

Classificazione e trattamento chirurgico per via posteriore delle fratture vertebrali toraco-lombari

G.A. La Maida¹, L.S. Giarratana², A. Acerbi², G.V. Mineo², B. Misaggi¹

¹ S.C. di Chirurgia Vertebrale e Scoliosi, Istituto Ortopedico Gaetano Pini, Milano

² VI Divisione di Ortotraumatologia, Università degli Studi di Milano
Istituto Ortopedico Gaetano Pini, Milano

INTRODUZIONE

Il segmento rachideo toraco-lombare è esposto a elevato rischio di fratture, che sono spesso la conseguenza di traumatismi ad alta energia e che interessano nella maggior parte dei casi la giunzione toraco-lombare, che rappresenta il passaggio dalla regione toracica, relativamente più rigida, alla regione lombare più mobile. Questa caratteristica funzionale è dovuta a ragioni prettamente anatomiche principalmente legate al caratteristico orientamento delle faccette articolari, che nella regione toracica limita i movimenti di flessione-estensione. Il passaggio toraco-lombare è dunque per ragioni anatomico-funzionali la sede a maggior rischio di frattura e deve quindi essere sistematicamente indagato clinicamente e radiograficamente in tutti i pazienti che hanno subito un traumatismo vertebrale.

Nella valutazione di una frattura vertebrale è necessario e fondamentale poter inquadrare esattamente una data lesione all'interno di un preciso sistema classificativo, che consenta di avere informazioni prognostiche adeguate riguardo al tipo di lesione che si sta trattando. In tale senso numerosi sistemi classificativi sono stati proposti negli anni da diversi Autori e tra questi noi riteniamo che la classificazione di Magerl, codificata nel 1994, sia quella che meglio descrive ogni singola lesione fornendo indicazioni prognostiche e quindi terapeutiche.

Tra le opzioni di trattamento di una frattura vertebrale è necessario prima di tutto considerare quali tipi di lesioni possono beneficiare di un trattamento conservativo, basato principalmente sull'uso delle ortesi rigide toraco-lombari e dei busti in termoformato o in gesso.

Molto più discusso in letteratura è invece il

ruolo della chirurgia nel trattamento delle fratture toraco-lombari e in particolare quale tipo di approccio sia meglio indicato per certi tipi di fratture.

Nonostante non vi sia un pieno accordo tra i diversi Autori sul tipo di approccio chirurgico da adottare, tutti sono concordi nel ritenere necessari come obiettivi principali di trattamento il ripristino della stabilità vertebrale, la correzione della deformità, la decompressione e/o protezione delle strutture neurologiche e il rapido recupero funzionale del paziente [1].

Al fine di poter stabilire, per ogni singola lesione fratturativa, quale sia il giusto approccio terapeutico da adottare, è necessario l'utilizzo sistematico di una classificazione che consenta di comprendere il meccanismo traumatico ed una valutazione del danno anatomico, al fine di poter distinguere, tra le fratture stabili, che solitamente non richiedono un intervento chirurgico, e le fratture "instabili", che spesso necessitano di un intervento chirurgico di stabilizzazione vertebrale.

CLASSIFICAZIONE

Nella valutazione di un paziente affetto da frattura vertebrale è dunque necessario prima di tutto comprendere il meccanismo traumatico che ha provocato la lesione e dunque inquadrare la singola frattura all'interno di un preciso "pattern" classificativo che distingua chiaramente le fratture stabili da quelle instabili.

Il primo tentativo di distinzione tra le fratture stabili e quelle instabili fu proposto da Nicoll nel 1949 [2], mentre nel 1963 Holdsworth introdusse il concetto dell'esistenza di quattro principali meccanismi di lesione traumatica: compressione, flessione,

estensione e flessione-rotazione, evidenziando l'importanza dell'integrità del complesso legamentoso posteriore per la stabilità vertebrale [3].

Successivamente, Roy-Camille descrisse il "segmento vertebrale intermedio", considerato il cardine della stabilità vertebrale [4].

