



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

**Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche
CORSO DI LAUREA IN MEDICINA E CHIRURGIA**

Tesi di Laurea

**“La rilevanza del timing nel trattamento chirurgico delle
fratture vertebrali amieliche, analisi retrospettiva”**

Relatore

Prof. Pietro Fiaschi

Correlatore

Dott. Alberto Balestrino

Candidata

Chiara Iemmola

Anno accademico 2022/2023

INDICE

ABSTRACT	3
1. INTRODUZIONE	4
1.1 ANATOMIA	4
1.1.1 IL RACHIDE.....	4
1.1.2 LE VERTEBRE.....	5
1.2 TRAUMATOLOGIA DEL RACHIDE	7
1.2.1 CLASSIFICAZIONE AOSPINE.....	9
1.2.1.1 LESIONI DI TIPO A.....	13
1.2.1.2 LESIONI DI TIPO B.....	14
1.2.1.3 LESIONI DI TIPO C.....	14
1.2.2 FRATTURE CERVICALI.....	15
1.2.3 FRATTURE TORACO-LOMBARI.....	19
1.3 TIMING CHIRURGICO	23
2. OBIETTIVI DELLO STUDIO	24
3. MATERIALI E METODI	24
3.1 DISEGNO DELLO STUDIO.....	24
3.2 CRITERI DI INCLUSIONE ED ESCLUSIONE.....	25
3.3 RACCOLTA DATI.....	25
3.4 ANALISI STATISTICA.....	25
3.5 ANALISI DELLA LETTERATURA.....	26
4. RISULTATI	26
5. DISCUSSIONE	31
5.1 LIMITAZIONI.....	34
CONCLUSIONI	34
BIBLIOGRAFIA	35

ABSTRACT

Introduzione. Il timing chirurgico nelle fratture vertebrali amieliche è un argomento ad oggi poco studiato, pochi lavori sono stati incentrati esclusivamente sull'argomento e su quali siano i risvolti positivi nell'operare questi pazienti precocemente. Il nostro lavoro ha l'obiettivo di studiare l'importanza del timing chirurgico nel trattamento delle fratture vertebrali amieliche, analizzandone la relazione con outcomes, complicanze e durata del ricovero.

Materiali e Metodi. Abbiamo effettuato un'analisi retrospettiva di 86 pazienti sottoposti a trattamento chirurgico per fratture vertebrali traumatiche senza compromissione neurologica presso l'Unità di Neurochirurgia e Neurotraumatologia dell'Ospedale Policlinico San Martino di Genova dal 1° Gennaio 2021 al 31 Dicembre 2023. Sono stati esclusi pazienti con diagnosi tardiva o in cui il trattamento chirurgico fosse secondario al fallimento di quello conservativo.

Risultati. Sono rientrati nei criteri di inclusione 79 pazienti (54 maschi e 25 femmine), con età media di 57 anni (15-86). Non abbiamo evidenziato correlazione tra l'età del paziente e la durata del ricovero postoperatorio ($p > 0.05$). Il timing chirurgico era correlato ad una minore durata del ricovero ($p < 0.05$) e ad un minor numero di complicanze postoperatorie ($p < 0.01$). Abbiamo evidenziato una significativa riduzione del ricovero post-operatorio nei pazienti con più di 50 anni ($p < 0.001$) e nei pazienti presentanti almeno una comorbidità al momento del ricovero ($p < 0.01$), correlazione non evidenziata nei pazienti più giovani e che non presentavano comorbidità.

Conclusioni. I risultati del nostro studio evidenziano come la chirurgia precoce nei pazienti con fratture vertebrali senza compromissione neurologica, permetta un migliore outcome clinico e minore durata del ricovero postoperatorio nei pazienti più anziani e più fragili. Studi più approfonditi sono necessari per valutare se questi benefici siano presenti anche in pazienti più giovani e in salute.

1. INTRODUZIONE

1.1 ANATOMIA

1.1.1 IL RACHIDE

Il *rachide* è una struttura complessa costituita da componenti ossee (la colonna vertebrale), articolari e muscolari. Svolge funzioni principalmente di sostegno dell'organismo, elasticità, stabilità e di protezione del midollo spinale contenuto al suo interno fino al livello della prima vertebra lombare L1 (nei casi di varianti anatomiche può arrivare a livello dell'ultima vertebra toracica T12 o della seconda lombare L2) e delle radici nervose.

La *colonna vertebrale* (Figura 1) è una struttura ossea facente parte dello scheletro assiale costituita generalmente da 33 vertebre articolate tra loro (in casi di variazioni anatomiche questo numero può variare da 32 a 35) e raggruppate in 5 segmenti: *Cervicale* (C1-C7), *Toracico* o *Dorsale* (T1-T12), *Lombare* (L1-L5), *Sacrale* (S1-S5) e *Coccigeo* (Co1-Co4).

Le articolazioni della colonna vertebrale sono distinte in *intrinseche* ed *estrinseche*: le intrinseche raggruppano le articolazioni tra i corpi vertebrali e quelle tra i processi articolari e i legamenti a distanza, che uniscono varie parti delle vertebre (o anche quelle tra vertebre lombari e sacrali e tra sacrali e coccigee); le estrinseche sono le articolazioni che si creano tra la colonna e altre strutture ossee come il cranio, le coste e le ossa dell'anca.

La colonna vertebrale non è rettilinea ma presenta diverse curvature fisiologiche, le cui alterazioni possono rappresentare le manifestazioni di diversi quadri patologici.

Sul piano sagittale troviamo la *lordosi cervicale*, la *cifosi dorsale*, la *lordosi lombare* e la *cifosi sacrococcigea*. Tra queste, la cifosi dorsale e la lordosi lombare sono le più pronunciate. Le due cifosi sono curvature primarie in quanto compaiono già nel periodo intrauterino, le lordosi sono curvature secondarie di compenso che compaiono nei primi mesi di vita.

1.2 Rachide osseo

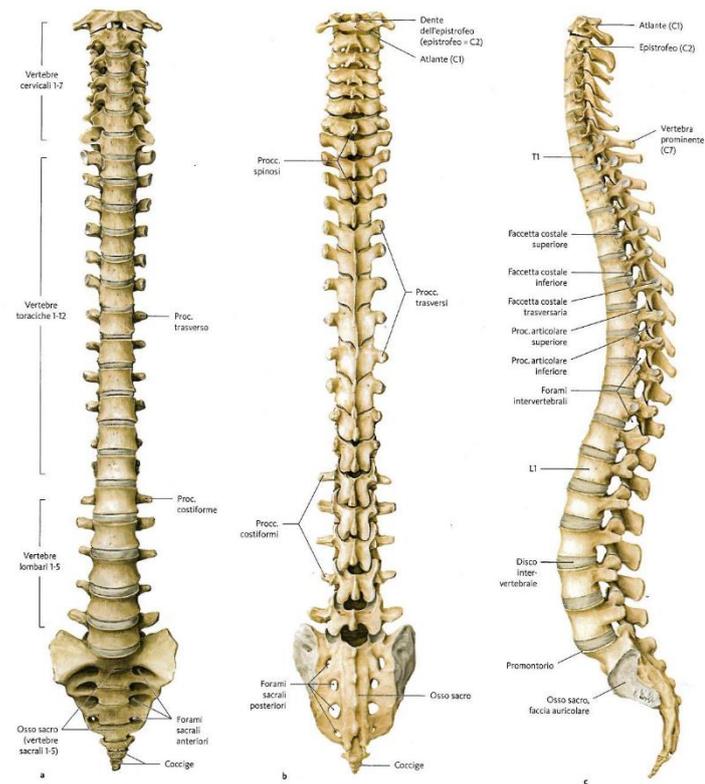


Figura 1 – Anatomia della colonna vertebrale

All'interno della colonna, la sovrapposizione dei forami vertebrali di ogni singola vertebra forma il *canale vertebrale*, il quale ha la funzione di contenere e proteggere il midollo spinale rivestito dalle meningi.

1.1.2 LE VERTEBRE

Le vertebre (Figura 2) sono ossa brevi, sono costituite principalmente da tessuto osseo spugnoso che viene rivestito da un sottile strato di tessuto osseo compatto denominato corticale. Hanno caratteristiche morfologiche comuni ma anche tratti distintivi, che permettono di riconoscerle rispetto a vertebre dello stesso segmento e anche rispetto a vertebre di segmenti diversi.

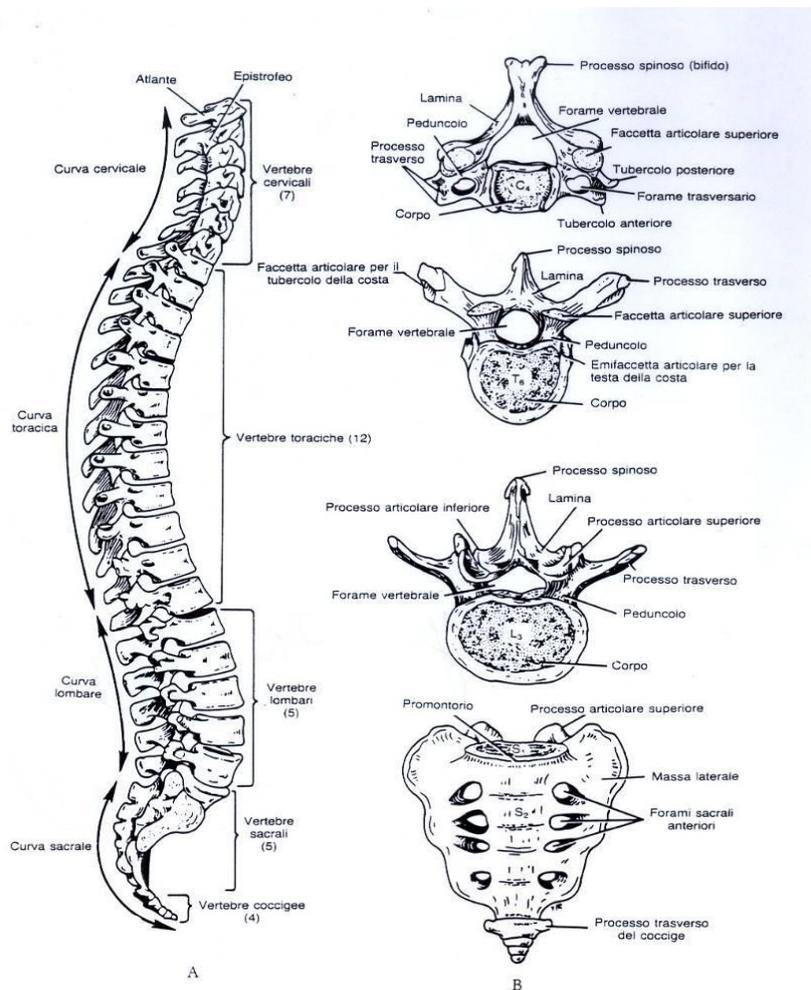


Figura 2 – Caratteristiche anatomiche di vertebre di diversi livelli

In generale, nelle vertebre riconosciamo un *corpo* a livello ventrale, che rappresenta la parte più voluminosa della vertebra, e un *arco* a livello postero-laterale che si articola con il corpo delineando il foro vertebrale.

Il *corpo* ha una forma quasi cilindrica ed è distinto in una porzione centrale di osso spugnoso circondato da perifericamente da osso compatto. I corpi vertebrali si articolano tra loro mediante i dischi intervertebrali.

L'*arco* è formato dai peduncoli, dalle lamine e dai processi spinosi.

Questa struttura classica viene però modificata da alcune caratteristiche specifiche dei diversi segmenti e di alcune vertebre all'interno dello stesso segmento (Figura 2).

A livello cervicale, ad esempio, le vertebre hanno dimensioni minori perché devono sopportare un carico minore; lateralmente alla faccia intervertebrale superiore si trovano i *processi uncinati o uncini*. La prima vertebra cervicale, chiamata *Atlante*, si articola con l'osso occipitale ed è caratterizzata dalla mancanza del corpo in quanto questo è fuso con la seconda vertebra cervicale (chiamata *asse o epistrofeo*) a formarne il dente, di conseguenza è costituito da due *archi (anteriore e posteriore)* uniti nelle *masse laterali*.

La seconda vertebra cervicale (*asse o epistrofeo*) ha il corpo fuso con quello dell'*atlante* a formare un processo cilindrico chiamato *dente* che nasce dalla faccia superiore del corpo e si porta verso l'alto terminando con *l'apice del dente*. La *settima vertebra cervicale* è chiamata *prominente* a causa del suo processo spinoso unico (dalla seconda alla sesta è corto e bifido), lungo e sporgente dorsalmente, tanto da poter essere facilmente palpato alla base del collo.

Le vertebre toraciche hanno dimensioni maggiori e un volume crescente in senso cranio-caudale; i due corpi vertebrali successivi si articolano con la testa di una costa tramite le *facette costali superiore e inferiore*, tranne la prima costa che si articola solo con la prima vertebra toracica.

Le vertebre lombari presentano le dimensioni maggiori in quanto sono deputate al maggior carico assiale.

Le vertebre sacrali e le coccigee si fondono tra di loro: le prime formano *l'osso sacro*, avente la forma di una piramide quadrangolare capovolta, percorso internamente dal *canale sacrale* che rappresenta la parte caudale del canale vertebrale; le seconde formano il *coccige*, dalla forma piramidale a base superiore e apice inferiore, che mantiene solo nel primo tratto caratteristiche proprie delle vertebre. Queste due strutture si articolano a formare la parete posteriore della pelvi.

In base alla morfologia delle vertebre, possiamo individuare una colonna anteriore ed una posteriore. La *colonna posteriore* è data dai processi spinosi, le lamine e le apofisi e su di essa agiscono forze di compressione. La *colonna anteriore* è data dai corpi vertebrali e i dischi tra loro interposti, e vi agiscono forze di taglio. Questa divisione in due colonne si riflette nel *concetto di distribuzione dei carichi*, fondamentale e che va rispettato nei trattamenti chirurgici: l'80% è assicurato dalla colonna anteriore mentre solo il 20% è dato dalla colonna posteriore.

