

## **INDICE**

<b>INTRODUZIONE</b> .....	3
<b>CAPITOLO 1: VALUTAZIONE CLINICA</b> .....	5
<b>1.1 PRIMO INTERVENTO</b> .....	5
<b>1.2 ESAME NEUROLOGICO</b> .....	9
<b>1.3 DIAGNOSTICA COLLATERALE</b> .....	13
1.3.1 ESAME RADIOGRAFICO .....	13
1.3.2 DIAGNOSTICA PER IMMAGINI AVANZATA .....	15
1.3.3 ANALISI DEL LIQUIDO CEFALORACHIDIANO.....	17
1.3.4 TEST ELETTRODIAGNOSTICI .....	17
<b>CAPITOLO 2: TRATTAMENTO</b> .....	18
<b>2.1 TRATTAMENTO DEL TRAUMA SPINALE</b> .....	18
2.1.1 CORTICOSTEROIDI .....	18
2.1.2 METIL PREDNISOLONE SODIO SUCCINATO.....	19
<b>2.2 BIOMECCANICA DELLE FRATTURE-LUSSAZIONI SPINALI</b> .....	20
<b>2.3 STABILIZZAZIONE DELLA LESIONE</b> .....	23
2.3.1 TRATTAMENTO MEDICO-CONSERVATIVO .....	24
2.3.2 TRATTAMENTO CHIRURGICO .....	25
2.3.2.1 CONSIDERAZIONI ANESTSIOLOGICHE .....	25
2.3.2.2 FISSAZIONE SCHELETRICA ESTERNA .....	28
2.3.2.3 FISSAZIONE INTERNA .....	29
2.3.3 CURE POST-OPERATORIE .....	33
2.3.4 COMPLICAZIONI INTRAOPERATORIE .....	33
2.3.5 COMPLICAZIONI POSTOPERATORIE.....	33
<b>2.4 SCELTA DEL TRATTAMENTO</b> .....	34
2.4.1 VALUTAZIONE DELLA SENSIBILITA' PROFONDA .....	35
2.4.2 LOCALIZZAZIONE ANATOMICA DELLA LESIONE .....	39
2.4.2.1 INSTABILITA' ATLANTO-ASSIALE .....	39
2.4.2.2 COLONNA CERVICALE CERVICALE.....	40
2.4.2.3 COLONNA TORACICA E LOMBARE .....	41
2.4.2.4 L6-L7 E GIUNZIONE LOMBOSACRALE.....	41
2.4.2.5 LESIONI DEL SACRO, COCCIGE E DELLA CODA .....	42
<b>CAPITOLO 3: DECORSO</b> .....	43

<b>3.1 CURE INFERMIERISTICHE</b> .....	43
<b>3.2 FISIOTERAPIA</b> .....	44
<b>3.3 CONTROLLO DELLA FUNZIONE URINARIA</b> .....	45
3.3.1 DISTURBI DELLA MINZIONE.....	45
3.3.2 TRATTAMENTO FARMACOLOGICO DEI DISTURBI DELLA MINZIONE ....	46
3.3.3 SVUOTAMENTO ASSISTITO DELLA VESCICA .....	46
<b>CAPITOLO 4: ESPERIENZE PERSONALI</b> .....	49
<b>4.1 OBIETTIVO</b> .....	49
<b>4.2 MATERIALI E METODI</b> .....	49
<b>4.3 RISULTATI</b> .....	69
<b>4.4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI</b> .....	69
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	72

## **INTRODUZIONE**

Le fratture e lussazioni della colonna vertebrale sono classificate in patologiche e traumatiche. Le fratture-lussazioni patologiche si verificano solitamente quando un'instabilità legamentosa, congenita od ereditaria, diminuisce il supporto legamentoso della colonna vertebrale, come nel caso dell'instabilità atlanto assiale, o quando l'integrità ossea viene compromessa da una patologia sottostante, come patologie ossee di natura metabolica, nutrizionale o neoplastica. Tuttavia le fratture e le lussazioni vertebrali nei cani e nei gatti derivano, il più delle volte, da un trauma fisico diretto che nel 90% dei casi è rappresentato da incidenti automobilistici, mentre cause meno frequenti sono rappresentate da ferite da morso e ferite da arma da fuoco (Selcer et al, 1991). Le fratture-lussazioni traumatiche sono provocate da forze che causano grave iperestensione, iperflessione, compressione assiale e rotazione e spesso si verificano in prossimità di un punto di congiunzione tra un segmento mobile ed uno più rigido della colonna vertebrale. La colonna vertebrale toracolombare è la sede spinale in cui si verificano più frequentemente traumi e lussazioni e, nel 50-60% dei pazienti che hanno subito un trauma ottuso della colonna, si osservano fratture o lussazioni tra T11 e L6 (Selcer et al, 1991). Pare che la maggiore incidenza di fratture-lussazioni in alcune sedi particolari della colonna vertebrale non sia imputabile a differenze anatomiche della muscolatura o delle iniezioni legamentose, ma piuttosto alla presenza di zone di transizione tra parti mobili ed altre più rigide del rachide (come ad esempio il terzo toracico caudale e quello lombare della colonna vertebrale) che agiscono come fulcro in cui si concentrano le forze. L'incapacità della colonna nel sostenere tali sollecitazioni meccaniche provoca un'interruzione della sua continuità con conseguente compressione del midollo e delle radici nervose (Fossum TW, 2002). Al momento del trauma, il midollo spinale può essere contuso o lacerato, il che può essere seguito da una compressione o da una distrazione prolungata.