Nel 1983 Denis [5] come McAfee [6], elaborarono il sistema delle "tre colonne", basato sull'esistenza di una colonna anteriore comprendente i due terzi anteriori del corpo vertebrale, e del disco, di una colonna intermedia comprendente il terzo posteriore del corpo vertebrale e del disco e il legamento longitudinale posteriore, e infine di una colonna posteriore rappresentata dall'arco osseo neurale, dai legamenti interspinoso e sovraspinoso, dal legamento giallo e dalle faccette articolari. Denis distinse inoltre le lesioni di minor entità da quelle di maggior entità. Le lesioni minori includevano quelle dei processi trasversi, dei processi spinosi e le fratture che coinvolgono la "pars interarticularis"; le lesioni maggiori, invece, vennero divise in cinque gruppi, chiamati tipo A, B, C, D ed E. Secondo la definizione di Denis, la colonna intermedia rappresenta la struttura fondamentale per la stabilità rachidea.

A partire dagli anni Novanta questo sistema classificativo venne sempre meno utilizzato, in considerazione del fatto che la colonna intermedia non era costituita da una vera e propria entità anatomica, ma rappresentava più una colonna virtuale, e dunque non poteva essere utilizzata per inquadrare precisamente i diversi tipi di lesione.

Attualmente, la classificazione universalmente accettata, che meglio consente di dare un indirizzo prognostico e terapeutico nell'inquadramento del paziente affetto da frattura vertebrale, è la classificazione AO, introdotta da Magerl nel 1994 e successivamente aggiornata, che distingue le lesioni sulla base del meccanismo traumatico, suddividendole in sottogruppi di crescente gravità. Questa classificazione si basa sul concetto che un rachide stabile è capace di resistere a tre tipi di forze: le forze in compressione assiale, le forze in flessione-distrazione e le forze torsionali.

Le fratture vertebrali dunque si distinguono in tipo A, con meccanismo traumatico in compressione, tipo B, provocate da un mec-

canismo di flessione-distrazione e tipo C, causate da traumatismi in torsione-rotazione [7]. Nell'ambito dei diversi "pattern" fratturativi esistono differenti gradi di instabilità crescente nei quali è necessario di volta in volta intraprendere la scelta terapeutica più corretta per il ripristino di una adeguata stabilità vertebrale.

Le fratture di tipo A sono caratterizzate dalla perdita dell'altezza somatica (anteriore e/o posteriore) e possono essere associate a gradi crescenti di cifotizzazione somatica. Tali lesioni sono generalmente caratterizzate dall'integrità delle strutture capsulo-legamentose. Si tratta di lesioni per le quali è prioritario il ripristino della colonna anteriore mediante una ricostruzione diretta o indiretta del corpo vertebrale associata a una strumentazione in grado di resistere alle forze in "cantilever". Tra le fratture di tipo A, le più gravi sono le A3, ovvero le fratture da scoppio, la cui complessità e pericolosità deriva dalla possibilità che alcuni frammenti di frattura possano dislocarsi posteriormente durante il meccanismo traumatico, invadendo il canale vertebrale e comprimendo le strutture neurologiche.

Le fratture di tipo B sono provocate da un meccanismo traumatico in flessione-distrazione e sottopongono la vertebra a notevoli forze distrattive il cui fulcro è localizzato anteriormente al corpo vertebrale e in seguito alle quali la resistenza degli elementi posteriori fallisce. La conseguenza è la distruzione del sistema capsulo-legamentoso posteriore, con possibile lesione dei processi spinosi, delle capsule articolari, dei peduncoli, che può progressivamente estendersi in direzione anteriore dando lesioni del disco e del soma vertebrale. Queste fratture possono essere stabili in compressione, ma risultano molto instabili in flessione e necessitano di un trattamento chirurgico che utilizzi una strumentazione in grado di ricostruire la "tension band" posteriore mediante impiego di una stabilizzazione segmentaria posteriore.

Le fratture di tipo C, causate da traumi in torsione-rotazione, sono estremamente instabili e possono coinvolgere tutte le strutture anatomiche vertebrali portando nei casi più gravi alla lussazione/traslazione completa della colonna vertebrale. In questi casi è

quasi sempre necessaria la ricostruzione sia degli elementi anteriori sia da quelli posteriori e spesso dunque sono necessari doppi approcci chirurgici.