La *vascolarizzazione arteriosa* è data dalle arterie spinali o vertebromidollari, che originano dalle arterie vertebrali per il tratto cervicale, dalle arterie intercostali posteriori per il tratto dorsale e dalle arterie lombari per il tratto lombare. Questi vasi penetrano nel canale vertebrale attraverso i fori intervertebrali, vascolarizzano le vertebre, il midollo spinale e le meningi, e si anastomizzano con le arterie spinali sopra- e sottostanti.

Il *ritorno venoso* è dato dai plessi venosi vertebrali, distinti in esterni ed interni al canale vertebrale, che raccolgono il sangue refluo dalle regioni posteriori del tronco, dai muscoli delle docce vertebrali, dai corpi vertebrali, dalle meningi spinali e dal midollo spinale. Si aprono poi a livello cervicale nelle vene vertebrale e giugulare posteriore dei due lati, a livello toracico nel ramo dorso-spinale delle vene intercostali (e quindi nelle vene *azigos, emiazigos ed emiazigos accessoria*), a livello lombare con le

vene lombari (affluenti della vena cava inferiore) e a livello sacrale con le vene ileolombare e sacrali (affluenti della vena iliaca interna).

L'*innervazione* è data dai nervi spinali, i quali, prima di dividersi nei rami terminali anteriore e posteriore, emettono diversi collaterali, tra cui i rami meningei o ricorrenti, che rientrano nello speco vertebrale e si distribuiscono con fibre sensitive alle meningi, al tessuto peridurale e alle vertebre.

1.2 TRAUMATOLOGIA DEL RACHIDE

Si definisce *frattura* la perdita di continuità di un segmento scheletrico (Figura 4 e Figura 5)



Figura 3 – Immagine TC di frattura vertebrale.

Figura 4 – Immagine RM (sequenza T2) di frattura vertebrale.

Le fratture possono essere distinte in fratture traumatiche, che avvengono in ossa strutturalmente normali in seguito ad un trauma, o patologiche, spontanee o conseguenti a traumatismi minori, che si manifestano, in assenza di traumi, in ossa già strutturalmente deboli a causa di patologie quali ad esempio l'osteoporosi o patologie tumorali.

Le fratture vertebrali di origine traumatica sono molto frequenti e colpiscono maggiormente soggetti di sesso maschile in età giovane-adulta.¹

In più della metà dei casi, queste fratture interessano il tratto D10-L2 in quanto rappresenta un punto di passaggio da un rachide mobile ad uno molto rigido, mentre gli altri tratti sono coinvolti in maniera minore.²

Le cause principali di trauma che possono causare fratture vertebrali sono gli incidenti stradali (circa il 40%), seguite da precipitazioni, incidenti sul lavoro, attività sportive e dalle violenze (la cui incidenza è in aumento).¹

Il paziente che arriva in Pronto Soccorso va subito studiato iniziando, se possibile, da anamnesi, esame obiettivo ed esame neurologico, per procedere successivamente con le indagini laboratoristiche e strumentali, fino ad avere un quadro chiaro che permetta di decidere il trattamento migliore da effettuare.

La prima cosa da fare è valutare le funzioni vitali e il deficit neurologico. In caso di deficit neurologico, bisogna definire quando è comparso e il suo corso (invariato, progressivo o in miglioramento) tenendo conto del fatto che nei pazienti privi di sensi questo è difficile da valutare.

Le indagini radiografiche confermano i sospetti clinici e documentano la presenza e l'estensione di diverse lesioni. Nonostante le radiografie semplici in sezione antero-posteriore e latero-laterale rimangano sempre utili, la TC ha raggiunto una maggiore importanza, in quanto ha maggiori sensibilità e specificità e permette di vedere lesioni sfuggite alla radiografia tradizionale. Si ritiene quindi che la TC dovrebbe sostituire la radiografia tradizionale come indagine iniziale nei pazienti con trauma ad alto rischio.¹

La RM invece dovrebbe essere utilizzata nei casi di sospetta lesione o compressione midollare dovuta a frammenti di disco, di fratture o di un ematoma epidurale. Può essere usata anche per determinare l'integrità delle strutture legamentose o per determinare la presenza di edema, utilizzando sequenze sensibili ai fluidi (ad esempio le sequenze STIR).¹

Poiché la colonna contiene al suo interno il midollo spinale (generalmente fino a L1) e le radici nervose, è importante capire se il paziente ha o non ha un danno neurologico. Si distinguono infatti:

- Fratture mieliche, in cui è presente una lesione neurologica a livello del midollo o delle radici nervose.
- Fratture amieliche, se non ci sono lesioni neurologiche.

La distinzione tra fratture mieliche e amieliche dovrebbe essere effettuata il prima possibile, specialmente in urgenza, in quanto condiziona molto le tempistiche di intervento sul paziente. Tuttavia, in alcuni casi i pazienti arrivano in Pronto Soccorso intubati, privi di coscienza o sono politraumatizzati e di conseguenza non si riesce a fare subito un esame neurologico e a definire la loro funzione neurologica periferica. In questi casi la RM può permettere una visualizzazione del midollo evidenziando eventuali compressioni o aree di mielopatia.

Il danno mielico può essere completo o incompleto. Se all'esame neurologico si confermano la presenza di danno neurologico, il livello della lesione e la presenza di fenomeni associati, si può classificare l'entità del danno attraverso l'ASIA Impairment Scale, una scala internazionale standardizzata che definisce 5 livelli di gravità del danno midollare sottilesionale motorio e sensitivo da A, in cui il danno è completo e le funzioni sensitiva e motoria non sono preservate, ad E, in cui le funzioni sensitiva e motoria sono normali³ (Figura 6).

ASIA Impairment Scale	Description
A	Complete. No sensory or motor function is preserved in the sacral segments S4-S5.
B	Incomplete. Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-S5.
C	Incomplete. Motor function is preserved below the neurological level, and more than half of key muscles below the neurological level have a muscle grade less than 3 (grades 0-2).
D	Incomplete. Motor function is preserved below the neurological level, and at least half of key muscles below the neurological level have a muscle grade greater than or equal to 3.
E	Normal. Sensory and motor function are normal.

Figura 5 - ASIA Impairment Scale

1.2.1 CLASSIFICAZIONE AOSPINE

La AOSpine Trauma Classification è stata definita e modificata per descrivere la stabilità della lesione considerando anche eventuali varianti specifiche del paziente in modo da creare un set di linee guida per il trattamento dei pazienti. Permette quindi ai chirurghi di comunicare in maniera precisa e semplice dettagli specifici del caso clinico in esame.⁴

Questa classificazione divide innanzitutto la colonna vertebrale in 4 regioni: colonna cervicale alta (C0-C2, Figura 7), colonna cervicale subassiale (C3-C7, Figura 8), colonna toracolombare (T1-L5, Figura 9), colonna sacrale (S1-S5 più il segmento coccigeo, Figura 10). Ogni regione viene classificata secondo un sistema gerarchico basato sull'aumento dei livelli di danno e di instabilità, e in caso di danno multiplo nel singolo paziente si elenca prima la lesione peggiore in modo da condizionare il trattamento più appropriato.⁴