La gravità di una lesione al midollo spinale è legata a tre fattori principali:

- La velocità con cui la forza compressiva viene applicata
- Il grado di compressione (deformazione trasversa del midollo spinale)
- La durata della compressione.

Gli obiettivi immediati nel trattamento delle fratture o lussazioni vertebrali sono:

- Il riallineamento delle vertebre colpite
- La decompressione del midollo spinale
- La stabilizzazione delle vertebre coinvolte

Il trattamento può determinare un miglioramento dello stato neurologico e può prevenire un'ulteriore perdita della funzione neurologica in termini brevi (da instabilità o da malarticolazione) e in termini lunghi (da un'eccessiva formazione cicatriziale, da una leggera degenerazione articolare con ipertrofia del tessuto molle o esostosi) (Sturges BK and LeCouteur RA, 2003).

# **CAPITOLO 1: VALUTAZIONE CLINICA**

## **1.1 PRIMO INTERVENTO**

Circa il 90% delle fratture-lussazioni vertebrali riconosce un'eziologia traumatica (Selcer et al, 1991). I traumi sono solitamente dovuti ad incidenti automobilistici, cadute, combattimenti con altri animali e atti di crudeltà umana (Hawtorn et al, 1999; Prolux et al, 1998). Il quadro sintomatologico di un paziente traumatizzato dipende dal danno iniziale e da tutti i processi patogenetici secondari ad esso, alcuni dei quali sono messi in atto dall'organismo stesso nel tentativo di compensare i deficit. Il clinico non può intervenire sulla prima fase, durata spesso una frazione di secondo, ma può farlo sui processi secondari, che non raramente sono più gravi, rispetto al danno iniziale, per la salute del paziente (Bernardini M, 2002).

In presenza di un paziente traumatizzato la prima regola è non soffermarsi sulle lesioni più evidenti. L'esame clinico deve essere completo e riguardare tutti gli apparati. Poiché un agente traumatizzante che sia in grado di danneggiare la colonna vertebrale ha solitamente un'elevata energia, il paziente affetto da lesioni traumatiche in questa sede si presenta spesso politraumatizzato; infatti circa il 50% dei soggetti con fratture-lussazioni vertebrali ha un altro problema associato come pneumotorace, contusione polmonare, ernia diaframmatica, lesioni dell'apparato urogenitale ed altre lesioni ortopediche (Selcer et al, 1991). I danni extraneurali possono essere meno evidenti in un primo momento, ma costituire il pericolo principale per la vita del paziente, oppure possono occultare il quadro neurologico (Kovacic JP, 1994).

Quando ci si presenta un paziente traumatizzato è di fondamentale importanza agire rapidamente. Il primo contatto tra cliente e veterinario avviene spesso telefonicamente. Le informazioni ottenute dalla conversazione telefonica potrebbero essere utili per il triage del paziente, per formulare una diagnosi di sospetto e per dare al proprietario indicazioni utili di primo soccorso; ad esempio quando si sospettano



Fig. 1.1 Esempio di cane fissato su di un supporto rigido (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

traumi cranici o della colonna, e quando l'animale è incosciente, è utile suggerire l'utilizzo di un supporto rigido sul quale adagiare e fissare l'animale ad esempio con nastro adesivo (Viganò F e Colombo A, 2003) (Fig. 1.1).