FRATTURE DI TIPO A

Le fratture di tipo A1 sono causate dal fallimento del tentativo della colonna anteriore di resistere alla compressione: ne deriva una frattura isolata del corpo vertebrale con accorciamento della colonna anteriore. Il sottogruppo A1.1 comprende fratture che coinvolgono esclusivamente il piatto vertebrale superiore; il sottogruppo A1.2 comprende invece fratture caratterizzate da una cuneizzazione che non è però sufficiente a interrompere gli elementi posteriori. Le fratture di tipo A.1.3 invece sono tipiche fratture da osteoporosi con impatto su entrambi i piatti vertebrali, che generalmente lasciano intatto il muro posteriore e causano diversi gradi di perdita di altezza somatica.

Le fratture tipo A1 sono lesioni che certamente guariscono con un adeguato trattamento conservativo, ma per le quali alle volte è necessario giungere a un compromesso finale con postumi in cifosi più o meno grave. Ecco che, al fine di evitare tale evenienza, è cresciuto sempre più l'impiego di metodiche chirurgiche mini-invasive di "augmentation" vertebrale (vertebroplastica e cifoplastica) che consentono l'ottenimento di una immediata stabilità vertebrale con annullamento del rischio di grave cifosi somatica.

Le fratture di tipo A2 sono fratture in cui si verifica una separazione ("split") sagittale (tipo A2.1) o frontale (A2.2) del corpo vertebrale, comprendendo anche le fratture tipo pincer (A2.3), in cui vi è un maggior rischio di pseudoartrosi a causa della frequente presenza di materiale discale tra i frammenti di corpo vertebrale.

Le fratture di tipo A3 sono invece le più complesse e sono fratture da scoppio comprendenti le A3.1, incomplete, le A3.2, complete, e le A3.3, che comportano il rischio di dislocazione posteriore dei frammenti di frattura nel canale vertebrale.

Le fratture tipo A2 e tipo A3 sono fratture per le quali a volte può essere indicato un trattamento chirurgico di stabilizzazione vertebrale.

FRATTURE DI TIPO B

Le fratture di tipo B sono dovute a un fallimento del tentativo della colonna posteriore di resistere alle forze in distrazione, che può portare all'interruzione dell'integrità anatomica degli elementi posteriori. Nelle fratture di tipo B1 è presente un'interruzione dei legamenti posteriori senza coinvolgimento degli elementi ossei, mentre nelle fratture di tipo B2 si evidenzia sempre un "gap" osseo significativo a livello degli elementi posteriori, associato a diversi gradi di coinvolgimento della colonna anteriore. Una lesione molto particolare è la frattura di tipo B3 che coinvolge anche la colonna anteriore con lesione in estensione del disco vertebrale; si tratta di una lesione altamente instabile e a elevato rischio di danno neurologico. Le fratture di tipo B sono tutte le lesioni instabili e potenzialmente rischiose per una conseguente lesione neurologica e devono essere trattate chirurgicamente mediante l'impiego di una strumentazione che sia in grado di ripristinare la stabilità persa a carico delle strutture anatomiche posteriori. In poche parole serve una stabilizzazione che ripristini la "tension-band" posteriore.

FRATTURE DI TIPO C

Le fratture di tipo C sono provocate da traumi a elevata energia di impatto e sono altamente instabili, determinando la lesione contemporanea delle strutture anteriori e posteriori con rotazione o traslazione della colonna vertebrale.

Il tipo C.1 include fratture in rotazione associate a una tipica lesione anteriore che talvolta, se non esaminata approfonditamente potrebbe sembrare una frattura di tipo A. Le fratture C.2 sono lesioni in rotazione associate a una tipica lesione di gruppo B, mentre le fratture di tipo C3 sono lesioni multilivello altamente instabili e pericolose [8].