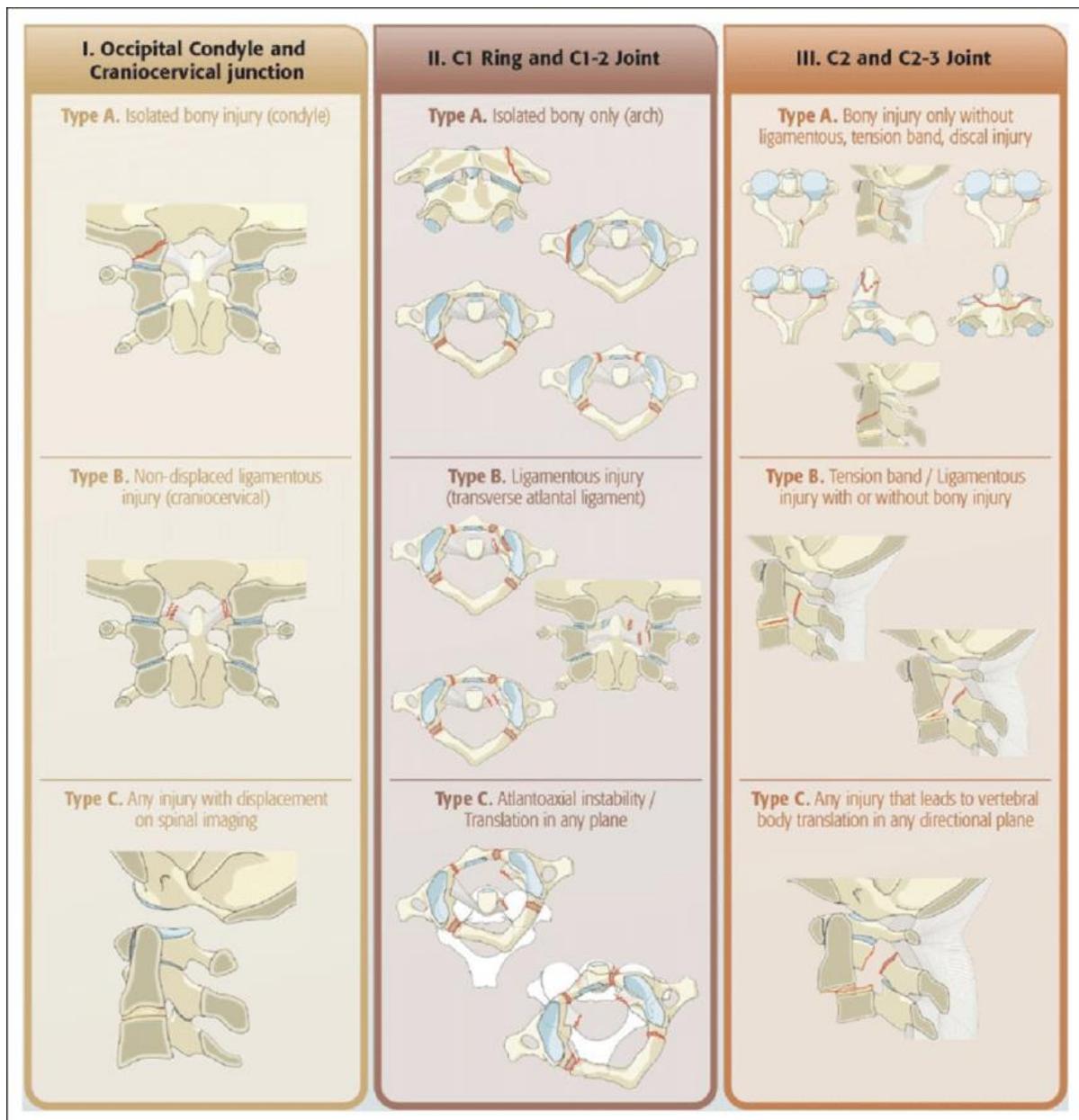


Figura 7 - AOSpine, tratto cervicale superiore

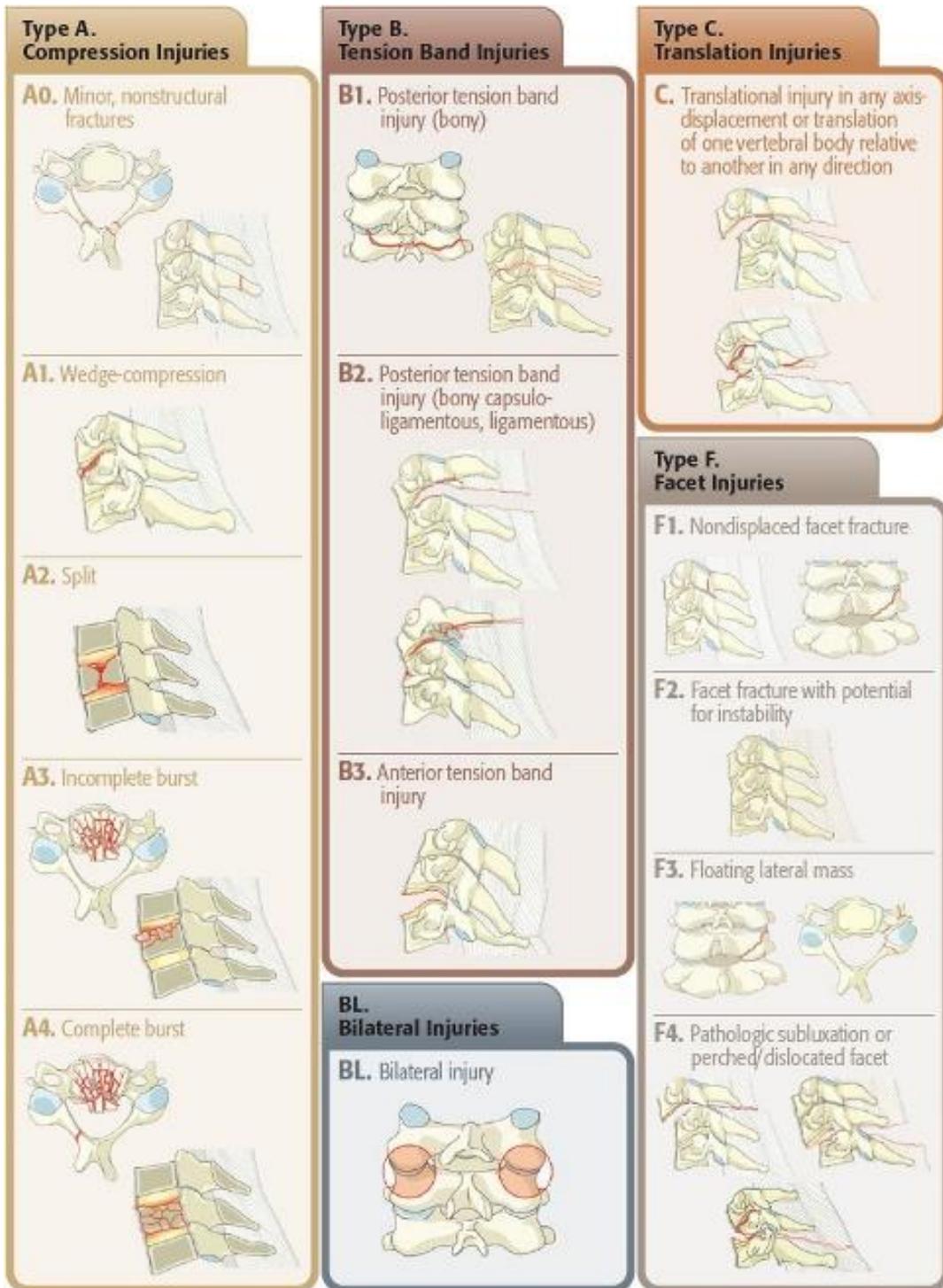


Figura 8 - AOSpine, tratto cervicale subassiale

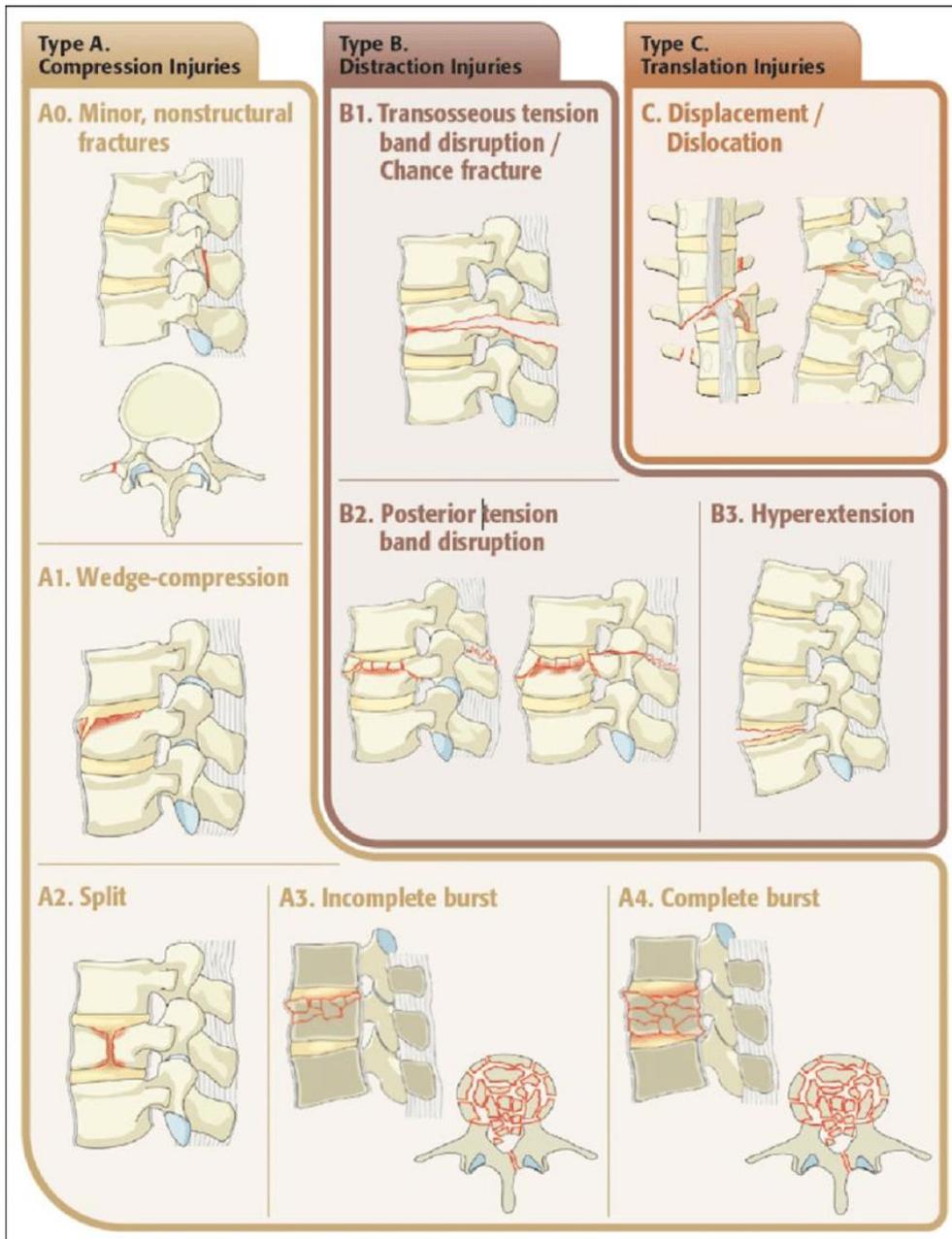


Figura 6 - AOSpine, tratto toracolombare

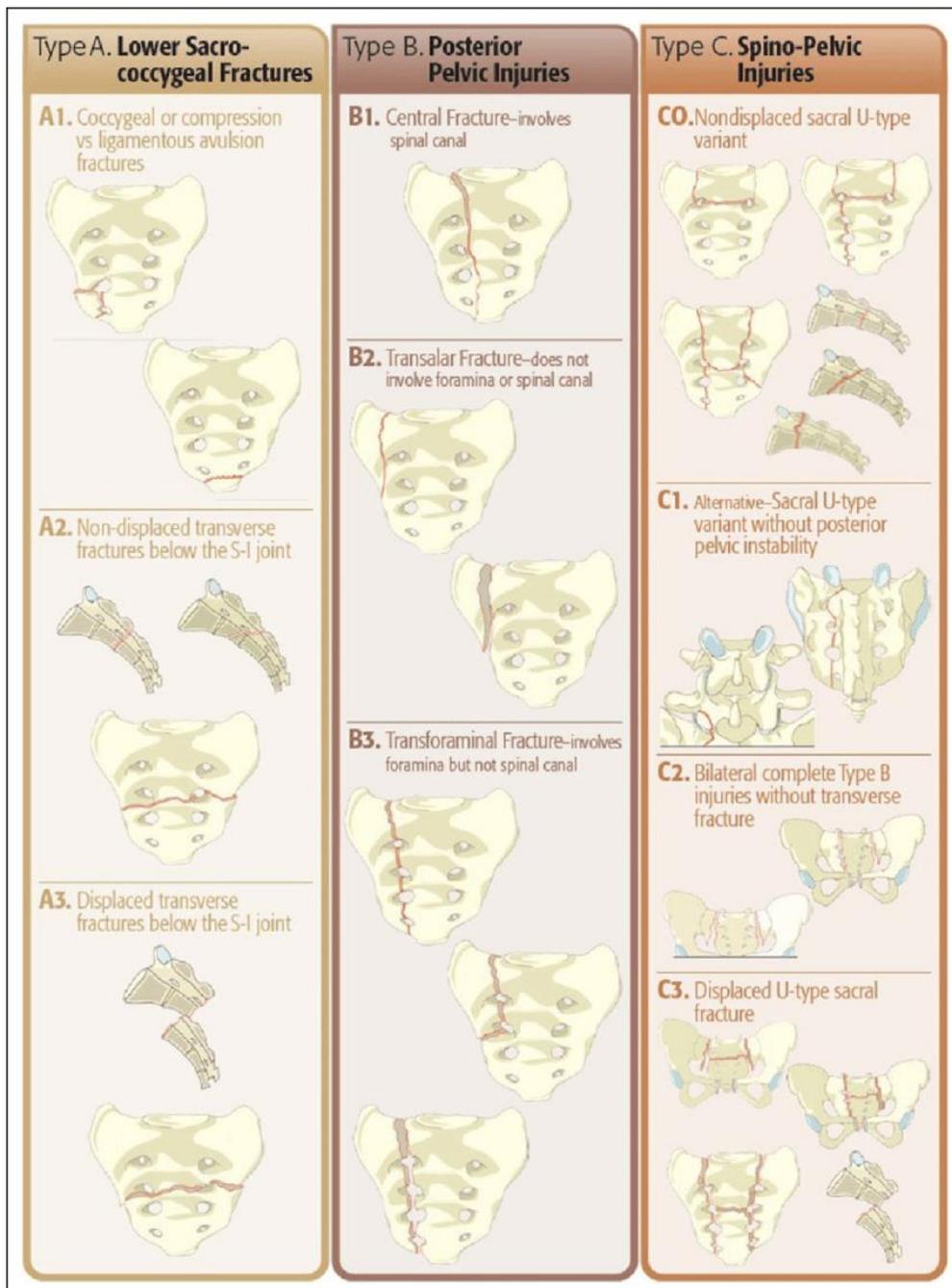


Figura 7 - AOSpine, tratto sacrale

Vengono valutati 3 differenti criteri, essenziali per comprendere la severità del danno e la prognosi del paziente: morfologia del danno, stato neurologico e varianti cliniche (*clinical modifiers*).

- La classificazione morfologica si basa sugli esami radiologici ed è diversa nelle varie regioni. Distingue le fratture in 3 tipi (A, B, C) con eventuali subclassificazioni se necessarie.
- Lo stato neurologico del paziente è un altro criterio importante e non varia nelle diverse regioni. Si indica con la lettera N seguita da un numero da 0 a 4 in base alla gravità dello stato evidenziata all'esaminazione clinica iniziale: N0 indica un paziente neurologicamente intatto; N1 indica un paziente con deficit neurologico transitorio che si è completamente risolto dopo

l'esame; N2 indica un danno ad una radice nervosa o radiculopatia; N3 indica un danno incompleto midollare o una sindrome della cauda equina completa o incompleta; N4 indica invece un danno midollare completo (ASIA A). Nei casi in cui il paziente non possa essere esaminato e quindi lo stato neurologico sia sconosciuto, si scrive invece Nx. Se la compressione midollare permane nel paziente con danno neurologico, si aggiunge alla fine il segno +.⁵

- I *clinical modifiers* rappresentano la forte eterogeneità dei pazienti affetti da trauma spinale. Si indicano con la lettera M seguita da un numero da 1 a 4 che descrive un differente tipo di danno non correlato ad un aumento della gravità del quadro. Descrivono caratteristiche specifiche del paziente e sono quindi importanti in quanto potrebbero condizionare la prognosi o il trattamento del paziente.⁴

1.2.1.1 LESIONI DI TIPO A

Coinvolgono la componente anteriore delle vertebre (il corpo vertebrale e/o il disco). Variano da lesioni clinicamente, a fratture da scoppio del corpo vertebrale con retropulsione del corpo vertebrale posteriore senza interruzione del complesso legamentoso posteriore e senza traslazione o spostamento.⁵ Possono presentarsi da sole o in combinazione con lesioni di Tipo B o C.⁶

Ne distinguiamo 5 sottotipi:

- A0 indica assenza di frattura vertebrale o fratture clinicamente insignificanti a livello dei processi spinoso e trasverso, senza instabilità meccanica o deficit neurologici.
- A1 sono fratture da compressione o da impatto, con frattura di una singola placca terminale senza coinvolgimento della parete posteriore del corpo vertebrale.
- A2 sono fratture aperte o “a tenaglia”, in cui la linea di frattura coinvolge entrambe le placche terminali ma non la parete vertebrale posteriore.
- A3 interessano una singola placca terminale coinvolgendo la parete vertebrale posteriore e il canale spinale. Le forze di compressione possono inoltre causare un aumento delle distanze interpeduncolari e la comparsa di fratture verticali della lamina. L'integrità del legamento posteriore è mantenuta e non c'è traslazione della vertebra.
- A4 sono fratture del corpo vertebrale, interessano sia le placche terminali (entrambe) che la parete posteriore. Come le lesioni di tipo A3, possono associarsi a fratture verticali della lamina ma senza la rottura del legamento posteriore. Comprendono anche le fratture aperte che coinvolgono il corpo vertebrale posteriore.⁵

1.2.1.2 LESIONI DI TIPO B

Possono interessare sia il legamento anteriore che il posteriore. Possono essere presenti in combinazione con fratture di Tipo A. Ne distinguiamo 3 sottogruppi:

- B1 sono lesioni date da un cedimento osseo monosegmentale con il legamento posteriore che si estende nel corpo vertebrali. Sono definite “fratture casuali” (chance fractures). Interessano un singolo corpo vertebrale. La frattura può estendersi attraverso il peduncolo e uscire dalla porzione posteriore della *pars interarticularis* nei tessuti molli posteriori o estendersi attraverso il processo spinoso prima di arrivare ai tessuti molli posteriormente.
- B2 sono caratterizzate da una rottura del legamento posteriore con o senza interessamento osseo. L’eventuale frattura da compressione di un corpo vertebrale associata dovrebbe essere classificata separatamente, in base al sottogruppo A corrispondente. Ad esempio, pazienti con frattura da scoppio in cui si è dimostrata alla RM l’interruzione del complesso legamentoso posteriore, vanno descritti come aventi una lesione di Tipo B2 con lesione del corpo vertebrale di Tipo A3 (in caso di frattura da scoppio incompleta) o A4 (in caso di frattura completa).
- B3 sono caratterizzate da rottura del legamento longitudinale anteriore, che ha la funzione di prevenire l’iperestensione. La lesione può svilupparsi attraverso il disco intervertebrale o il corpo vertebrale stesso (soprattutto nel caso di una colonna vertebrale anchilosante), ma rimane un perno posteriore intatto che impedisce eventuali dislocazioni grossolane. La rottura completa di questo perno posteriore rimuove questo blocco alla traslazione, di conseguenza la lesione sarà considerata di Tipo C con descrittore di Tipo B, anche in assenza di spostamento o traslazione al momento dell’insorgenza della lesione.⁵

1.2.1.3 LESIONI DI TIPO C

Le lesioni di Tipo C sono caratterizzate da uno spostamento oltre il range fisiologico delle porzioni craniale e caudale della colonna vertebrale su qualsiasi piano. Queste lesioni si presentano anche in presenza di distrazione di entrambi gli elementi vertebrali anteriore e posteriore, con quindi completa separazione degli stessi. Qualsiasi frattura del corpo vertebrale associata deve essere specificata separatamente con il Tipo A di appartenenza, così come qualsiasi lesione associata della fascia di tensione va specificata con il Tipo B di appartenenza, per comprendere maggiormente la morfologia della lesione.⁵

La classificazione AOSpine del tratto cervicale alto, prima di distinguere tra i Tipi A, B e C, definisce 3 sezioni anatomiche, ognuna delle quali comprende un elemento osseo e il complesso articolare al di sotto di questo: la prima sezione comprende il condilo occipitale e la giunzione cranio-cervicale; la seconda l’anello di C1 e la giunzione C1-C2; la terza comprende C2 e la giunzione C2-C3.⁴

Nel tratto cervicale basso, oltre alla suddivisione sopra descritta, si aggiunge un Tipo F, in quanto in alcuni casi la lesione principale si trova a livello delle faccette articolari, a volte anche senza frattura associata del corpo vertebrale. In caso di multiple lesioni sulla stessa faccetta andrà classificata solo quella di livello più alto. Se sono lesionate entrambe le faccette di una stessa vertebra, la lesione sulla faccetta destra va elencata prima di quella sulla sinistra. Il *modifier* “Bilaterale” viene usato se

entrambe le faccette hanno lo stesso Tipo di lesione. Distinguiamo 4 Tipi di lesioni delle faccette cervicali:

- F1 sono fratture non scomposte della faccetta superiore o inferiore, con un frammento di dimensioni inferiori a 1 cm, che coinvolge meno del 40% della massa laterale.
- F2 sono fratture ad instabilità potenziale della faccetta superiore o inferiore, con un frammento di dimensioni superiori ad 1 cm coinvolgente più del 40% della massa laterale, o con eventuali frammenti spostati.
- F3 è caratterizzata da una massa laterale fluttuante con rottura del peduncolo e della lamina e, di conseguenza, disconnessione di entrambi i processi articolari superiore e inferiore dal corpo vertebrale.
- F4 è caratterizzata da sublussazione o da una faccetta dislocata.⁶

Nel tratto sacrale, la distinzione in Tipo A, B e C si associa alla distinzione morfologica: il Tipo A comprende fratture sacro-coccigee basse, il Tipo B lesioni pelviche posteriori e il Tipo C comprende lesioni spino-pelviche.⁴

La probabilità di danno neurologico aumenta nei sottogruppi più alti.

