

**V. CAIAFFA, R. CAGNAZZO, V. FREDA, C. MORI.**

**BIOMECCANICA DELLA SINTESI DELLE FRATTURE**

**LATERALI DEL COLLO DEL FEMORE**

**BIOMECHANICS OF THE SYNTHESIS IN THE**

**PERITROCHANTERIC FRACTURES**

Vincenzo Caiaffa, I Clinica Ortopedica, Università degli studi di Bari: Via Matarrese,  
6. Bari, 70124

Roberto Cagnazzo, I Clinica Ortopedica, Università degli studi di Bari: Via A. De  
Gasperi, 60. Martina F. (TA), 74015

Valeria Freda, I Clinica Ortopedica, Università degli studi di Bari: Via Vivaldi, 22.  
Molfetta (BA), 70056

Claudio Mori, I Clinica Ortopedica, Università degli studi di Bari: Via Venezia, 39.  
Bari, 70122

**Corresponding Author:**

Vincenzo Caiaffa, I Clinica Ortopedica, Università degli studi di Bari

Piazza G. Cesare n°11, 70124 Bari, Tel. 0805592720 – Fax 0805478600-

Cell. 3472632772 , e-mail: [v.caiaffa@ortop1.uniba.it](mailto:v.caiaffa@ortop1.uniba.it)

Parole chiave: fratture pertrocanteriche, , inchiodamento endomidollare, Endovis  
B.A.

Key words: peritrochanteric fractures, intramedullary nailing, Endovis B.A.

## **Abstract**

Le fratture laterali del collo del femore, possono essere trattate chirurgicamente con diversi mezzi di sintesi: paracorticali, endomidollari elastici, endomidollari rigidi, fissatori esterni.

La più recente letteratura indica, i chiodi cervico-midollari come i mezzi di sintesi di scelta nel trattamento di queste fratture, per considerazioni di carattere generale e biomeccanico.

Oggi si utilizzano chiodi di calibro sempre minore e con materiali che hanno un modulo di elasticità sempre più vicino a quello dell'osso, pur garantendo la stabilità del focolaio di frattura.

Gli autori analizzano le peculiarità biomeccaniche della sintesi ottenuta con il chiodo Endovis B.A. nel trattamento delle fratture pertrocanteriche sottolineando la necessità di ricorrere al blocco distale solo nelle fratture instabili.

## **Testo**

L'allungarsi della vita media negli ultimi anni ha determinato un importante aumento dell'incidenza delle fratture laterali del collo del femore soprattutto nella popolazione ultrasettantenne [1]. Questo ha prodotto un interesse sempre maggiore da parte degli studiosi verso l'evoluzione di mezzi di sintesi per il trattamento di tali fratture, al fine di ottenere un allettamento di breve durata, un carico precoce e limitati tempi chirurgici.

La più recente letteratura indica i chiodi cervico-midollari come i mezzi di sintesi di scelta nel trattamento delle fratture laterali del collo del femore, per considerazioni di carattere generale, ma soprattutto di tipo biomeccanico [2,3,4,5]. I chiodi endomidollari permettono una sintesi stabile anche in caso di grave comminazione; sono posizionati più vicini all'asse meccanico del femore rispetto ai mezzi di sintesi paracorticali, e quindi, agendo con un braccio di leva minore sono sottoposti ad un bending moment favorevole.

Vari Autori sin dal 1990 hanno condotto studi biomeccanici su diversi chiodi endomidollari in particolare i sistemi Gamma, IMHS e PFN [4,5,6,7]. Tuttavia nessuno studio è riuscito a dimostrare una reale superiorità di un chiodo rispetto all'altro in relazione alle condizioni cliniche ed al risultato funzionale nei pazienti trattati. Anche l'inchiodamento però, non è scevro da complicanze.

Queste possono essere divise in preoperatorie e postoperatorie; tra queste ultime la rottura sotto il chiodo e il cut-out sono imputabili alla eccessiva rigidità del mezzo di sintesi. L'introduzione dei chiodi in titanio, ha ridotto notevolmente la rigidità dei sistemi avvicinandoli alle caratteristiche elastiche dell'osso.