Quando questo non fosse possibile, all'arrivo dell'animale è importante individuare le emergenze che richiedono un pronto intervento senza triage quali perdita di coscienza, ostruzione delle vie aeree, assenza di polso o di respiro, presenza di emorragie gravi. Si devono quindi esaminare attentamente nell'ordine le vie aeree, il respiro e l'apparato cardiovascolare secondo lo schema **ABC**:

- **A (Airway)** Vie aeree: deve essere assicurata la pervietà delle vie aeree. Si ispeziona la cavità oro-nasale e la si libera dal materiale eventualmente presente (vomito, sangue, saliva, schiuma, corpi estranei). Tale operazione può essere agevolata mettendo il paziente in decubito laterale con la testa estesa in posizione declive così da favorire la fuoriuscita di eventuali secrezioni. L'uso di un aspiratore capace di generare un vuoto di 300 mmHg è particolarmente utile per aspirare il materiale presente nelle parti più difficili da raggiungere con altri strumenti (ad es. faringe, regione perilaringea, laringe, trachea).
- **B (Breathing)** Respiro: respiro e ventilazione devono essere adeguati. Se il paziente è incosciente occorre osservare se respira. Se il soggetto non è cosciente e non respira si procede all'intubazione oro-tracheale e, utilizzando un pallone di Ambu connesso ad una bombola di ossigeno, si comincia una ventilazione assistita con due lunghe insufflazioni iniziali seguite da insufflazioni continue alla frequenza di 12-20 al minuto sino alla ripresa della respirazione spontanea. Se non fosse possibile intubare, si può ricorrere alla respirazione bocca naso. Un'ulteriore manovra può essere rappresentata dalla tracheotomia d'urgenza effettuata perforando per via transcutanea la trachea e somministrando ossigeno tramite un qualunque catetere (ad es. endovenoso). Se il paziente è cosciente, ma si sospetta o si diagnostica un'ipossia, occorre somministrare ossigeno tramite un tubo da porre nelle vicinanze delle coane, un catetere endonasale, una maschera facciale o una camera ad ossigeno.
- **C (Cardiovascular)** Attività cardiocircolatoria: si può valutare contemporaneamente all'attività respiratoria palpando la presenza-assenza dei polsi periferici e del'itto cardiaco. La ricerca dei polsi può essere un problema nei pazienti ipotermici nei quali la perfusione periferica è notevolmente diminuita in seguito alla fisiologica vasocostrizione. La scomparsa del polso

femorale indica una pressione arteriosa inferiore ai 50-60 mmHg. In un soggetto privo di coscienza e con assenza di polso si deve sospettare una grave ipotensione o un arresto cardiaco da trattare immediatamente con una rianimazione cardiopolmonare. Le perdite di sangue devono essere arrestate immediatamente. A tal fine si possono utilizzare compresse sterili imbevute di soluzione fisiologica premute sulla parte. Se l'emorragia interessa la parte distale degli arti possiamo applicare una cuffia per sfigmomanometro, portarla ad una pressione di 200 mmHg e mantenerla per 10-12 minuti ad intervalli di 2-3 minuti per un massimo di 2 ore. La cuffia permette di non ledere le strutture vascolari, evitando così i danni ischemici prodotti da lacci troppo stretti. Le emorragie provenienti dal capo e dalla regione cervicale anteriore possono essere rallentate comprimendo con un dito caudalmente all'angolo della mandibola o sull'arteria carotide. Il sanguinamento intra-addominale può essere ridotto dalla compressione dell'addome con un asciugamano arrotolato posto lungo la linea alba e tenuto premuto da un bendaggio occlusivo; questa manovra riduce l'afflusso ematico a tutta la cavità. Per recuperare una parte del volume ematico si possono fasciare gli arti posteriori partendo dalle estremità distali per risalire fino alla regione ombelicale. Tale tecnica previene, da un lato il sequestro di sangue venoso nella parte caudale dell'addome e, dall'altro, aiuta a mantenere una normale tensione perché la pressione esercitata dalla benda determina una riduzione del diametro delle arteriole e delle venule. Le emorragie intratoraciche gravi devono essere trattate chirurgicamente e nei casi gravi si può ricorrere al clampaggio dell'aorta toracica.

In questa fase risulta di fondamentale importanza guadagnare almeno un accesso venoso e intraprendere un'adeguata terapia volta a trattare un eventuale stato di shock concomitante.