1.2.2 FRATTURE CERVICALI

Le fratture del rachide cervicale possono essere definite stabili o instabili, a seconda della potenzialità di guarigione con trattamento conservativo o cruento.

Vanno distinte innanzitutto in base al coinvolgimento del rachide superiore (da C0 a C2), in quanto costituito da vertebre anatomicamente diverse, o del rachide subassiale (da C3 a C7).

CLASSIFICAZIONE E TRATTAMENTO DELLE FRATTURE DEL RACHIDE CERVICALE SUPERIORE

- Fratture del Condilo Occipitale (OCF). Sono rare. Dovrebbero essere sospettate in caso di presenza di almeno uno tra i seguenti criteri: pazienti con trauma contusivo che presentano lesioni craniocervicali ad alta energia, alterazioni della coscienza, dolore o dolorabilità occipitale, compromissione motoria cervicale, paresi dei nervi cranici inferiori, gonfiore dei tessuti molli retrofaringei. Possono essere distinte in 3 tipi secondo la classificazione di Anderson-Montesano⁷: il Tipo I sono fratture causate dal carico assiale, il Tipo II sono un'estensione di fratture della base del cranio, il Tipo III sono fratture dovute ad avulsione del condilo durante la rotazione, la flessione laterale o una combinazione di questi meccanismi. La scelta del trattamento dipende dall'estensione della dislocazione della frattura (che andrà visto alla TC) e da eventuale lesione legamentosa. Il trattamento è solitamente conservativo con immobilizzazione con collare rigido.⁸ Queste fratture sono associate raramente a deficit neurologici.⁸
- Dislocazione Atlanto-Occipitale (AOD). È rara e difficile da diagnosticare. È spesso fatale a causa di lesioni cerebrali, al midollo spinale o a strutture vascolari, soprattutto alle arterie

vertebrali. Nei pazienti che sopravvivono al danno iniziale, la diagnosi è spesso trascurata perché sono presenti contemporaneamente lesioni cerebrali traumatiche o traumi multiorgano. I pazienti che sopravvivono presentano danni neurologici, come debolezza, neuropatie craniche inferiori o tetraplegia. Distinguiamo 3 tipi di AOD, secondo la classificazione di Traynelis⁹: Tipo I in cui la dislocazione è anteriore, Tipo II in cui la dislocazione è verticale, Tipo III in cui la dislocazione è posteriore. Il trattamento della AOD è chirurgico, mirato a stabilizzare la giunzione cranio-cervicale e a evitare un deterioramento neurologico secondario. La fusione craniocervicale con fissazione interna (usando una placca Y o sistemi di placche occipitali di nuova generazione) è raccomandata per permettere una mobilizzazione precoce.¹⁰

- Fratture dell'Atlante. Rappresentano circa il 2-13% di tutte le fratture spinali cervicali acute¹¹. Sono spesso associate ad altre fratture della giunzione craniocervicale o a lesioni traumatiche legamentose. Le fratture da scoppio dell'Atlante sono causate da carichi assiali massivi e si verificano spesso nel solco vertebrale, in quanto è la componente più debole dell'arco. Queste fratture possono essere classificate in 5 tipi secondo la classificazione di Gehweiler¹²:
 - Tipo 1: fratture dell'arco anteriore;
 - Tipo 2: fratture dell'arco posteriore, solitamente bilaterali;
 - Tipo 3: fratture di arco anteriore e posteriore (frattura di Jefferson), sottoclassificate in tipo 3a in caso di integrità del legamento trasverso, 3b in caso di lesione di detto legamento (Dickman 1 se la lesione è intraligamentosa, 2 se si tratta di avulsione ossea dell'inserzione del legamento);
 - Tipo 4: fratture della massa laterale;
 - Tipo 5: fratture isolate dei processi trasversi.¹²

La decisione in merito al tipo di trattamento dipende dalla stabilità della frattura e dal tipo di frattura. Le fratture isolate dell'Atlante in cui il legamento trasverso sia intatto (quindi con stabilità C1-C2) sono suscettibili di trattamento conservativo con immobilizzazione cervicale (con collare rigido, *halo vest* o Minerva) per una durata di circa 10-12 settimane.¹³ In caso di rottura del legamento trasverso è raccomandata la fissazione esterna rigida (*halo vest* o Minerva) o il trattamento chirurgico di riduzione e fissazione interna atlanto-assiale.¹³

- Fratture del processo odontoide di C2. È la più comune lesione assiale. Il movimento Atlantoassiale è principalmente rotazionale, mentre il movimento traslazionale di C1 su C2 è limitato dal legamento trasverso dell'Atlante che centra il processo del dente sull'arco anteriore di C1. In caso di frattura del processo odontoide, si perde la limitazione al movimento traslazionale. La classificazione di Anderson-D'Alonzo¹⁴ distingue 3 tipi di fratture: il Tipo I comprende fratture oblique nella porzione apicale del processo odontoide; il Tipo II fratture alla base a livello della giunzione con il corpo dell'asse; il Tipo III fratture che si estendono nel corpo di C2. Questa classificazione fu modificata da Hadley¹⁵, che aggiunse un Sottotipo IIA, dato da fratture comminute coinvolgenti la base del dente, rappresentanti il 5% delle fratture di Tipo II e associate a grave instabilità e all'incapacità di ottenere e mantenere la riduzione e il riallineamento della frattura. La scelta tra trattamento chirurgico e non chirurgico dipende da fattori quali il tipo di frattura, il grado di spostamento iniziale del dente, l'angolazione e l'età del paziente¹⁶. Nelle fratture di Tipo I e di Tipo III stabili, l'immobilizzazione esterna con *halo vest* ha dato ottimi risultati in termini di fusione vertebrale nella maggioranza dei casi¹⁷. L'intervento chirurgico dovrebbe essere considerato

nelle fratture di Tipo II e di Tipo III nei casi di uno spostamento del dente superiore a 5 mm, frattura di Tipo IIA, incapacità di ottenere la riduzione della frattura, incapacità di ottenere la riduzione della frattura principale con l'immobilizzazione esterna¹⁶; le opzioni chirurgiche sono la sintesi mediante vite odontoide o l'artrodesi C1-C2.

- Spondilolistesi traumatica dell'Asse. Possono essere causate da lesioni da iperestensione, ad esempio in incidenti stradali, tuffi, cadute o impiccagioni giudiziarie⁸. Per quest'ultimo motivo, vengono definite *fratture di Hangman* (del boia). La classificazione di Levine e Edwards (derivata dalla classificazione di Effendi)¹⁸ ne distingue 3 tipi: Tipo I è una frattura senza deviazione angolare ma con deviazione traslazionale inferiore a 3.5 mm causata dal carico assiale e dall'iperestensione; nel Tipo II c'è uno spostamento significativo dovuto all'iperestensione e compressione con successiva flessione di rimbalzo; nel Tipo IIA si ha un piccolo spostamento traslazionale con ampia angolazione, e aumento dello spazio discale posteriore C2-C3 in seguito all'applicazione di una trazione che si manifesta a causa di una flessione-distrazione; nel Tipo III si ha un grosso spostamento traslazionale e angolare, con lussazione unilaterale o bilaterale delle faccette articolari C2-C3, che si verifica a causa di un meccanismo di flessione-compressione. Nella maggior parte dei casi, queste fratture possono essere trattate in maniera non chirurgica con 12 settimane di immobilizzazione cervicale con collare rigido o con *halo*¹⁶. Il trattamento chirurgico si effettua nei casi di angolazione grave (Effendi II), interruzione dello spazio discale C2-C3 (Effendi II e III), incapacità di stabilire o mantenere l'allineamento della frattura con l'immobilizzazione esterna.⁸

TRATTAMENTI SPECIFICI DELLE FRATTURE SUBASSIALI (C3-C7)

L'80% circa di tutte le lesioni della colonna cervicale interessano la porzione subassiale e sono spesso associate a deficit neurologici¹⁹. L'AOSpine^{4 5 6}, come visto precedentemente, distingue 3 tipi di fratture, con i relativi sottotipi, a cui aggiunge il Tipo F relativo alla frattura delle faccette articolari:

- Tipo A: fratture da compressione del corpo vertebrale, con fascia di tensione intatta. Se ne distinguono 5 sottogruppi. Queste fratture possono essere singole o associarsi a lesioni di Tipo B o C;
- Tipo B: fratture da distrazione, con lesione della fascia di tensione anteriore o posteriore, senza segni di traslazione o dislocazione dell'asse spinale. Se ne distinguono 3 sottogruppi;
- Tipo C: cedimento di tutti gli elementi con successiva dislocazione, traslazione o spostamento su qualsiasi piano.
- Tipo F: spesso nel tratto cervicale subassiale l'unica lesione, o comunque quella dominante, si trova a livello delle faccette articolari, e queste lesioni rappresentano il principale determinante della stabilità residua. Le lesioni possono colpire una o entrambe le faccette, con gravità diversa o uguale (in questo caso si userà il *modifier* "Bilaterale". Se ne distinguono 4 sottogruppi.

Nella maggior parte dei casi il trattamento è conservativo. La trazione e l'allettamento prolungato sono associati ad aumentate morbilità e mortalità e sono stati progressivamente abbandonati. Il trattamento chirurgico è solitamente indicato nelle forme instabili (soprattutto di tipo B e C). Le indicazioni al trattamento chirurgico sono: sintomatologia neurologica da compressione midollare,

lesione legamentosa determinante instabilità, deformità cifotica maggiore di 15°, compressione superiore al 40%, lussazione vertebrale, instabilità persistente con impossibilità a mantenere la riduzione²⁰. Il trattamento di fusione cervicale può essere eseguito per via posteriore o anteriore.

Le fratture di Tipo A1 coinvolgono esclusivamente un piatto vertebrale, possono essere trattate in maniera conservativa con collare rigido, mentre in caso di deformità superiori ai 15° si dovrebbe prendere in considerazione la stabilizzazione con fusione cervicale anteriore per ripristinare il corretto allineamento²⁰.

Le fratture di Tipo A2 (split coronale), coinvolgono entrambi i piatti vertebrali senza lesione del muro posteriore, sono suscettibili di trattamento chirurgico in presenza di sintomi neurologici, dislocazione di un frammento vertebrale posteriore, altrimenti il trattamento è generalmente conservativo²⁰.

Le fratture di Tipo A3 (fratture da scoppio) “semplici” senza complicanze potrebbero essere ridotte con la trazione e poi immobilizzate in *halo* per tre mesi, ma in alcuni casi si può sviluppare una perdita della correzione con instabilità tardiva, per cui possono essere trattate con corpectomia e ricostruzione della colonna anteriore con *cage* somatica o *graft* autologo mediante innesto osseo tricorticale e fissazione con placca.⁸

Le fratture di Tipo B1 coinvolgono elementi anteriori e posteriori con lesione esclusivamente ossea, possono essere trattate conservativamente con collare rigido ma, a causa delle numerose instabilità disco-legamentose tardive, vengono trattate chirurgicamente con fusione anteriore o posteriore, che riduce la durata del trattamento.²⁰

Le fratture di Tipo B2 e B3 sono molto instabili e quindi vengono trattate chirurgicamente con intervento di fusione anteriore²⁰.

Le fratture di Tipo C in generale sono molto instabili e quindi vengono trattate chirurgicamente. La tecnica combinata anteriore/posteriore dà un risultato migliore, ma in alcuni casi di fratture o lussazioni unilaterali un approccio singolo può talvolta essere sufficiente.⁸

1.2.3 FRATTURE TORACO-LOMBARI

Più del 50% di queste fratture coinvolgono il tratto T10-L2, il 16% circa coinvolgono il tratto toracico superiore e il 32% il tratto lombosacrale². Il maggior coinvolgimento del tratto toracolombare è dovuto al passaggio da un tratto toracico rigido ad uno lombare più mobile, al fatto che le ultime vertebre toraciche danno meno stabilità al tratto toracolombare rispetto alle altre, inoltre le faccette articolari della regione toracica sono orientate sul piano coronale (frontale), limitando la flessione e l'estensione mentre forniscono resistenza alla traslazione anteroposteriore, mentre nel tratto lombosacrale sono allineate con orientamento sagittale e quindi aumentano il grado di espansione in flessione ed estensione limitando invece la flessione laterale e la rotazione.

Circa il 30-50% di pazienti con frattura toracolombare traumatica non presentano sintomatologia neurologica²¹.