La classificazione sistematica delle fratture toraco-lombari ha un importantissimo valore prognostico, basato sull'analisi della stabilità della frattura, della deformità a essa conseguente e della potenziale compressione neurologica.

I principali parametri anatomici che de-

vono essere considerati per una corretta valutazione della frattura vertebrale sono il grado di comminuzione del soma vertebrale, il grado di restringimento del canale vertebrale, la presenza di una lesione legamentosa, delle apofisi articolari o dei peduncoli e l'eventuale interessamento della struttura discale. La suddivisione nei tre gruppi principali della classificazione di Magerl e la comprensione del meccanismo traumatico sono di grande utilità per il chirurgo che deve orientarsi verso l'utilizzo del miglior trattamento in grado di ripristinare la stabilità segmentaria della colonna vertebrale.

Mentre la classificazione AO è fondamentale per comprendere il grado di stabilità di una frattura e il meccanismo traumatico che l'ha causata, la classificazione di Mc Cormack può essere di ausilio per la pianificazione dell'intervento chirurgico: essa è infatti utile per valutare la comminuzione, la scomposizione dei frammenti e la deformità in cifosi, allo scopo di valutare il rischio di possibile fallimento di una strumentazione corta posteriore.

Un alto grado di interessamento della colonna anteriore presuppone infatti un rischio più elevato di perdita della riduzione nel post-operatorio, di fallimento dell'intervento e di pseudoartrosi [9].

In aggiunta, al sistematico studio sul tipo di frattura, è necessario e imprescindibile includere nei criteri di scelta del trattamento l'obiettività neurologica. Infatti la presenza di un deficit neurologico nel paziente affetto da trauma spinale condiziona il "timing" dell'intervento oltre al tipo di accesso chirurgico, che in presenza di un danno ingravescente da compressione deve essere eseguito sempre in urgenza [10].

DIAGNOSI NEURORADIOGRAFICA

Nella valutazione di una frattura vertebrale, oltre alla obiettività clinica, rivestono grande importanza la radiologia convenzionale e le immagini neuroradiografiche.

Le radiografie eseguite nelle due proiezioni standard sono a nostro avviso un esame di fondamentale importanza, essendo panoramiche e facili da ottenere anche in urgenza, e, se ben eseguite e attentamente valutate,

possono condurre ad una precisa diagnosi lesionale.

La risonanza magnetica nucleare riveste un ruolo di particolare importanza nella valutazione delle strutture discali, capsulo-legamentose e nella valutazione di un possibile coinvolgimento delle strutture neurologiche. Collateralmente ricordiamo che la RMN è l'unico esame che permette di differenziare in modo molto sensibile una frattura recente da un esito, grazie alle variazioni di intensità del suo segnale nelle diverse immagini T1 e T2 pesate [11].

Lo studio tomografico è invece assolutamente unico nella valutazione della frattura ossea, per lo studio della frammentazione, comminuzione e dislocazione e nello studio della lesione del muro somatico posteriore.

IL TRATTAMENTO CHIRURGICO PER VIA POSTERIORE

Il trattamento delle fratture traumatiche toraco-lombari è tutt'oggi molto discusso, non solo per quanto concerne l'indicazione chirurgica ma anche per quanto riguarda il tipo di approccio da adottare.

I punti chiave che devono essere considerati nella scelta del trattamento chirurgico da impiegare sono la morfologia della lesione, l'integrità o meno del complesso capsulo-legamentoso posteriore e l'obiettività neurologica del paziente.

Tutte le lesioni che comportano una deformità vertebrale in cifosi, rotazione e traslazione sono certamente molto meglio gestite e ridotte mediante un approccio chirurgico condotto per via posteriore, durante il quale con le moderne strumentazioni a disposizione, è relativamente facile riallineare la colonna vertebrale. Per contro una grave deformità post-traumatica o un disallineamento vertebrale è molto difficilmente gestibile con un approccio anteriore isolato.