Nel caso in cui il paziente non fosse affetto da patologie che possano potenzialmente comprometterne la sopravvivenza si procede al triage ,o prima visita, che deve essere svolto rapidamente e durante il quale vengono raccolte informazioni riguardanti i principali parametri vitali quali:

- Frequenza respiratoria
- Frequenza cardiaca
- Polso e suoi caratteri

- Stato del sensorio
- Tempo di riempimento capillare
- Colore delle mucose
- Temperatura

Una volta effettuate le prime cure il paziente viene sottoposto ad una seconda visita che deve essere più accurata e completa rispetto alla prima e che deve seguire la seguente cronologia dettata dall'acronimo **A CRASH PLAN**:

- **A** Vie aeree e respiro: naso, bocca, trachea e polmoni
- **C** Cardiovascolare: mucose, tempo di riempimento capillare, temperatura, polsi periferici, auscultazione del cuore
- **R** Respiratorio: modello, sincronia
- **A** Addome: valutazione dell'integrità della parete, auscultazione, percussione
- **S** Spinale: palpazione del rachide, deambulazione, dolore
- **H** Testa: naso, labbra, cranio, mandibole, denti, occhi, orecchie
- **P** Pelvi: palpazione del bacino, tuberosità ischiatica, anche, retto, genitali
- **L** Arti: deambulazione, dolore, tono, riflessi, articolazioni, integrità della cute
- **A** Arterie e vene: polsi periferici, ectasia delle giugulari
- **N** Nervoso: coscienza, riflessi, esame dei nervi cranici, controllo dell'integrità del midollo spinale

La seconda visita si conclude con la raccolta dell'anamnesi rapida. Anch'essa deve essere effettuata con le stesse metodiche della seconda visita, utilizzando l'acronimo **AMPEL**:

- **A** (Allergies) Allergie: alimentari, farmaci
- **M** (Medications) Farmaci: eventuali terapie in corso
- **P** (Past history) Anamnesi remota
- **E** (Events) Anamnesi recente e problema attuale
- **L** (Lasts) Controllo funzionalità: minzione, defecazione

Accanto al rilevamento dei parametri fisici la raccolta dei dati riguardanti il paziente si completa con gli esami di laboratorio. I più importanti da monitorare sono quattro: ematocrito, proteine totali, glucosio ed azotemia. Tali esami sono generalmente noti

come MDB ovvero Minimum Data Base. Le informazioni che si possono ricavare dal monitoraggio di questi pochi parametri sono numerose, soprattutto in rapporto alla piccola quantità di campione da prelevare (Viganò F e Colombo A, 2003).

## **1.2 ESAME NEUROLOGICO**

Un esame neurologico approfondito e completo del sistema nervoso è fondamentale. Errori diagnostici si verificano comunemente quando si esamina solo la regione corrispondente ad un evidente deficit neurologico, mentre alterazioni più subdole in altre parti del sistema nervoso vengono trascurate. Quindi, come già ricordato, è necessario eseguire interamente uno scrupoloso esame neurologico evitando di concentrarsi immediatamente sulla sede più evidente della lesione.

L'esame neurologico deve essere eseguito secondo il seguente ordine:

- Esame dello stato mentale
- Esame della postura
- Esame dell'andatura
- Esame delle reazioni posturali
- Esame dei nervi cranici
- Esame dei riflessi spinali
- Esame della sensibilità
- Esame del trofismo muscolare

Quando un paziente con una sospetta lesione del midollo spinale è stabilizzato in decubito laterale, è necessario eseguire un esame neurologico modificato per impedire un'ulteriore lesione che possa derivare dal movimento di vertebre instabili (Bernardini M, 2002).

In tutti gli animali che hanno una lesione del midollo spinale si osservano cinque gruppi di segni clinici di differente grado: riduzione o perdita del movimento volontario, alterazione dei riflessi spinali, cambiamenti del tono muscolare, atrofia muscolare (in particolare in presenza di lesioni croniche) e disfunzione sensoriale. Un'attenta valutazione di ciascuno di questi gruppi facilita la localizzazione della lesione in una delle quattro maggiori regioni del midollo spinale: cervicale (C1-C5), cervico-toracica (C6-T2), toraco-lombare (T3-L3) e lombo-sacrale (L4-S1).

Se la lesione è localizzata nel tratto C1-C5 si ha una lesione del motoneurone inferiore (MNI) relativa alla muscolatura cervicale che spesso non risulta clinicamente valutabile; la lesione tuttavia coinvolge anche le fibre del motoneurone superiore (MNS) dirette agli  $\alpha$ -motoneuroni situati caudalmente a questo tratto, quindi anche a quelli dei 4 arti. In più, sono interessate anche le fibre ascendenti relative alla sensibilità generale e propriocettiva provenienti dai 4 arti.