Al momento della lesione, diverse forze possono agire nella genesi del danno osseo e legamentoso. Tra queste, le più importanti sono:

- **Compressione assiale.** Il carico assiale di una vertebra comporta il cedimento della placca terminale seguito dalla compressione del corpo vertebrale. In base all'energia del trauma, si possono avere fratture "da scoppio" complete o incomplete. Solitamente gli elementi posteriori restano intatti, ma possono essere coinvolti in caso di compressioni gravi. La combinazione tra forze di compressione centrali dirette assialmente e forze di compressione eccentriche anteriori all'asse di rotazione (dato dal centro del nucleo polposo) portano ad una frattura di compressione "a cuneo", in cui il corpo vertebrale cede nella compressione mentre gli elementi legamentosi e ossei posteriori possono rimanere intatti o cedere per la tensione, in base all'energia del danno. Nell'ultimo caso si parla di danno da flessione-distrazione. La causa più comune di fratture da compressione sono traumi violenti in soggetti adulti, soprattutto incidenti stradali e cadute dall'alto. Negli anziani invece sono fratture osteoporotiche da traumi a bassa energia⁸.
- **Flessione/distrazione.** Le forze di flessione causano una compressione eccentrica dei corpi vertebrali e dei dischi e tensione degli elementi posteriori. In questo tipo di lesione, l'asse di flessione è spostato anteriormente e quindi tutta la colonna è sottoposta a forze di trazione che possono causare una lesione ossea pura, una lesione mista osteolegamentosa o una lesione dei tessuti molli (legamentosa o discale).
La distrazione porta a rottura orizzontale degli elementi anteriori e/o posteriori.
Una frattura da distrazione che si estende attraverso l'osso comprende una frattura orizzontale che inizia nel processo spinoso, continua con la lamina, i processi trasversi e si estende nei corpi vertebrali; in base all'asse di flessione si avrà la rottura o la compressione anteriore del corpo vertebrale e del disco. La causa tipica di queste lesioni è data da incidenti stradali in cui la vittima indossava la cintura di sicurezza, e sono associate a lesioni degli organi interni²².
- **Iperestensione.** Le forze di estensione si manifestano quando la parte superiore del tronco viene spinta posteriormente. La tensione è applicata anteriormente ai legamenti longitudinali anteriori e alle porzioni anteriori dell'anulus fibrosus, mentre le forze di compressione posteriormente. Questo causa una rottura dalla parte anteriore a quella posteriore con frattura delle faccette, della lamina e del processo spinoso. Un modello di questa lesione è la frattura-lussazione del boscaiolo (Lumberjack) data da una massa che colpisce la parte centrale della schiena del paziente causando rottura dei legamenti anteriori. È un modello molto instabile dovuto ad un meccanismo di trauma invertito in cui il disco si rompe dalla parte anteriore verso quella posteriore e tutta la lesione si espande verso la colonna posteriore diventando instabile contro le forze di estensione e di taglio.
- **Rotazione.** Sia le forze di compressione che di flessione-distrazione possono combinarsi con le forze di rotazione causando le lussazioni da fratture rotazionali. Quando le forze di rotazione aumentano, i legamenti e le faccette capsulari cedono e quindi si ha rottura degli elementi anteriori e posteriori, con una lesione molto instabile. Le forze di rotazione possono combinarsi anche con quelle di taglio dando anche in questo caso fratture molto instabili. I pazienti coinvolti sono stati scagliati contro un ostacolo o sono stati colpiti da un elemento molto pesante, e presentano in aggiunta dermoabrasioni e contusioni diffuse.
- **Taglio.** Queste forze producono una grave rottura legamentosa e possono provocare uno spostamento vertebrale. Tipica è la spondilolistesi traumatica anteriore che causa una lesione completa del midollo spinale.

Anche per queste fratture è importante la distinzione tra forme stabili e instabili.

La classificazione AOSpine^{4 5 6}, già spiegata precedentemente nel dettaglio, rappresenta il gold standard per l'inquadramento e il trattamento delle fratture spinali. Si basa sulla teoria delle due colonne e distingue le lesioni in tre tipi:

- Tipo A: lesioni da compressione dovute al carico assiale. Coinvolgono gli elementi anteriori (il corpo e/o il disco) e possono associarsi a lesioni clinicamente insignificanti dei processi trasverso o spinoso. Sono distinte in 5 sottotipi.
- Tipo B: lesioni da distrazione, dovute a flessione o estensione, coinvolgono la colonna anteriore e la posteriore e possono comportare interruzioni nelle strutture anteriori o posteriori. Ne distinguiamo 3 sottotipi.
- Tipo C: coinvolgono tutti gli elementi della vertebra, sono dovute alla combinazione tra forze di compressione, flessione o distrazione su tutti i piani.

Le lesioni più frequenti sono le fratture da impatto semplici (A1) e le fratture da scoppio (A3)²³.

La valutazione clinica di questi pazienti si pone l'obiettivo di identificare 3 elementi principali:

- La lesione spinale, in quanto spesso queste sono presenti nei politraumi ma non ne rappresentano una lesione prioritaria, con il rischio di ritardo nella diagnosi delle fratture toracolombari che implica una condizione instabile del paziente. Grazie all'utilizzo routinario della TC nei pazienti politraumatizzati, la diagnosi ritardata delle fratture spinali è diventata rara.
- Il deficit neurologico, tramite un accurato esame neurologico. Nei casi di deficit neurologico progressivo si rende necessario l'intervento chirurgico di decompressione spinale. La valutazione neurologica è effettuata secondo le linee guida dell'ASIA Impairment Scale³ e l'esame deve includere la ricerca di funzione sensitiva nei segmenti S4-S5, che determinerà la completezza del deficit e la prognosi.
- Concomitanti lesioni non spinali, di cui le più frequenti sono alla testa, al torace o alle ossa lunghe. Ad esempio, esiste un'associazione tra lesioni da flessione nella colonna lombare e danno addominale nelle lesioni legate alla cintura di sicurezza. Viceversa, specifici meccanismi di lesione e modelli di frattura dovrebbero portare alla ricerca mirata di lesioni spinali concomitanti.

Nei pazienti con danno spinale toracolombare i sintomi principali sono dolore, perdita di funzionalità, deficit sensitivo-motorio, disfunzione intestinale e vescicale⁸.

Queste fratture sono dovute solitamente a traumi ad alta energia, ma le fratture da compressione possono essere dovute anche a traumi meno gravi o essere spontanee come nell'osteoporosi²⁴.

È importante l'esame neurologico perché le fratture della giunzione toracolombare possono dare diversi tipi di lesioni neurologiche, come un danno al midollo spinale distale con deficit stenico di varia entità fino alla paraplegia, danno al cono midollare con malfunzionamento del sistema vegetativo, sindrome della cauda equina e danno alle radici dei nervi toracolombari.⁸

TRATTAMENTO NON CHIRURGICO

Le indicazioni a questo tipo di trattamento sono la presenza di sole lesioni ossee, l'assenza di deficit neurologici, di disallineamento, di grave distruzione ossea²⁵.

Il trattamento conservativo consiste solitamente nell'utilizzo per un periodo variabile di tempo di ortesi esterne⁸.

TRATTAMENTO CHIRURGICO

è il trattamento di scelta nel caso di fratture instabili, in quanto consente la mobilizzazione precoce del paziente, diminuzione del dolore, assistenza infermieristica facilitata (soprattutto nei pazienti politraumatizzati), rientro precoce al lavoro, ed evita complicanze neurologiche tardive²⁶.

Le indicazioni al trattamento chirurgico sono distinte in assolute e relative⁸:

- Assolute: paraparesi incompleta, deficit neurologico progressivo, compressione del midollo spinale con o senza deficit neurologico, dislocazione della frattura, grave cifosi segmentale (maggiore di 30°), lesioni legamentose predominanti.
- Relative: lesioni ossee pure, desiderio del paziente di un precoce ritorno alle normali attività, evitare a comparsa di cifosi secondaria, lesioni concomitanti (toraciche o cerebrali ad esempio), facilitare l'assistenza infermieristica nei pazienti paraplegici.

La gravità della lesione è correlata alla forza e alla durata della compressione, allo spostamento e all'energia cinetica. È raccomandata la precoce decompressione chirurgica nei casi di lesione midollare e di persistente compressione delle strutture neurologiche⁸.

Le tempistiche di intervento sono controverse e hanno dato risultati opposti in diversi studi. Tuttavia, la decompressione precoce delle strutture neurologiche sembra essere la pratica migliore e più utilizzata.

Per quanto riguarda la scelta della tecnica, questa dipenderà dall'esperienza del chirurgo e dalle sue preferenze. L'approccio può essere anteriore o posteriore.

Le tecniche effettuabili in approccio posteriore sono:

- Riduzione e stabilizzazione bisegmentale posteriore. Rappresenta il gold standard nella maggior parte delle fratture toracolumbari. Consente una fissazione sicura delle viti peduncolari nella vertebra intatta sopra e sotto la frattura. A seconda della comminuzione del corpo vertebrale fratturato, può essere necessario un ulteriore supporto anteriore per condividere il carico. È necessario un adeguato supporto della colonna anteriore e un'ottimale condivisione del carico da parte della colonna antero-posteriore.
- Riduzione posteriore e stabilizzazione multisegmentale. È indicata per le fratture molto instabili (Tipo C), che non possono essere ridotte e stabilizzate con una struttura a due livelli. Per ottenere una fissazione stabile si consiglia di fissare 2-3 segmenti al di sopra e al di sotto della lesione. La stabilizzazione posteriore precoce con innesto osseo aggiuntivo permette la fissazione stabile della colonna, la mobilizzazione precoce e la fusione ossea.

Le indicazioni principali per l'approccio anteriore sono un'insufficiente decompressione spinale o un insufficiente recupero dell'allineamento della colonna anteriore⁸. La compromissione del canale spinale in pazienti con deficit neurologici che non può essere risolto dal solo approccio dorsale richiede una decompressione anteriore. Un'altra indicazione è una frattura del corpo vertebrale con comminazione e dislocazione che non possa essere risolta con il solo approccio posteriore²⁷. Le fratture di Tipo A possono essere trattate con approccio solamente anteriore⁸. Alcune fratture selezionate di tipo B o C possono essere trattate con approccio anteriore usando una fissazione anteriore rigida per permettere la decompressione anteriore diretta degli elementi nervosi, il miglioramento dell'angolazione segmentale e un tasso di fusione accettabile senza il bisogno di strumentazione supplementare posteriore⁸.

Per ridurre il danno collaterale creato dall'ampio accesso chirurgico, sono stati sviluppati dei metodi mini invasivi. L'uso di sistemi di divaricazione mini invasivi, ad esempio, permette l'accesso alla colonna anteriore in modo aperto ma minimamente invasivo. La chirurgia spinale toracoscopica è un'altra tecnica che riduce le morbilità degli interventi estesi raggiungendo comunque gli obiettivi di decompressione, ricostruzione e stabilizzazione spinale. Con l'approccio transdiaframmatico è stato possibile aprire alla tecnica endoscopica la giunzione toracolombare, compresi i segmenti retroperitoneali della colonna. Diversi fattori hanno aperto l'intero spettro di chirurgie anteriori alle tecniche endoscopiche: una tecnica chirurgica standardizzata, strumenti e impianti sviluppati per la procedura endoscopica, impianti con placche e viti ad angolo stabile, sostituzioni del corpo vertebrale impiantabili per via endoscopica⁸.

Nelle fratture con comminazione della colonna anteriore spesso si ha un fallimento della stabilizzazione posteriore, per cui si preferisce eseguire una procedura in due fasi data da riduzione della frattura posteriore e stabilizzazione a due livelli, successivamente seguita da una chirurgia anteriore ritardata a seconda delle condizioni del paziente.⁸

1.3 TIMING CHIRURGICO

La scelta del tipo di trattamento (chirurgico o non chirurgico) è influenzata da diversi fattori quali il tipo di frattura, la stabilità della stessa e del paziente, il grado di coinvolgimento del midollo e/o delle radici (quindi se si tratta di fratture mieliche o amieliche).

Il trattamento conservativo (non chirurgico) di pazienti con frattura toracolombare da scoppio amielici (senza deficit neurologici), può essere effettuato con o senza l'utilizzo di un busto esterno²¹. Diversi studi hanno dimostrato infatti simili risultati clinici e radiografici in soggetti trattati con e senza l'utilizzo di busti, suggerendo che quindi non debbano essere utilizzati in tutti i casi, ma che il loro utilizzo vada deciso in base al tipo di paziente.^{21 28}

Una meta-analisi del 2021²⁹ riportava che il 9,2% dei trattamenti conservativi fallisce, richiedendo successivamente l'intervento chirurgico per il paziente, e definiva come predittori clinici e radiografici di fallimento un livello di dolore elevato al ricovero, deformità cifotica al ricovero, minore area residua del canale spinale e un elevato punteggio nello score McCormack LSC³⁰. Di conseguenza, furono proposte come indicazioni relative all'intervento chirurgico in questo tipo di

lesioni la presenza di un canale spinale compromesso per più del 50%, un angolo di Cobb cifotico >25° e un dolore alla schiena intrattabile.²¹

Se si decide di intervenire chirurgicamente, un parametro importante che può condizionare la guarigione del paziente e il suo ritorno ad una vita normale è il timing dell'intervento, cioè il numero di giorni che intercorrono tra l'evento traumatico e l'intervento chirurgico.

L'ottimizzazione del timing chirurgico rimane un argomento dibattuto e di grande interesse clinico, in quanto influenzata da diversi fattori, tra cui l'entità del trauma, eventuali altre lesioni concomitanti (ad esempio nei pazienti politraumatizzati), l'eterogeneità dei diversi pazienti, il loro stato di salute, la presenza di lesioni neurologiche, per citarne alcuni.

Ci sono molte più conoscenze e indicazioni ad intervenire il più presto possibile nei casi di lesioni del midollo spinale (che abbiamo già definito mieliche) secondarie a traumi a livello della colonna cervicale. Diversi studi hanno infatti confermato la sicurezza e i benefici dati da un intervento di decompressione spinale effettuato entro 24 ore in pazienti medicalmente stabili³¹. Lo stesso è stato definito per le lesioni mieliche riguardanti il tratto toracolombare. Si è evidenziato un miglioramento nello score ASIA³ nei pazienti operati entro 24-72 ore.³¹

La scarsità di lavori riguardanti il timing chirurgico adatto per intervenire sulle fratture vertebrali esclusivamente amieliche non permette, ad oggi, di avere evidenze chiare e forti da poter essere condivise e utilizzate a livello internazionale (si parla principalmente delle fratture mieliche, mentre le amieliche vengono tenute in secondo piano). Questo studio cerca, quindi, di contribuire ad aumentare e rafforzare queste evidenze, analizzando il decorso di 79 pazienti operati dal 2021 al 2023, in modo da migliorare le conoscenze riguardanti la correlazione tra un intervento eseguito in tempi brevi (entro 72 ore) e fattori quali l'outcome del paziente, la riduzione del ricovero ospedaliero, delle complicanze ospedaliere a cui il paziente potrebbe essere soggetto.