Allo scopo di ridurre ulteriormente la rigidità del sistema, abbiamo pensato ad un sottodimensionamento del mezzo di sintesi in titanio.

Il mezzo di sintesi non deve costituire una struttura di supporto invasiva, rigida e sostitutiva dell'osso, ma deve mantenere la riduzione della frattura sotto carico e permettere una naturale coartazione del focolaio stimolando la formazione del callo osseo. Il sottodimensionamento consente al chiodo di assestarsi all'interno del canale senza forzature esterne,. L'effetto punta ed il conseguente dolore di coscia possono essere evitati dalla presenza di un sistema di ulteriore elasticizzazione come un diapason distale.

Le dimensioni di un chiodo cervico-midollare sono principalmente influenzate dalle dimensioni del sistema di presa cefalica. I mezzi di sintesi endomidollare che utilizzano una singola vite, oltre, a non controllare la rotazione della testa femorale, sono gravati dall'aver un diametro elevato sia nella loro posizione distale che in quella prossimale.

Realizzare la presa cefalica mediante due viti parallele, invece, permette di usufruire di una serie di vantaggi. In Ingegneria è noto, infatti, che le fibre dell'asse neutro (coincidente all'asse baricentrico della sezione resistente) non partecipano al carico, mentre il maggior contributo deriva dalle porzioni di materiale più lontano da tale asse.

Inoltre, nella soluzione a singola vite cefalica l'asse neutro passa per la vite stessa, obbligando ad utilizzare diametri elevati; nella soluzione a doppia vite cefalica, invece, l'asse neutro risulta esterno ed equidistante le sezioni, permettendo di sfruttare per intero il materiale a disposizione. Da queste considerazioni deriva, da un lato, che la ripartizione del carico flettente tra le due viti risulta ottimizzato, dall'altro che la rotazione della testa femorale risulta neutralizzata.

Con la soluzione a due viti vi è una resistenza al pull-out maggiore rispetto a quella che si avrebbe con una singola vite.

Abbiamo testato in collaborazione con la D.D.S. Medical Service (società di ricerca e sviluppo) di Bologna, un prototipo di chiodo a doppia presa cefalica (Endovis B.A.) prima di procedere alla sperimentazione clinica dello stesso.

Attraverso una valutazione biomeccanica a carattere sperimentale abbiamo voluto constatare l'influenza del blocco distale sullo scivolamento delle viti cefaliche per verificare, indirettamente, l'influenza del vincolo del chiodo sulla coartazione della rima di frattura.

Nella stessa prova si è voluto anche valutare il movimento del diapason senza il blocco distale, per accertare la presenza o meno di movimenti macroscopici del chiodo all'interno del canale midollare.

Un chiodo Endovis B.A. è stato impiantato in un femore Sawbones realizzato in materiale composito. Le caratteristiche meccaniche di tale preparato anatomico sono molto simili a quelle dell'osso umano per cui la risposta alle sollecitazioni può essere considerata attendibile. E' stata simulata una frattura di tipo 31 A2 (secondo la classificazione AO) diastando la rima di frattura di 5 mm, e si è realizzata una fenestrazione nella diafisi in corrispondenza del diapason per poter inserire un trasduttore e valutarne l'eventuale spostamento. Il femore è stato posizionato sotto la macchina di prova (MTS 858 Mini Bionix II) ricreando gli angoli anatomici tipici di una postura bipodalica; è stato applicato un carico ciclico, al fine di evidenziare sia il comportamento del sistema, che gli eventuali fenomeni transitori.

Per quanto riguarda lo scivolamento delle viti cefaliche, si è evidenziata una relazione tra capacità di scivolamento e presenza del blocco distale. Dall'analisi dei dati raccolti (sotto forma grafica), nel caso di assenza del blocco, si è osservato un maggior abbassamento (2.5 mm) della testa del femore fin dalla prima applicazione del carico (soli 1.3 mm nel caso di presenza del blocco distale). Il maggiore abbassamento della testa del femore rilevato dalla macchina di prova, è stato di entità tale da manifestarsi visivamente come coartazione della frattura. Nel corso della prova la differenza di

comportamento si è mantenuta costante. Il blocco distale rappresenta quindi un vincolo che limita le capacità del chiodo di adattarsi sotto carico e di “disporsi” favorevolmente allo scivolamento.