Il quadro sintomatologico di una lesione C1-C5 è quindi caratterizzato da:

1. Deficit della propiocezione nei quattro arti
2. Atassia
3. Emiparesi fino alla tetraplegia
4. Riflessi normali o aumentati nel bipede anteriore
5. Riflessi normali o aumentati nel bipede posteriore
6. Spesso, dolore cervicale spontaneo (testa mantenuta bassa e collo rigido, esteso)
7. Moto raramente sindrome di Horner

In rari casi si possono vedere, in caso di coinvolgimento del primo e secondo segmento, segni vestibolari. Talvolta nelle forme acute, traumatiche, si possono avere deficit respiratori in quanto il nervo frenico, destinato al diaframma, fuoriesce da terzo, quarto e quinto segmento cervicale. Per ultimo, l'interruzione delle connessioni tra la vescica e i centri intracranici per il controllo della minzione può causare ritenzione urinaria.

Se la lesione è localizzata nel tratto C6-T2, si ha una lesione relativa agli  $\alpha$ -motoneuroni che innervano i muscoli degli arti anteriori, nonché alle fibre del sistema del MNS destinate ai segmenti più caudali, fra cui quelle degli arti posteriori. In più sono interessate le fibre della propiocezione provenienti dai quattro arti.

Il quadro sintomatologico di una lesione C6-T2 è caratterizzato da:

1. Deficit della propiocezione nei quattro arti
2. Atassia
3. Emiparesi fino alla tetraplegia
4. Riflessi diminuiti o assenti nel bipede anteriore
5. Riflessi normali o aumentati nel bipede posteriore
6. Spesso, dolore cervicale spontaneo (testa mantenuta bassa e collo rigido, esteso)
7. Raramente sindrome di Horner

Anche una lesione all'intumescenza cervicale può causare ritenzione urinaria. In pratica, la differenza fondamentale tra una localizzazione C1-C5 e una C6-T2 consiste in una diversa risposta riflessa del bipede anteriore.

Se la lesione è localizzata nel tratto T3-L3, gli arti anteriori risultano neurologicamente normali perchè la lesione è caudale ad essi. Il problema coinvolge le fibre del MNS dirette al bipede posteriore, oltre agli  $\alpha$ -motoneuroni destinati alla muscolatura assiale, clinicamente non esplorabili. Spesso vi è coinvolgimento delle vie legate alla minzione ed al riflesso pannicolare.

Il quadro sintomatologico di una lesione T3-L3 è quindi caratterizzato da:

1. Deficit della propriocezione degli arti posteriori
2. Atassia
3. Monoparesi fino alla paraplegia
4. Riflessi normali nel bipede anteriore
5. Riflessi normali o aumentati negli arti posteriori
6. Spesso, dolore toraco-lombare spontaneo (cifosi)
7. Spesso, dolore toraco-lombare evocabile alla palpazione della colonna
8. Soprattutto nei casi acuti deficit della minzione (ritenzione urinaria)
9. Alterazioni del riflesso pannicolare

Se infine la lesione è localizzata nel tratto L4-S1, gli arti anteriori non sono coinvolti mentre sono interessati gli  $\alpha$ -motoneuroni destinati alla muscolatura degli arti posteriori che sono ipo-ariflessici.

Il quadro sintomatologico di una lesione L4-S1 è quindi caratterizzato da:

1. Deficit della propriocezione negli arti posteriori
2. Atassia
3. Monoparesi fino alla paraplegia
4. Riflessi normali nel bipede anteriore
5. Riflessi diminuiti o assenti nel bipede posteriore
6. Spesso, dolore evocabile alla palpazione della colonna
7. Deficit della minzione (ritenzione o incontinenza urinaria)

La maggior parte delle patologie della colonna vertebrale che coinvolgono il midollo spinale possono interessare anche gli ultimi segmenti vertebrali, causando danni alla

cauda equina. La sintomatologia è simile a quella vista per il tratto L4-S1, con differenza che i deficit propriocettivi non sono particolarmente evidenti. I deficit della minzione consistono quasi sempre in incontinenza urinaria, il dolore è evocabile iperestendendo la coda o gli arti posteriori.

L'ultimo tratto del midollo spinale cioè quello costituito dal secondo e dal terzo segmento sacrale e dai 4-5 segmenti caudali (S2-Cg4/5) ha un'estensione molto limitata, corrispondente a poco più di un corpo vertebrale. Lesioni in questo tratto sono piuttosto rare e non causano alterazioni dell'andatura o della propriocezione. Paresi o paralisi della coda e alterazioni del riflesso bulbouretrale o vulvouretrale possono conseguire a problemi in questo tratto della colonna. E' molto importante ricordare che a questo livello dei tre segmenti sacrali sono situate sia le fibre motorie per il controllo dello sfintere vescicale, sia le fibre parasimpatiche destinate all'innervazione del muscolo detrusore della vescica.