2. OBIETTIVI DELLO STUDIO

Il nostro studio si propone di esaminare la rilevanza del timing chirurgico nel trattamento delle fratture vertebrali amieliche attraverso un'analisi retrospettiva di casistica operatoria. Obiettivo del nostro studio è l'identificazione di correlazioni tra la tempistica dell'intervento chirurgico e gli esiti clinici, complicanze mediche, chirurgiche, mortalità e durata del ricovero.

L'obiettivo principale è quello di fornire una panoramica esaustiva delle evidenze attuali riguardanti l'impatto del timing chirurgico sulle fratture vertebrali amieliche, al fine di guidare le decisioni cliniche su quando sia meglio intervenire chirurgicamente sul paziente, se precocemente (quindi nelle prime 24-72 ore) o anche tardivamente (oltre le 72 ore) così da migliorare l'assistenza e il successivo outcome di questi pazienti.

3. MATERIALI E METODI

3.1 DISEGNO DELLO STUDIO

Abbiamo effettuato un'analisi retrospettiva di pazienti sottoposti a trattamento chirurgico per fratture vertebrali senza sintomatologia neurologica presso un unico centro di alta specializzazione (Unità di Neurochirurgia dell'Ospedale Universitario San Martino, Genova) dal 1° gennaio 2021 al 31 dicembre 2023. Tutti i pazienti sono stati sottoposti a un trattamento chirurgico eseguito da un chirurgo spinale esperto con competenze specifiche nel trattamento del trauma spinale.

Come da protocollo aziendale, tutti i pazienti hanno prestato un consenso informato all'utilizzo dei propri dati e dei dati riguardanti il ricovero a fini scientifici.

Sono stati raccolti dati demografici di base, clinici riguardanti le condizioni dei pazienti precedenti al trauma, dati riguardanti il trauma, il trattamento chirurgico e gli outcomes postoperatori, durata del ricovero e tipo di dimissione da documentazione clinica ricavata dal sistema informatico dell'ospedale.

Il tipo di trattamento chirurgico è stato scelto dal singolo chirurgo in base sia alle caratteristiche del singolo caso.

L'indicazione chirurgica è stata definita dalla necessità ripristinare la stabilità della colonna vertebrale, per caratteristiche di instabilità del singolo paziente o per caratteristiche del paziente che rendessero il trattamento chirurgico preferenziale rispetto al trattamento conservativo.

3.2 CRITERI DI INCLUSIONE ED ESCLUSIONE

Sono stati inclusi tutti i pazienti sottoposti ad intervento chirurgico per fratture vertebrali senza compromissione neurologica dal 1° gennaio 2021 al 31 dicembre 2023 presso l'U.O. di Neurochirurgia e Neurotraumatologia dell'Ospedale Policlinico San Martino.

Ai fini dello studio sono stati inclusi unicamente pazienti in cui la necessità di trattamento chirurgico fosse definita 'ab initio'. Sono stati pertanto esclusi i pazienti in cui il ritardo del trattamento chirurgico fosse dovuto ad un'errata o mancata diagnosi iniziale ed i pazienti in cui l'indicazione al trattamento chirurgico fosse secondaria al fallimento di un iniziale trattamento conservativo.

3.3 RACCOLTA DATI

Sono state riportate le fratture vertebrali che hanno necessitato trattamento chirurgico e la presenza di ulteriori fratture vertebrali trattate conservativamente. Il timing del trattamento chirurgico è stato definito in numero di giorni intercorsi tra il trauma causante la frattura vertebrale e la stabilizzazione chirurgica. È stato inoltre calcolato il tempo intercorso tra l'intervento chirurgico ed il termine del ricovero inteso come dimissione al domicilio, trasferimento in riabilitazione od in altro reparto non chirurgico a minore intensità di cure.

Sono state considerate come comorbidità: cardiopatie, problematiche neurologiche, diabete mellito, e trattamenti anticoagulanti o antiaggreganti. A fini statistici è stato calcolato il numero di comorbidità di ogni singolo paziente.

L'entità del trauma è stata definita utilizzando la 'Abbreviated Injury Scale', uno score numerico da 1 a 6 finalizzato a definire l'entità del danno derivante dal trauma che tiene in considerazione lesioni a livello encefalico, facciale, di collo, torace, addome, arti superiori e arti inferiori. A fini statistici abbiamo definito traumi più lievi per AIS ≤ 3 e traumi più severi per AIS > 3 .

Le complicanze cliniche riportate sono state polmoniti, sepsi, shock settico, complicanze vascolari, cardiache e decesso. Sono state riportate quali complicanze chirurgiche problematiche di ferita, problematiche correlate all'impianto di mezzi di sintesi e danni nervosi.

3.4 ANALISI STATISTICA

Le correlazioni fra variabili continue sono state analizzate calcolando la regressione lineare semplice fra di esse. Le differenze fra gruppi sono state analizzate utilizzando l'analisi della varianza (ANOVA) se i gruppi erano più di due. Se i gruppi erano due si è invece utilizzato il test t di Student. A seconda delle indicazioni sono state utilizzate le modalità di calcolo per dati appaiati o per dati non appaiati. Tutti i calcoli sono stati effettuati utilizzando il programma Prism (GraphPad Prism versione 9.5.1 per Windows, GraphPad Software, San Diego, California SA, <https://url.sand.esvalabs.com/?u=http%3A%2F%2Fwww.graphpad.com&e=6e63ff0b&h=0a9fa05b&f=n&p=y>).

3.5 ANALISI DELLA LETTERATURA

Per discutere i nostri risultati con le attuali evidenze scientifiche, abbiamo effettuato una revisione narrativa della letteratura.

Data la natura narrativa della nostra revisione, non è stata predefinita una strategia di ricerca formale. Ci siamo concentrati principalmente su articoli in lingua inglese pubblicati su PubMed/Medline, senza limiti di data di pubblicazione.

4. RISULTATI

In questo studio sono stati inclusi inizialmente 86 pazienti, ricoverati e successivamente operati presso l'U.O. di Neurochirurgia e Neurotraumatologia dell'Ospedale Policlinico San Martino dal 1° gennaio 2021 al 31 dicembre 2023. Di questi, 7 sono stati esclusi, alcuni in quanto inizialmente la loro frattura era rimasta misconosciuta e quindi non subito diagnosticata, altri perché inizialmente avevano effettuato un trattamento di tipo conservativo, eseguendo l'intervento chirurgico solo secondariamente al fallimento del primo trattamento. La sintesi dei dati è mostrata nella Tabella 1.

Tabella 1 - Sintesi dei dati

Variabili	Risultati
Età	
Media	57
Età >50 anni, n (%)	55 (69,6)
Età <50 anni, n (%)	24 (30,4)
Genere, n (%)	
Maschi	54 (68,4)
Femmine	25 (31,6)
Tipo di trauma, n (%)	
Incidente stradale	28 (35,4)
Caduta accidentale	19 (24,1)
Caduta dall'alto	32 (40,5)
Comorbidità, n (%)	
Nessuna	39 (49,4)
Almeno una	40 (50,6)
Regione vertebrale, n (%)	
Cervicale	20 (25,3)
Toracica	36 (45,6)
Lombare	23 (29,1)
AOSpine Score, n (%)	
A2	1 (1,3)
A3	6 (7,6)
A4	15 (18,9)
B1	1 (1,3)
B2	19 (24)
B3	13 (16,5)
C	24 (30,4)
Timing intervento	
Media	7
Early, entro 72 ore, n (%)	37 (46,8)
Late, oltre 72 ore, n (%)	42 (53,2)

Tra i 79 pazienti facenti parte dello studio si distinguono 54 maschi e 25 femmine (68,4 e 31,6% rispettivamente), di età compresa tra i 15 e gli 86 anni (con una età media di 57 anni e una mediana di 60 anni). In base all'età, utilizzando come cut-off i 50 anni di età, sono stati definiti due gruppi di pazienti: 55 pazienti (69,6%) con età superiore o uguale a 50 anni e 24 (30,4%) con età inferiore a 50 anni.

Al momento del ricovero, 40 pazienti (50,6%) presentavano almeno una comorbidità, mentre gli altri 39 pazienti (49,4%) non ne presentavano alcuna. In particolare, 33 pazienti (il 41,8 %) presentavano una cardiopatia, 7 (8,9%) erano affetti da Diabete Mellito, 13 (16,5%) da problematiche neurologiche e 15 (19%) facevano utilizzo di farmaci anticoagulanti o antiaggreganti.

Il trauma che ha causato la frattura vertebrale era nel 24.1% da caduta accidentale, nel 40.5% trauma da caduta dall'alto nel 35.4% trauma da incidente stradale.

14 pazienti (17.7%) presentavano lesioni oltre le fratture vertebrali per le quali si sono resi necessari ulteriori interventi chirurgici maggiori, 37 pazienti (46.8%) presentavano altre fratture associate trattate in maniera conservativa. 33 pazienti (41,7%) presentavano una o più ulteriori fratture vertebrali necessitanti stabilizzazione chirurgica.

Per quanto riguarda le lesioni insorte a causa del trauma, abbiamo analizzato le lesioni dei pazienti a diversi livelli: 23 pazienti (29,1%) riportavano lesioni a livello encefalico, 12 (15,2%) a livello facciale, 31 (39,2%) a livello del collo, 56 (70,9%) a livello toracico, 30 (38%) a livello addominale, 14 (17,7%) a livello degli arti superiori e 11 (13,9%) a livello degli arti inferiori. Questi dati sono stati poi elaborati utilizzando la classificazione AIS³²³³: 20 pazienti (25,3%) avevano un AIS di grado 1, 24 (30,4%) di grado 2, 19 (24%) di grado 3, 4 (5,1%) di grado 4, 7 (8,9%) di grado 5 e 3 (3,8%) di grado 6.

A causa della gravità dell'evento causante il trauma, per 13 pazienti (16,5%) si è dovuto ricorrere all'intubazione oro-tracheale (IOT), in modo da garantirgli ossigenazione e ventilazione artificialmente fino a quando non si fossero stabilizzati. 2 pazienti (2,5%) hanno necessitato dell'utilizzo di amine per cercare di compensare lo stato di shock in cui si trovavano e stabilizzarli.

Per quanto riguarda la sede della frattura vertebrale, le fratture hanno interessato principalmente la giunzione toracolumbare (D11-L1), seguita dal tratto dorsale D4-D6 e dal tratto cervicale alto (C2), gli altri tratti invece hanno visto un interessamento decrescente (Fig.11).

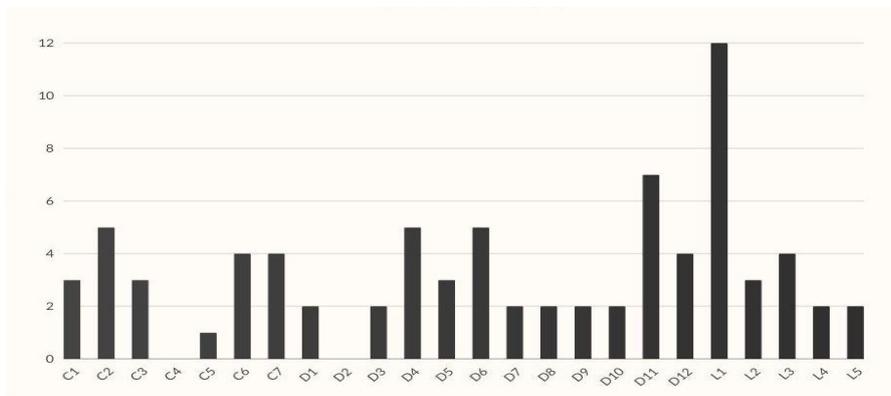


Figura 11 – Numero di fratture per livello

Le fratture sono state studiate utilizzando la Classificazione AOSpine⁴, che ha permesso di distinguere:

- 1 frattura (1,2%) di Tipo A2
- 6 fratture (7,6%) di Tipo A3
- 15 fratture (19%) di tipo A4
- 1 frattura (1,2%) di Tipo B1
- 19 fratture (24,1%) di Tipo B2
- 13 fratture (16,5%) di Tipo B3
- 24 fratture (30,4%) di Tipo C.

Il timing dell'intervento chirurgico è stato differente tra i vari pazienti, deciso in base a fattori quali le condizioni generali del paziente, la sua stabilità, eventuali comorbidità già presenti al momento del ricovero o lesioni legate al trauma che richiedevano un intervento prioritario, oppure altri fattori che implicavano la necessità di intervenire urgentemente per evitare l'insorgenza di complicanze importanti.

L'intervento chirurgico è stato precoce (effettuato entro 72 ore dall'evento traumatico) per 37 pazienti (46,8%), dei quali 6 sono stati operati entro 24 ore dal trauma. Gli altri 42 pazienti (53,2%) sono stati sottoposti a intervento chirurgico dopo più di 72 ore dall'evento traumatico. In generale, il timing medio dell'intervento è stato di 7 giorni, con una mediana di 4 giorni.

In seguito all'intervento chirurgico, il ricovero dei pazienti si è protratto in media per 17 giorni. Finito il ricovero, 52 pazienti (65,8%) sono stati dimessi al proprio domicilio e 24 (30,4%) in altri reparti a minore intensità di cura della struttura ospedaliera o in strutture riabilitative differenti, per proseguire le terapie necessarie ad una completa ripresa dello stesso paziente. 3 pazienti (3,8%) sono invece deceduti durante il ricovero ospedaliero.

I dati relativi ai diversi pazienti sono stati studiati e analizzati, permettendoci di giungere a diverse conclusioni.

Non si è evidenziata, innanzitutto, una correlazione tra l'età del paziente e la durata del ricovero ($p < 0.05$), quindi non per forza pazienti anziani hanno necessitato di un ricovero più lungo o pazienti più giovani di un ricovero più breve; al contrario, invece, si è visto che il timing dell'intervento chirurgico è correlato in maniera lineare ($p < 0.05$) con una minore durata del ricovero post-operatorio (Figura 12), quindi pazienti che sono stati operati precocemente hanno beneficiato di un ricovero di durata inferiore rispetto a chi è stato operato successivamente.