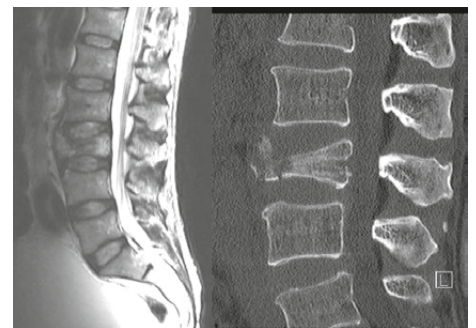
Inoltre, se consideriamo gli aspetti biomeccanici dei diversi tipi di strumentazione notiamo come la stabilizzazione peduncolare posteriore resista molto meglio alle forze rotazionali e di taglio, oltre ad avere una notevole resistenza alle forze in flessione-distrazione tipiche delle lesioni degli elementi posteriori. Sempre da un punto di vista biomeccanico, il

punto di forza della strumentazione per via anteriore è invece quello di permettere una perfetta ricostruzione della colonna anteriore con ripristino del carico sui corpi vertebrali. Vi è una certa evidenza in letteratura che per il trattamento chirurgico delle fratture da scoppio del corpo vertebrale la fissazione posteriore ha il vantaggio di essere gravata da un minor rischio di complicanze legate all'accesso chirurgico, minori perdite ematiche e una minor ospedalizzazione se comparata con la stabilizzazione per via anteriore.

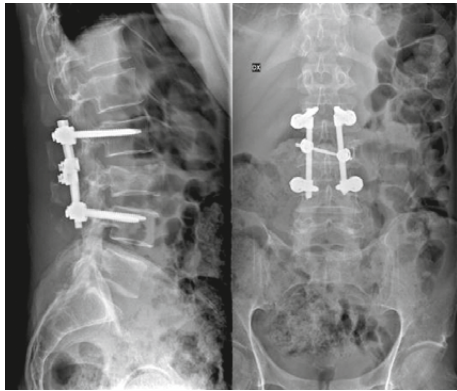
La strumentazione segmentaria per via posteriore permette dunque un ottimale ripristino della stabilità vertebrale nella maggior parte delle lesioni fratturative, consentendo anche l'esecuzione di manovre atte a decomprimere le strutture neurologiche.

Diverse tecniche chirurgiche permettono di intervenire per via posteriore anche sulla colonna anteriore: tra queste si annoverano tecniche di ricostruzione indiretta del soma, quali la legamentotassi, e tecniche di ricostruzione diretta del soma mediante zeppaggio transpeduncolare con utilizzo di osso sintetico-cemento (Figg. 1-3), mediante vertebroplastica e cifoplastica o inserimento di cage per via postero-laterale.

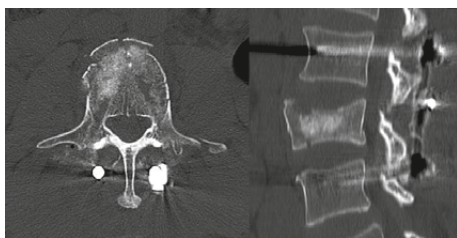
Inoltre la stabilizzazione per via posteriore offre la possibilità di estendere l'area di stabilizzazione-artrosi a un minore o maggiore numero di segmenti vertebrali, sempre in funzione del tipo di frattura che si deve trattare. In alcuni casi attentamente selezionati può essere usata la stabilizzazione monosegmentaria, che consente di risparmiare al minimo (solamente una) il sacrificio



▲ Fig. 1 - Scansione sagittale RMN T2 pesata e ricostruzione TAC bidimensionale sul piano sagittale che mostrano una frattura da scoppio-separazione del soma di L3



▲ Fig. 2 - Controllo radiografico in AP ed LL eseguite in posizione ortostatica a un anno dall'intervento chirurgico di stabilizzazione peduncolare bisegmentaria e zeppaggio transpeduncolare di L3 con osso sintetico misto a osso omologo

