predictors of cut-out after cephalomedullary nail fixation of pertrochanteric fractures: a retrospective study of 813 patients. *Archives of*

Orthopaedic and Trauma Surgery. 1 marzo 2018;138(3):351–9.

97. Kashigar A, Vincent A, Gunton MJ, Backstein D, Safir O, Kuzyk PRT. Predictors of failure for cephalomedullary nailing of proximal femoral fractures. *The Bone & Joint Journal*. 2014;96-B(8):1029–34.

98. Parmar V, Kumar S, Aster A, Harper WH. Review of methods to quantify lag screw placement in hip fracture fixation. *Acta Orthop Belg*. giugno 2005;71(3):260–3.

99. Chang SM, Zhang YQ, Ma Z, Li Q, Dargel J, Eysel P. Fracture reduction with positive medial cortical support: a key element in stability reconstruction for the unstable pertrochanteric hip fractures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 1 giugno 2015;135(6):811–8.

100. Bonnaire F, Lein T, Fülling T, Bula P. Reduced complication rates for unstable trochanteric fractures managed with third-generation nails: Gamma 3 nail versus PFNA. *Eur J Trauma Emerg Surg*. ottobre 2020;46(5):955–62.

101. Yang YH, Wang YR, Jiang SD, Jiang LS. Proximal femoral nail antirotation and third-generation Gamma nail: which is a better device for the treatment of intertrochanteric fractures? *Singapore Med J*. agosto 2013;54(8):446–50.

102. Goodnough LH, Wadhwa H, Tigchelaar SS, Pfaff K, Heffner M, Van Rysselberghe N, DeBaun MR, Bishop JA, Gardner MJ. Cephalomedullary helical blade is independently associated with less collapse in intertrochanteric femur fractures than lag screws. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. ottobre 2021;31(7):1421–5.

103. Hesse B, Gächter A. Complications following the treatment of trochanteric fractures with the gamma nail. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 1 dicembre 2004;124(10):692–8.

104. Andruszkow H, Frink M, Frömke C, Matityahu A, Zeckey C, Mommsen P, Suntardjo S, Krettek C, Hildebrand F. Tip apex distance, hip screw placement, and neck shaft angle as potential risk factors for cut-out failure of hip screws after surgical treatment of intertrochanteric fractures. *Int Orthop*. novembre 2012;36(11):2347–54.

105. Rubio-Avila J, Madden K, Simunovic N, Bhandari M. Tip to apex distance in femoral intertrochanteric fractures: a systematic review. *J Orthop Sci*. luglio 2013;18(4):592–8.

106. Kulakoglu B, Ozdemir G, Bingol O, Karlidag T, Keskin OH, Durgal A. A new scoring system for predicting cut-out risk in patients with intertrochanteric femur fractures treated with proximal femoral nail anti-rotation. *Acta Orthop Traumatol Turc*. settembre 2023;57(5):258–66.

107. Geller JA, Saifi C, Morrison TA, Macaulay W. Tip-apex distance of intramedullary devices as a predictor of cut-out failure in the treatment of peritrochanteric elderly hip fractures. *Int Orthop*. giugno 2010;34(5):719–22.

108. Hsueh KK, Fang CK, Chen CM, Su YP, Wu HF, Chiu FY. Risk factors in cutout of sliding hip screw in intertrochanteric fractures: an evaluation of 937 patients. *Int Orthop.* dicembre 2010;34(8):1273–6.

109. Tsai SW, Lin CFJ, Tzeng YH, Lin CC, Huang CK, Chang MC, Chiang CC. Risk factors for cut-out failure of Gamma3 nails in treating unstable intertrochanteric fractures: An analysis of 176 patients. *J Chin Med Assoc.* settembre 2017;80(9):587–94.