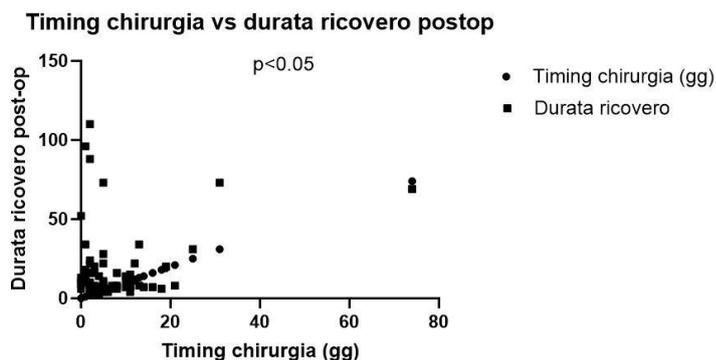


Figura 12

I pazienti sottoposti a chirurgia precoce spesso sono stati anche quelli con meno o senza comorbidità all'ingresso in reparto ($p < 0.01$, Figura 13). Nonostante ciò, tra i pazienti che hanno subito un intervento chirurgico precoce, si è evidenziata una significativa riduzione del ricovero post-operatorio proprio nei pazienti con almeno una comorbidità al momento del ricovero (si è evidenziata una correlazione lineare con $p < 0.01$, Figura 14), mentre nei pazienti senza comorbidità di base operati precocemente la riduzione del ricovero post-operatorio non è stata significativa ($p > 0.05$) (Figura 15).

Timing chirurgia e n° comorbidità di base

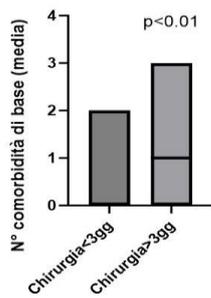


Figura 13

Timing e durata ricovero postop in pazienti con comorbidità

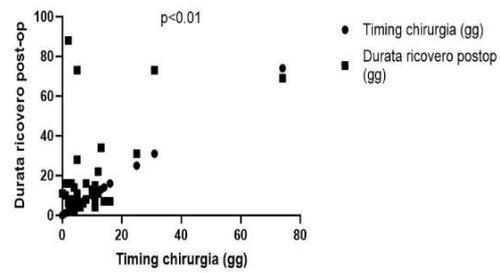


Figura 14

Timing e durata ricovero postop in pazienti senza comorbidità

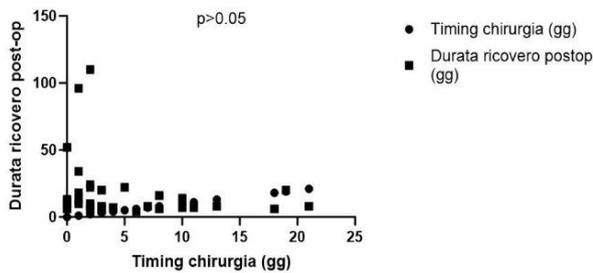


Figura 15

La chirurgia precoce (entro 72 ore dal trauma) ha mostrato una correlazione con un minor numero di complicanze mediche rispetto al numero di complicanze comparse nei pazienti operati oltre le 72 ore dal trauma ($p < 0.01$, Figura 16). Non si sono evidenziate differenze significative tra gli ISS (Injury Severity Score)³⁴ dei pazienti operati precocemente rispetto a chi è stato operato tardivamente.

Timing chirurgia e n° complicanze mediche

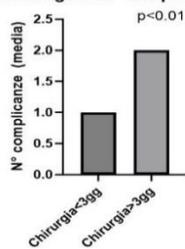


Figura 16

Il timing chirurgico di pazienti con più o meno di 50 anni non ha mostrato differenze significative. Per quanto riguarda le complicanze mediche, non ci sono state differenze numeriche tra pazienti che presentavano comorbidità di base e pazienti che invece non ne presentavano ($p > 0.05$, figura 17).

Complicanze mediche in pz con o senza comorbidità

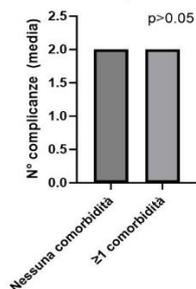


Figura 17

Quello che si è evidenziato però è che, nonostante la chirurgia precoce (entro 72 ore) sia associata a minori complicanze mediche sia nei pazienti con meno di 50 anni che in quelli con più di 50 anni (con correlazione lineare con $p < 0.05$, visibile in Figura 18 e Figura 19, rispettivamente), i pazienti con più di 50 anni operati precocemente hanno beneficiato di una ridotta degenza postoperatoria (correlazione lineare con $p < 0.001$, Figura 20), cosa non avvenuta per i pazienti con meno di 50 anni (correlazione lineare con $p > 0.05$, Figura 21).

Timing chirurgia e n° complicanze in pazienti con <50aa

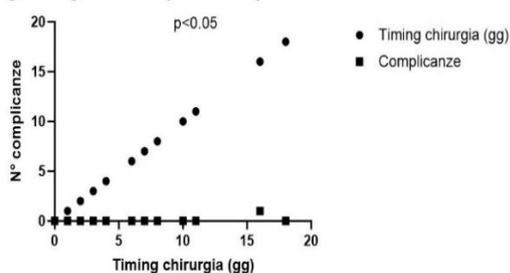


Figura 18

Timing chirurgia e complicanze mediche in pazienti con >50aa

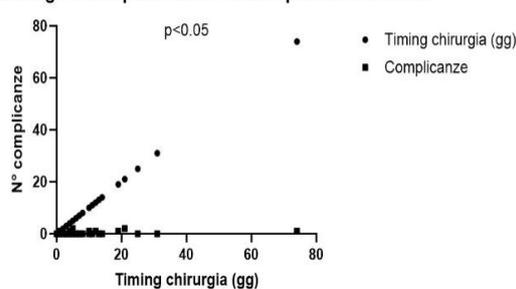


Figura 19

Timing chirurgia e durata ricovero in pazienti con >50aa

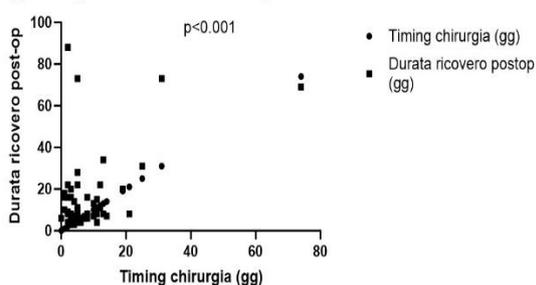


Figura 20

Timing chirurgia e durata ricovero in pazienti con <50aa

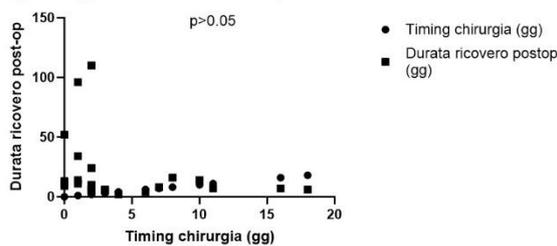


Figura 21

5. DISCUSSIONE

Il timing nell'intervento chirurgico delle fratture vertebrali amieliche rimane un argomento piuttosto controverso, a causa del limitato numero di pazienti e della scarsa presenza di studi prospettici deputati ad esaminare gli outcomes correlati al timing chirurgico in questo tipo di pazienti. Inoltre, la maggior parte dei dati disponibili derivano da analisi retrospettive di diversi database.³⁵

Sono molti meno gli studi che si sono posti l'obiettivo di definire se l'intervento precoce (effettuato entro 72 ore dall'evento traumatico) abbia un effettivo impatto sulla mortalità e sull'outcome del paziente rispetto ad un intervento tardivo (effettuato oltre le 72 dall'evento traumatico), spesso parlando principalmente delle fratture mieliche e solo secondariamente delle amieliche. Di conseguenza, sono poche anche le indicazioni esistenti per questo tipo di fratture.^{36 37}

Bisogna tenere conto del fatto che anche l'intervento precoce può essere rischioso, in primis per il paziente, in quanto potrebbe essere molto complesso e potrebbe peggiorare un danno sistemico preesistente, oltre ad associarsi ad un'aumentata perdita di sangue intraoperatoria con successiva ipotensione e causare un effetto deleterio su un midollo spinale già lesionato (nelle fratture mieliche), ma anche per il chirurgo, sia a causa di eventuali altre lesioni sottovalutate o non ancora diagnosticate che per l'intervento effettuato in condizioni non ottimali rispetto a quelle che sarebbero richieste dalla complessità dello stesso.^{2 38}

L'intervento precoce permette una mobilitazione più rapida del paziente, una ripresa più rapida, minor numero di giorni o anche assenza di necessità di ventilazione meccanica, molto meno dolore, un ricovero in un reparto ospedaliero o in terapia intensiva molto più breve, con quindi un basso rischio di infezioni e di complicanze soprattutto cardiache, tromboemboliche e respiratorie, e di conseguenza molti meno costi per la struttura ospedaliera.³⁹ Non ci sono evidenze chiare, tuttavia, sul fatto che la mortalità possa essere influenzata dal timing chirurgico.³⁶

È stato anche dimostrato che una stabilizzazione spinale effettuata oltre 72 ore dal trauma rappresenta un fattore di rischio indipendente per lo sviluppo di sepsi.³⁶

La principale ragione per stabilizzare precocemente le fratture amieliche della giunzione toracolombare sembrerebbe essere la riduzione delle complicanze mediche legate ad esempio al decubito, mentre altri tipi di problemi, come gli esiti neurologici, non sembrano essere influenzati dal timing chirurgico in pazienti neurologicamente stabili (amielici).⁴⁰

Nei pazienti con fratture amieliche instabili della giunzione toracolombare, si suggerisce quindi di effettuare la stabilizzazione chirurgica entro 72 ore dall'evento traumatico, non appena le condizioni del paziente siano stabili e permettano di eseguire un intervento sicuro, in modo da ridurre le complicanze ospedaliere, la durata del ricovero e l'utilizzo di risorse, valutando sempre rischi e benefici dell'intervento precoce sia in questo tipo di pazienti che in pazienti con lesioni multiple o con comorbilità mediche. Per questo motivo, secondo la classificazione AOSpine, nelle fratture di Tipo B e C l'intervento chirurgico precoce potrebbe essere più giustificato rispetto a quelle di Tipo A, in quanto queste sono di per sé più stabili.

Nonostante le evidenze numericamente limitate, si suggerisce di stabilizzare chirurgicamente le fratture vertebrali amieliche instabili precocemente (entro 72 ore dall'evento che le ha causate), in

pazienti ben rianimati e in condizioni stabili e che permettano di svolgere in sicurezza l'intervento chirurgico, in modo, come già detto, di ridurre la durata del ricovero e le complicanze mediche ospedaliere.

Negli ultimi anni si sta ponendo l'attenzione sulle differenze riguardo i diversi outcomes e il rischio di sviluppare complicanze ospedaliere tra gli interventi chirurgici effettuati precocemente e tardivamente in pazienti con fratture vertebrali, anche se, come già detto in precedenza, nella maggior parte dei casi sono studi misti, che includono sia pazienti con fratture mieliche (quindi in cui si ha anche un danno neuronale in quanto è coinvolto anche il midollo spinale) che amieliche (in cui non c'è coinvolgimento del midollo spinale, come nel nostro studio). Inoltre, tranne per qualche eccezione, questi studi hanno spesso un numero limitato di pazienti inclusi nella casistica, a causa dei differenti criteri di inclusione scelti o del numero inferiore rispetto al possibile numero di pazienti con fratture coinvolgenti il midollo osseo (mieliche).

Per i pazienti politraumatizzati è stato introdotto il concetto di *spinal damage control*², cioè controllo del danno spinale, che suggerisce di effettuare una immediata stabilizzazione posteriore della colonna vertebrale seguita successivamente, solo se necessario, da un intervento di stabilizzazione anteriore. Questo concetto è stato supportato da diversi studi che hanno mostrato che, in pazienti politraumatizzati, la stabilizzazione posteriore effettuata precocemente si associa ad un migliore outcome sia medico che socioeconomico². Naturalmente questo concetto non va esteso a qualsiasi paziente politraumatizzato in generale, ma dovrebbe rappresentare una parte di un trattamento personalizzato sul paziente in esame sulla base, ad esempio, del grado di stabilità della lesione spinale dato dalla classificazione AOSpine.^{2 36}

I principali risultati del nostro studio hanno mostrato come l'intervento chirurgico effettuato precocemente abbia avuto un impatto positivo maggiore in termini di riduzione della durata del ricovero post-operatorio nei pazienti con età maggiore di 50 anni (correlazione lineare con $p < 0.001$) e anche nei pazienti con almeno una comorbidità presente al momento del ricovero ospedaliero (correlazione lineare con $p < 0.01$). Nei soggetti più giovani, in salute e senza comorbidità presenti al momento del ricovero, invece, la durata della degenza post-operatoria non ha subito variazioni significative.

Diversi autori hanno riportato come l'intervento chirurgico precoce sia associato a diversi benefici: ridotta durata del ricovero ospedaliero, ridotta permanenza in Unità di Terapia Intensiva, minor numero di giorni sottoposti a ventilazione meccanica, minor rischio di sviluppare sepsi e minor numero di complicanze respiratorie, cardiologiche, tromboemboliche o infettive, con quindi un precoce ritorno ad una vita normale per il paziente e minori costi, soprattutto economici ma non solo, per l'Azienda Ospedaliera^{2 37 39}.

Non sono state riscontrate ancora chiare evidenze, invece, che l'intervento chirurgico precoce possa essere correlato ad un minor tasso di mortalità dei pazienti che vi sono sottoposti, rispetto ai pazienti operati più tardivamente.³⁵

Tra gli studi di nostra conoscenza, due si sono focalizzati esclusivamente sul timing chirurgico delle fratture vertebrali amieliche.