E' importante ricordare che quando si verificano fratture multiple i segni clinici di una lesione più caudale possono mascherare quelli di una seconda lesione localizzata più cranialmente. Per esempio, i segni del motoneurone inferiore causati da una lesione a livello di L5-L6 possono mascherare l'iperriflessia attesa con una seconda lesione a livello di L1-L2 (Bernardini M, 2002).

Il fattore prognostico più importante dopo un trauma del midollo spinale è la presenza o assenza di una sensazione dolorifica profonda. Gli analgesici non sono somministrati fino alla valutazione del dolore profondo perché il loro uso altera significativamente la percezione apparente di uno stimolo doloroso. La percezione algica viene valutata applicando uno stimolo dolorifico ed osservando una risposta mediata dal cervello. Lo stimolo applicato alle dita può determinare la retrazione dell'arto per un meccanismo di riflesso spinale (il riflesso tendineo). È fondamentale differenziare questi movimenti riflessi dalle risposte mediate dal cervello. Quando in un paziente la sensibilità dolorifica è apparentemente assente, è fondamentale ripetere la prova dopo aver tranquillizzato il paziente per alcuni minuti, registrato il polso e la frequenza respiratoria e valutato il diametro della pupilla. Cambiamenti nella frequenza respiratoria o cardiaca o un'alterazione nella dimensione pupillare possono indicare subdole, ma positive risposte ad uno stimolo doloroso. Inoltre uno stato di shock o di grave ipotensione possono aggravare lo stato neurologico quindi è spesso opportuno rivalutare un paziente

che riveli una mancanza di percezione dolorifica profonda dopo 24 ore di terapia di supporto dell'apparato cardiovascolare. Se la percezione del dolore profondo è assente caudalmente alla sede di una lesione traumatica al midollo spinale, la prognosi per un ripristino della funzione neurologica è da grave ad infausta. Secondo alcuni autori, gli animali presentati meno di ventiquattro ore dopo una lesione traumatica al midollo spinale con percezione del dolore profondo assente a livello delle dita degli arti colpiti, hanno meno del 20% delle possibilità di guarire. Se sono passate più di ventiquattro ore dal trauma, con una percezione del dolore profondo apparentemente assente, la prognosi per un recupero funzionale è infausta (Bagley RS, 1999).

### **1.3 DIAGNOSTICA COLLATERALE**

Le procedure diagnostiche fondamentali raccomandate, per valutare un animale con un sospetto trauma della colonna vertebrale sono l'esame radiografico della colonna vertebrale senza contrasto (comprendente le proiezioni oblique, le radiografie mirate, le proiezioni stressate o dinamiche), la raccolta e l'analisi del liquido cefalorachidiano e la mielografia. La tomografia computerizzata, la risonanza magnetica o test elettrodiagnostici possono essere indicati a seconda della immediata disponibilità, della natura della frattura-lussazione vertebrale e dei risultati del radiogramma, della mielografia e dell'analisi del liquido cefalorachidiano; non sono comunque raccomandate come indagini di routine.

#### **1.3.1 ESAME RADIOGRAFICO**

I principali scopi di una valutazione radiografica completa della colonna vertebrale sono la precisa localizzazione delle lesioni, la dimostrazione di lesioni multiple non sospettate sulla base dei risultati dell'esame neurologico, la valutazione delle indicazioni per la chirurgia e la determinazione della più appropriata procedura chirurgica che si possa utilizzare. A causa di una potenziale ulteriore lesione del midollo spinale che si può verificare durante il posizionamento di un paziente in decubito dorsale, si raccomandano in prima istanza solo le proiezioni radiografiche laterali. Le proiezioni ventrodorsali possono essere comunque di ausilio diagnostico ma, prima di effettuarle, bisogna valutare caso per caso i vantaggi diagnostici che se ne possono ottenere e gli svantaggi derivanti da un possibile danno iatrogeno in seguito ad una

scorretta manipolazione del paziente. Proiezioni ventrodorsali in sicurezza possono invece essere ottenute quando sono disponibili tecniche con il fascio radiogeno orizzontale. Qualora fosse possibile, proiezioni oblique, ottenute con il fascio radiogeno inclinato ed il paziente in decubito laterale (Fig 1.2), possono essere più sensibili nel

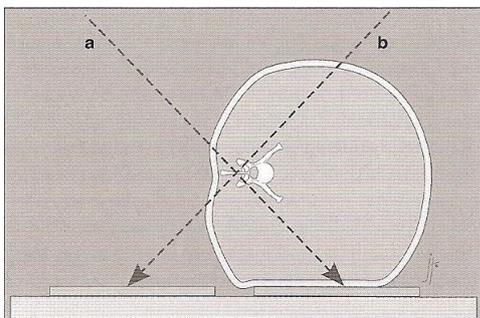


Fig 1.2 Tecnica per ottenere proiezioni oblique. (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

rilevare fratture delle faccette articolari (Fig 1.3), anche se la TAC risulta comunque essere un'indagine più accurata.