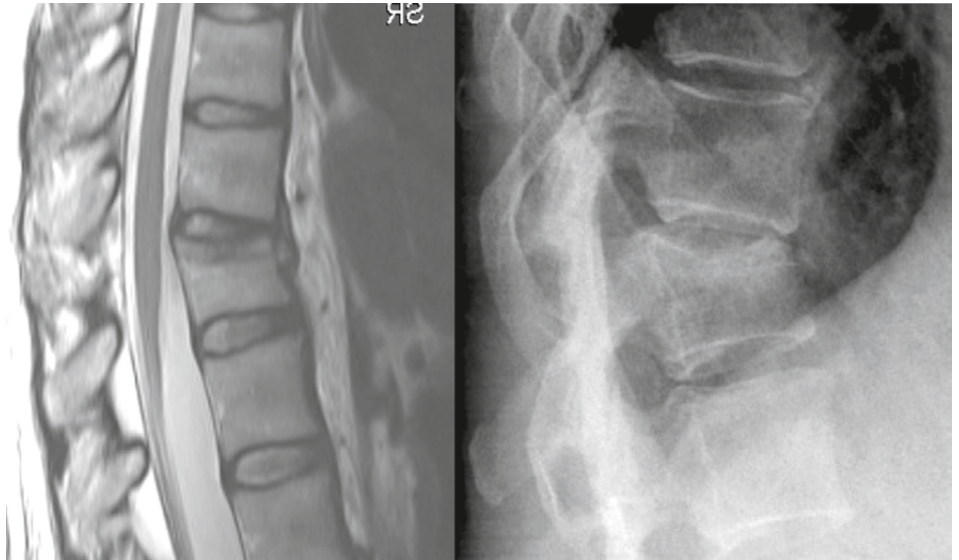


▲ Fig. 3 - Controllo TAC in assiale e ricostruzione bidimensionale sagittale eseguito nel post-operatorio che mostra l'ottimale ricostruzione somatica e l'adeguato riempimento del "gap" osseo

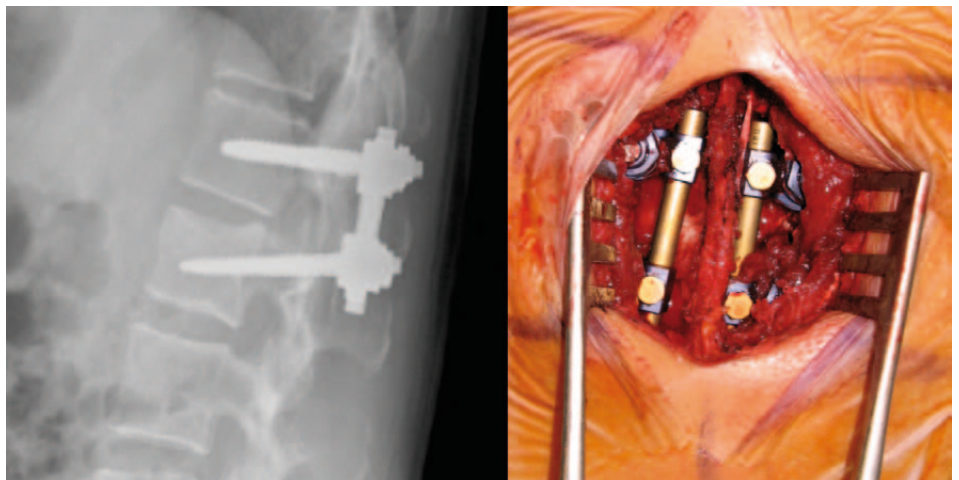
delle unità funzionali spinali (Figg. 4, 5) o strumentazioni più lunghe (stabilizzazioni bisegmentarie e plurisegmentarie) quando sia necessario trattare più gravi deformità o resistere a notevoli forze in compressione-distrazione.

Le domande a cui è sempre difficile dare una risposta sono se l'approccio posteriore isolato sia in grado o meno di decomprimere in modo adeguato il canale vertebrale e se sia in grado di resistere alle forze di cantilever che si vengono a creare per insufficienza della colonna anteriore.