Lo studio di Pakzad et al.⁴¹, ha incluso 83 pazienti con fratture vertebrali a livello cervicale e toracolombare senza compromissione neurologica, con cutoff temporale più breve del nostro in quanto operati chirurgicamente entro o oltre 24 ore dal trauma. Non sono state evidenziate associazioni significative tra il timing chirurgico e l'età del paziente (come nel nostro studio), il livello di Injury Severity Score (ISS)³⁴ o la presenza di comorbidità di base. È stato evidenziato, invece, come i pazienti stabilizzati oltre le 24 ore dal trauma avessero un tasso di complicanze ospedaliere e legate al ricovero prolungato 8 volte superiore rispetto ai pazienti stabilizzati nelle prime 24 ore, con danni maggiori nei pazienti di età avanzata, con ISS elevato e con maggiori comorbidità; questo tasso è aumentato ulteriormente nei pazienti stabilizzati dopo più di 72 ore.

Lo studio di Kim et al.⁴² è un altro lavoro incentrato sulla ricerca del miglior timing chirurgico nelle fratture vertebrali instabili, senza coinvolgimento midollare. Sono stati inclusi 456 pazienti operati, come nel nostro studio, entro o oltre 72 ore dall'evento causante la frattura. È stata analizzata la correlazione tra il timing chirurgico e l'insorgenza di complicanze ospedaliere, la perdita di sangue intraoperatoria stimata, la durata della degenza postoperatoria in reparto o in Unità di Terapia Intensiva, i giorni in cui il paziente ha necessitato di ventilazione assistita. Anche in questo studio si è evidenziato che l'intervento tardivo si associa a maggiore durata del ricovero, sia nei reparti ospedalieri che in Unità di Terapia Intensiva, così come ad un maggior rischio di sviluppare complicanze e ad una prolungata necessità di ventilazione assistita. Entrambi gli studi confermano come sia necessario eliminare, nei limiti del possibile, tutte le cause mediche o non mediche che possano causare un ritardo nell'intervento chirurgico del paziente.

Lo studio di Ricciardi et al.³⁷ ha analizzato le complicanze post-operatorie in 40 pazienti politraumatizzati con frattura vertebrale toracolombare operati entro o oltre 72 ore dal momento del trauma. Anche in questo studio, come nel nostro, non si sono riscontrate differenze nei due gruppi sulla base della severità del trauma, ma si è potuto notare che, in generale, i pazienti operati precocemente erano per lo più giovani, emodinamicamente stabili, e spesso erano soggetti con associata compromissione neurologica. Il nostro studio ha analizzato 79 pazienti esclusivamente mielici e, nonostante anche nel nostro caso spesso i pazienti operati precocemente erano più giovani stabili e con meno comorbidità di base, nel nostro studio abbiamo posto in evidenza che i miglioramenti più significativi, in termini di riduzione della durata del ricovero postoperatorio, sono stati ottenuti non tanto dai pazienti più giovani e stabili, ma proprio dai pazienti con più comorbidità all'ingresso in Ospedale e con un'età maggiore di 50 anni.

Lo studio di Boakye et al.³⁹ ha incluso una coorte iniziale di 1506 pazienti, anche in questo caso si trattava sia di pazienti mielici che amielici, e ha riscontrato una significativa riduzione della durata del ricovero ospedaliero e dell'insorgenza delle diverse complicanze ospedaliere in tutti i pazienti operati chirurgicamente entro 72 ore dal trauma rispetto a chi è stato operato oltre le 72ore. Questo risultato, ottenuto anche grazie al grosso numero di pazienti inclusi nello studio, ha avvalorato ancora di più la tesi proposta da diverse altre analisi, secondo cui il più forte predittore dell'insorgenza di future complicanze ospedaliere sia proprio il timing dell'intervento chirurgico, maggiormente rispetto all'età del paziente, ad eventuali comorbidità mediche o all'Injury Severity Score. Lo stesso nostro studio, anche se con un numero di pazienti limitato rispetto al precedente, ci ha permesso di constatare un minor numero di complicanze insorte nei pazienti sottoposti ad intervento precoce (con correlazione lineare e $p < 0.05$), rispetto ai pazienti operati successivamente.

5.1. LIMITAZIONI

È importante sottolineare che ci sono stati dei limiti che possono aver condizionato i risultati del nostro studio. Il principale si può dire che sia stato il numero limitato dei pazienti inclusi, rispetto ad altri studi preesistenti, sia perché il nostro obiettivo era quello di basarci solo sullo studio delle fratture amieliche e non di fare un altro studio misto con pazienti sia mielici che amielici, sia perché alcuni pazienti sono stati esclusi in quanto misdiagnosticati subito dopo il trauma o perché inizialmente avevano eseguito un approccio di tipo conservativo, effettuando l'intervento chirurgico solo a causa del fallimento della metodica precedente.

Altre limitazioni potrebbero essere il fatto di non aver incluso tutti i fattori che possono condizionare il decorso clinico e gli outcomes dei diversi tipi di pazienti (ad esempio più comorbidità, un cutoff relativo all'età dei pazienti differente, ecc), soprattutto per quanto riguarda i pazienti politraumatizzati.

Sarebbe importante proseguire lo studio, aggiungendo ulteriori pazienti e includendo più fattori in modo da ottenere ulteriori evidenze e risultati riguardanti le conseguenze positive degli interventi svolti precocemente.

CONCLUSIONI

I risultati che abbiamo ottenuto ci permettono di continuare a supportare la scelta di intervenire precocemente negli interventi chirurgici di pazienti con fratture vertebrali amieliche, soprattutto grazie alle evidenze ottenute nei pazienti più "fragili", in quanto di età avanzata e presentanti comorbidità di base, in termini di riduzione del ricovero ospedaliero, con tutte le conseguenze che abbiamo visto ne derivano, quali la riduzione delle complicanze mediche, il ritorno più rapido ad una situazione sociale, familiare e lavorativa, senza dimenticare anche il minor utilizzo di risorse per l'Ospedale.

Si aggiungono quindi agli altri studi effettuati sullo stesso argomento, sperando di indirizzare ancora di più la ricerca di maggiori evidenze che permettano di avere un unico punto di vista sul timing in cui operare i pazienti con frattura della colonna vertebrale in assenza di coinvolgimento neurologico.

BIBLIOGRAFIA

1. Parizel, P. M. *et al.* Trauma of the spine and spinal cord: imaging strategies. *European Spine Journal* **19**, 8–17 (2010).
2. O’Boynick, C. P., Kurd, M. F., Darden, B. V., Vaccaro, A. R. & Fehlings, M. G. Timing of surgery in thoracolumbar trauma: is early intervention safe? *Neurosurg Focus* **37**, E7 (2014).
3. Roberts, T. T., Leonard, G. R. & Cepela, D. J. Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clin Orthop Relat Res* **475**, 1499–1504 (2017).
4. Divi, S. N. *et al.* AOSpine-Spine Trauma Classification System: The Value of Modifiers: A Narrative Review With Commentary on Evolving Descriptive Principles. *Global Spine J* **9**, 77S-88S (2019).
5. Vaccaro, A. R. *et al.* AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System. *Spine (Phila Pa 1976)* **38**, 2028–2037 (2013).
6. Schnake, K. J., Schroeder, G. D., Vaccaro, A. R. & Oner, C. AOSpine Classification Systems (Subaxial, Thoracolumbar). *J Orthop Trauma* **31**, S14–S23 (2017).
7. ANDERSON, P. A. & MONTESANO, P. X. Morphology and Treatment of Occipital Condyle Fractures. *Spine (Phila Pa 1976)* **13**, 731–736 (1988).
8. Aebi Max & Boos Norbert. *Spinal Disorders - Fundamentals of Diagnosis and Treatment*.
9. Traynelis, V. C., Marano, G. D., Dunker, R. O. & Kaufman, H. H. Traumatic atlanto-occipital dislocation. *J Neurosurg* **65**, 863–870 (1986).
10. Diagnosis and Management of Traumatic Atlanto-occipital Dislocation Injuries. *Neurosurgery* **50**, S105–S113 (2002).
11. Cloney, M. B., El-Teclé, N. & Dahdaleh, N. S. Traumatic atlas fracture patients comprise two subpopulations with distinct demographics and mechanisms of injury. *Clin Neurol Neurosurg* **221**, 107414 (2022).
12. Laubach, M. *et al.* Interobserver reliability of the Gehweiler classification and treatment strategies of isolated atlas fractures: an internet-based multicenter survey among spine surgeons. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* **48**, 601–611 (2022).
13. Isolated Fractures of the Atlas in Adults. *Neurosurgery* **50**, S120–S124 (2002).
14. Anderson, L. D. & D’Alonzo, R. T. Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg Am* **56**, 1663–74 (1974).

15. Hadley, M. N., Browner, C. M., Liu, S. S. & Sonntag, V. K. New subtype of acute odontoid fractures (type IIA). *Neurosurgery* **22**, 67–71 (1988).
16. Isolated Fractures of the Axis in Adults. *Neurosurgery* **50**, S125–S139 (2002).
17. Greene, K. A. *et al.* Acute Axis Fractures. *Spine (Phila Pa 1976)* **22**, 1843–1852 (1997).
18. Marcon, R. M. *et al.* Fractures of the cervical spine. *Clinics* **68**, 1455–1461 (2013).
19. ANDERSON, P. A., HENLEY, M. B., GRADY, M. S., MONTESANO, P. X. & WINN, H. R. Posterior Cervical Arthrodesis with AO Reconstruction Plates and Bone Graft. *Spine (Phila Pa 1976)* **16**, S72–S79 (1991).
20. Treatment of Subaxial Cervical Spinal Injuries. *Neurosurgery* **50**, S156–S165 (2002).
21. Tanasansomboon, T. & Kittipibul, T. Thoracolumbar Burst Fracture without Neurological Deficit: Review of Controversies and Current Evidence of Treatment. in.
22. ANDERSON, P. A., RIVARA, F. P., MAIER, R. V. & DRAKE, C. The Epidemiology of Seatbelt-associated Injuries. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* **31**, 60–67 (1991).
23. Magerl, F., Aebi, M., Gertzbein, S. D., Harms, J. & Nazarian, S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *European Spine Journal* **3**, 184–201 (1994).
24. Kim, D. H., Silber, J. S. & Albert, T. J. Osteoporotic vertebral compression fractures. *Instr Course Lect* **52**, 541–50 (2003).
25. Rechtine, G. R. Nonsurgical treatment of thoracic and lumbar fractures. *Instr Course Lect* **48**, 413–6 (1999).
26. Denis, F., Armstrong, G. W., Searls, K. & Matta, L. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment. *Clin Orthop Relat Res* 142–9 (1984).
27. HAAS, N., BLAUTH, M. & TSCHERNE, H. Anterior Plating in Thoracolumbar Spine Injuries Indication, Technique, and Results. *Spine (Phila Pa 1976)* **16**, S100–S111 (1991).
28. Wallace, N., McHugh, M., Patel, R. & Aleem, I. S. Effects of Bracing on Clinical and Radiographic Outcomes Following Thoracolumbar Burst Fractures in Neurologically Intact Patients. *JBS Rev* **7**, e9–e9 (2019).

29. Tan, T. *et al.* Rate and Predictors of Failure in the Conservative Management of Stable Thoracolumbar Burst Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Global Spine J* **12**, 1254–1266 (2022).
30. Filgueira, É. G., Imoto, A. M., da Silva, H. E. C. & Meves, R. Thoracolumbar Burst Fracture: McCormack Load-sharing Classification. *Spine (Phila Pa 1976)* **46**, E542–E550 (2021).
31. Kato, S. *et al.* Does Surgical Intervention or Timing of Surgery Have an Effect on Neurological Recovery in the Setting of a Thoracolumbar Burst Fracture? *J Orthop Trauma* **31**, S38–S43 (2017).
32. Palmer, C. S., Gabbe, B. J. & Cameron, P. A. Defining major trauma using the 2008 Abbreviated Injury Scale. *Injury* **47**, 109–115 (2016).
33. Rau, C.-S. *et al.* Same Abbreviated Injury Scale Values May Be Associated with Different Risks to Mortality in Trauma Patients: A Cross-Sectional Retrospective Study Based on the Trauma Registry System in a Level I Trauma Center. *Int J Environ Res Public Health* **14**, 1552 (2017).
34. Dehouche, N. The injury severity score: an operations perspective. *BMC Med Res Methodol* **22**, 48 (2022).
35. Xing, D. *et al.* A methodological systematic review of early versus late stabilization of thoracolumbar spine fractures. *European Spine Journal* **22**, 2157–2166 (2013).
36. Kobbe, P. *et al.* Early Spinal Injury Stabilization in Multiple-Injured Patients: Do All Patients Benefit? *J Clin Med* **9**, 1760 (2020).
37. Ricciardi, G. A. *et al.* Early postoperative complications of thoracolumbar fractures in patients with multiple trauma according to the surgical timing. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* **66**, 371–379 (2022).
38. Bellabarba, C., Fisher, C., Chapman, J. R., Dettori, J. R. & Norvell, D. C. Does Early Fracture Fixation of Thoracolumbar Spine Fractures Decrease Morbidity or Mortality? *Spine (Phila Pa 1976)* **35**, S138–S145 (2010).
39. Boakye, M., Arrigo, R. T., Gephart, M. G. H., Zygorakis, C. C. & Lad, S. Retrospective, Propensity Score-Matched Cohort Study Examining Timing of Fracture Fixation for Traumatic Thoracolumbar Fractures. *J Neurotrauma* **29**, 2220–2225 (2012).
40. Landi, A. *et al.* Correlation Between Timing of Surgery and Outcome in ThoracoLumbar Fractures: Does Early Surgery Influence Neurological Recovery and Functional Restoration? A Multivariate Analysis of Results in Our Experience. in 231–238 (2017). doi:10.1007/978-3-319-39546-3_35.

41. Pakzad, H. Delay in operative stabilization of spine fractures in multitrauma patients without neurologic injuries: effects on outcomes. *Canadian Journal of Surgery* **54**, 270–276 (2011).
42. Kim, E. J. *et al.* Timing of Operative Intervention in Traumatic Spine Injuries Without Neurological Deficit. *Neurosurgery* **83**, 1015–1022 (2018).

RINGRAZIAMENTI

Tengo molto a ringraziare il Professor Fiaschi e il Dottor Balestrino per la pazienza, la gentilezza e la disponibilità avute nei miei confronti, e per gli insegnamenti e l'aiuto dati durante la compilazione di questo lavoro.