Dopo un accurato esame clinico e neurologico, si raccomanda di anestetizzare l'animale prima di eseguire un radiogramma della colonna vertebrale (Seim HB, 2002). Questa decisione è influenzata dalla gravità delle lesioni non nervose. L'anestesia permette un posizionamento

preciso e consente eventualmente di completare l'analisi del liquido cefalorachidiano, la mielografia, le procedure elettrodiagnostiche e la diagnostica per immagini avanzata. Il paziente rimarrà immobilizzato con estrema sicurezza in decubito laterale per tutto il periodo di induzione dell'anestesia e dell'esecuzione delle radiografie. Bisogna prestare particolare attenzione nel muovere l'animale traumatizzato dopo l'induzione dell'anestesia generale poiché in questo modo viene a mancare il tono muscolare utile nel mantenere una



Fig 1.3 Frattura di una faccetta articolare messa in evidenza grazie ad una proiezione radiografica obliqua (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

certa stabilizzazione del focolaio di frattura. Una cura particolare, inoltre, deve essere posta durante l'intubazione per assicurarsi che la colonna vertebrale non si muova eccessivamente, specialmente quando si sospettano lesioni alle vertebre cervicali.

I radiogrammi diretti possono essere utili per rivelare la localizzazione della frattura-lussazione e la gravità della dislocazione vertebrale nel momento in cui viene eseguita la radiografia, ma la radiografia non può mostrare la massima dislocazione avvenuta al momento del trauma; spesso, prima dell'esecuzione del radiogramma si verifica la riduzione spontanea delle sublussazioni, lussazioni e fratture e pertanto l'effettivo danno del midollo spinale può variare da un paziente all'altro, anche se il quadro radiologico è simile. I reperti neurologici sono più utili di quelli radiografici al fine di comprendere l'estensione della lesione e di valutare la prognosi. Non è possibile dare una valutazione

accurata dello stato neurologico del paziente basandosi esclusivamente sui reperti radiografici a meno che non si riscontri una dislocazione del 100% dei monconi (McKee WM, 1990; Bagley, 2000); infatti possiamo avere animali che presentano alla valutazione radiologica fratture nettamente dislocate che sono comunque in grado di camminare, mentre animali con perdita della percezione del dolore profondo possono che non presentano lesioni radiografiche evidenti.

E' importante tenere presente che circa il 20% dei pazienti con una lesione spinale traumatica ha una seconda frattura-lussazione spinale. Bisognerebbe dunque che tutti i soggetti fossero sottoposti ad uno studio radiografico di tutta la colonna vertebrale (Feeney DA, Oliver JE, 1980; Turner WD, 1987). Inoltre, come già ricordato, una sindrome da MNI può mascherare una sindrome da MNS con localizzazione più craniale, quindi in presenza di lesioni con localizzazione neurologica L4-S1 bisogna esaminare accuratamente anche il tratto T3-L3; alla stessa maniera è necessario esaminare il tratto C1-C5 quando si hanno lesioni localizzate al tratto C6-T2 (Hawthorn et al, 1999).

I reperti radiografici caratteristici dei pazienti con fratture-lussazioni spinali sono:

- Soluzioni di continuo delle strutture ossee (processi spinosi dorsali, lamina, peduncoli, corpi vertebrali)
- Dislocazione degli spazi intervertebrali e/o delle faccette articolari
- Linee di frattura a livello di corpo, lamina e/o processi spinosi delle vertebre coinvolte
- Perdita di continuità o dislocazione del canale spinale

### 1.3.2 DIAGNOSTICA PER IMMAGINI AVANZATA

Indicazioni specifiche per ricorrere alla diagnostica per immagini avanzata (mielografia, TAC, RMN) sono costituite da:

- Ricerca di ulteriori lesioni quando le immagini radiografiche non sono in accordo con la localizzazione neurologica
- Identificazione di lesioni che richiedano una chirurgia decompressiva come presenza di frammenti ossei extradurali, coaguli o materiale discale

Tutte queste tecniche richiedono il ricorso all'anestesia generale. La mielografia e la RMN sono procedure che spesso comportano un allungamento dei tempi di diagnosi. La

RMN e la TAC presentano il vantaggio di essere procedure non invasive. Fra le due la TAC è un metodo generalmente più veloce ma la RMN fornisce immagini migliori delle lesioni a tessuti molli (Fehlings et al, 1999).