Il grado di compromissione della colonna anteriore in tal senso è il parametro fondamentale che deve essere valutato al fine di poter pianificare il corretto approccio chirurgico e scegliere la miglior tecnica operatoria. Le tecniche di ricostruzione somatica per via posteriore possono agire efficacemente solo entro certi gradi di distruzione somatica, oltre i quali è necessaria una ricostruzione



▲ Fig. 4 - Scansione RMN e radiografia in proiezione laterale di una frattura tipo B1 di L1. Si nota la lesione legamentosa posteriore con sublussazione vertebrale



▲ Fig. 5 - Controllo radiografico post-operatorio e fotografia intra-operatoria della stabilizzazione monosegmentaria eseguita per trattare la frattura tipo B di L1. Nella foto si evidenzia come l'accesso per ottenere la stabilizzazione sia assolutamente "mini-open", con minimo insulto per le strutture anatomiche

diretta per via anteriore, come unico tempo chirurgico oppure a distanza di tempo variabile da un primo tempo di stabilizzazione per via posteriore.

L'approccio chirurgico per via anteriore consente una ampia e ottimale rimozione dei frammenti di frattura con decompressione delle strutture neurologiche e ricostruzione diretta del corpo vertebrale mediante impiego di una "mesh" o di una "cage" a espansione, che devono comunque essere stabilizzate mediante il posizionamento di

una placca a ponte sul livello fratturato. La decompressione neurologica diretta ottenuta per via anteriore è migliore di quella che può essere ottenuta con una decompressione indiretta per via posteriore (laminectomia e legamentotassi) [12], ma è di non facile organizzazione con tempistiche di urgenza-emergenza ed è gravata da un maggior tasso di morbilità post-operatoria.

In conclusione, riteniamo di poter dire che la strumentazione vertebrale segmentaria per via posteriore è in grado di trattare ade-

guatamente la maggior parte delle lesioni fratturative vertebrali, trovando il suo principale impiego nelle fratture da trauma in compressione assiale e in flesso-distrazione rachidea. L'uso di viti peduncolari mono-assiali permette di applicare sulla colonna

vertebrale notevoli forze in compressione, distrazione e lordosizzazione finalizzate a una migliore correzione della deformità conseguente alla frattura.

La via anteriore deve essere riservata a casi attentamente selezionati, come unico tempo

chirurgico nelle gravi compromissioni del canale vertebrale e quando sia necessario ricostruire la colonna anteriore, pena il fallimento della strumentazione posteriore, anche come secondo tempo chirurgico dopo una strumentazione corta posteriore.

Bibliografia

1. Mikles MR, Stchur RP, Graziano GP (2004) Posterior instrumentation for thoracolumbar fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 12:424-435
2. Nicoll EA (1949) Fractures of the dorso-lumbar spine. *J Bone Joint Surg Br* 31:376-394
3. Holdsworth FW (1963) Fractures, dislocations, and fracture dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg Br* 45:6-20
4. Roy Camille R, Saillant G, Berteaux D, Marie-Anne S (1979) Early management of spinal injuries. In: McKibbin B (Ed) *Recent advances in orthopaedics*, vol.3. Churchill Livingstone, Edinburgh, 57-87
5. Denis F (1983) The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 8:817-831
6. McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, Lubicky JP (1983) The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification. *J Bone Joint Surg Am* 65:461-473
7. Magerl F, Aebi M, Harms J et al (1994). A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 3:184-201
8. Aebi M (2010) Classification of thoracolumbar fractures and dislocations. *Eur Spine J* 19 (Suppl 1):S2-S7
9. McCormack T, Karaikovic E, Gaunes RW (1994) The load sharing classification of spine fractures. *Spine* 19:1741-1744
10. Seybold EA, Sweeney CA, Fredrickson BE et al (1999) Functional outcome of low lumbar burst fractures: A multicenter review of operative and nonoperative treatment of L3-L5. *Spine* 24:2154-2161
11. Lenchik L, Rogers LF, Delmas PD, Genant HK (2004) Diagnosis of osteoporotic vertebral fractures: importance of recognition and description by radiologists. *AJR Am J Roentgenol* 183:949-958
12. McAfee PC, Bohlmann HH, Yuan HA (1985) Anterior decompression of traumatic thoraco lumbar fractures with incomplete neurological deficit using a retroperitoneal approach. *J Bone Joint Surg Am* 67: 89-104