Alla luce di questo risultato, che secondo noi porta l’indicazione al blocco distale solo per le fratture laterali ad instabilità intrinseca, cresce l’importanza della valutazione del movimento dell’estremità distale del chiodo.

A tal scopo il canale femorale è stato alesato a 16 mm per realizzare, indirettamente, un sottodimensionamento del chiodo, così da avere un gap tra chiodo e corticale interna di ben 3 mm. La prova è stata condotta in entrambe le configurazioni, con e senza il blocco distale. Dall’osservazione dei dati si evince un comportamento comune alle due configurazioni, infatti, non si è evidenziato alcun movimento macroscopico del diapason.

Sotto carico il chiodo reagisce alla sollecitazione deformandosi elasticamente evidenziando un micromovimento di entità inferiore a 0.1 mm. Il comportamento del chiodo nel caso di assenza del blocco distale nella prima parte della prova, ha messo in evidenza uno spostamento (1.6 mm) notevolmente superiore rispetto al chiodo bloccato (0.6 mm). Dato che il fenomeno si realizza nella fase iniziale della prova, è imputabile alla diversa posizione di equilibrio raggiunta dal chiodo all’atto del caricamento. Quindi, l’assenza del blocco distale, permette un maggior grado di adattabilità e di conseguenza un maggior spostamento laterale del chiodo stesso.

In virtù del sottodimensionamento, lo spostamento del diapason può essere avvenuto secondo due diversi, ma entrambi plausibili, meccanismi:

1. lo scivolamento del chiodo verso la corticale laterale è avvenuto seguendo il binario formato dalle viti cefaliche, fino ad adagiarsi completamente sulla corticale;
2. lo scivolamento del chiodo verso la corticale laterale è avvenuto grazie alla rotazione del chiodo all’interno del canale midollare fino al raggiungimento di un contatto stabile con la corticale mediale (prossimalmente) e con la corticale laterale (distalmente). Secondo questo meccanismo, considerando il gap a disposizione indotto sperimentalmente, la rotazione massima è stata quantificata in una scomposizione in varo di 2°.

Il chiodo Endovis B.A., progettato nel 2001, è volumetricamente il più piccolo attualmente in commercio. Nonostante questo non si sono verificati cedimenti strutturali o fallimenti biologici in numero superiore rispetto alle altre casistiche presenti in letteratura; anzi i primi risultati pubblicati dagli utilizzatori mostrano una netta riduzione dei cedimenti strutturali.

Pertanto sulla base di questi studi biomeccanici, confortati dai risultati clinici, possiamo concludere che l'indicazione al blocco distale solo per le fratture laterali ad instabilità intrinseca, sia sperimentalmente, ma soprattutto clinicamente, non ha inficiato la nostra casistica con risultati negativi.

### **Bibliografia**

1. Lauritzen J., Schwarz P., Lund B. et Al changing incidence and residual incidence and residual life time risk of common osteoporosis-related fractures. *Osteoporos. Int.* 1993; 3:127-132.
2. Rybicki EF., Simonen FA, Weis EB: On the mathematical analysis of stresses in the human femur. *J. Biomech.* 5:203-215, 1972
3. Blair B., Koval KJ., Kummer F., Zuckerman Jd. Basicervical fractures of the proximal femur. A biomechanical study of 3 internal fixation techniques. *Clin Ortop* 1994; 306: 256-263
4. Mahomed N, Harrington I, Kellam J et Al. Biomechanical analysis of the gamma nail and sliding hip screws. *Clin .Orthop.* 304: 280-288, 1994
5. Kraemer WJ, Heam TC, Powell JN, Mahomed N. Fixation of segmental subtrochanteric fractures. A biomechanical study. *Clin. Orthop.* 1996, 332: 7
6. Halder R.C., The Gamma nail for peritrochanteric fractures. *J.B.J.S.-British*, Vol: 74, (1992), pp 340-344
7. Rosenblum S.F., Zuckerman J.D., Kummer F.J. A biomechanical evaluation of the Gamma nail. *JBJS- British* Vol. 74, (1992), pp. 352-357