Il ricorso alla diagnostica per immagini avanzata non è indicato in animali con buona sensibilità dolorifica in cui è previsto il trattamento conservativo.

## MIELOGRAFIA

La mielografia è consigliata in tutti gli animali con un trauma al midollo spinale. Un mielogramma può determinare l'estensione della tumefazione del midollo spinale, può definire un'emorragia extradurale non evidente ai radiogrammi in bianco e può localizzare accuratamente un'estrusione traumatica del disco intervertebrale. La mielografia aiuta anche nell'identificazione di una lacerazione del midollo spinale (Fig



Fig 1.4 Aspetto mielografico di una lacerazione del midollo (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

1.4), di una lesione alla dura madre, di una malacia o di seconde lesioni cranialmente alla lesione responsabile dei segni clinici (Yarrow TG e Jeffery ND, 2000).

L'uso attento delle tecniche radiografiche dinamiche e delle proiezioni oblique può consentire maggiori informazioni diagnostiche da uno studio mielografico. Tuttavia in presenza di una lesione che causa instabilità della colonna queste tecniche devono essere utilizzate con estrema cautela.

## TOMOGRAFIA ASSIALE COMPUTERIZZATA

La TAC può fornire numerose informazioni in aggiunta al semplice esame radiografico. E' infatti un'indagine più sensibile nell'identificare frammenti di osso all'interno (Fig 1.5) del canale midollare, fratture delle faccette articolari, l'esatta localizzazione di materiale discale ed è inoltre utile nel valutare la stabilità di una frattura-lussazione vertebrale non completamente definita dall'esame radiografico in bianco e dalla mielografia (Kraus MS et al, 1997).

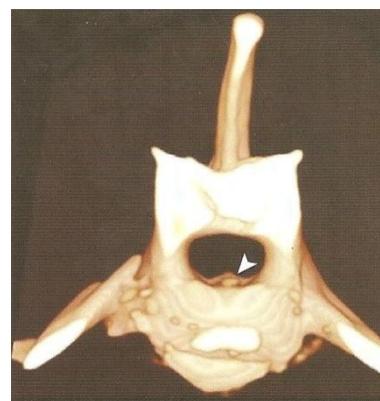


Fig 1.5 Ricostruzione 3D di una scansione TAC. La freccia indica un frammento osseo all'interno del canale midollare (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

Una volta identificata la lesione le scansioni devono essere effettuate nella sede di interesse. L'esame tomografico può anche aiutare nell'identificare il punto di entrata e la traiettoria di eventuali mezzi di fissazione applicati ai corpi vertebrali. Può inoltre identificare frammenti ossei (Fig 1.5), porzioni di disco mineralizzato ed emorragie acute (Tidwell et al, 1994).

## RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE

La risonanza magnetica permette una valutazione più accurata dei tessuti molli nel canale vertebrale, dei tessuti molli paraspinali, dei dischi intervertebrali e delle strutture legamentose (Levitski RE et al, 1999). Può essere utile nel formulare un giudizio prognostico discriminando tra edema midollare ed ematoma intramidollare; gli ematomi infatti sono correlati ad una prognosi sfavorevole mentre l'edema è spesso reversibile e consente un buon recupero funzionale (Ramon S et al, 1997; Gopal MS e Jeffery ND, 2001).

### 1.3.3 ANALISI DEL LIQUIDO CEFALORACHIDIANO

Dopo un trauma, l'analisi del liquido cefalorachidiano è importante per la diagnosi differenziale di una patologia localizzata al midollo spinale. In alcuni casi, un disturbo del sistema nervoso centrale può essere stato presente prima del trauma alla colonna (ad esempio una meningomielite da cimurro nel cane). L'applicazione di un ago spinale è un requisito fondamentale per l'esecuzione di una mielografia mentre la raccolta di un campione di liquido cefalorachidiano non richiede un'ulteriore procedura. Nella raccolta del liquido cerebrospinale in soggetti con sospetto aumento della pressione intracranica si devono usare particolari precauzioni (LeCouteur RA e Grandy JR, 2000).

### 1.3.4 TEST ELETTRODIAGNOSTICI

I test elettrofisiologici sono di utilità limitata per la localizzazione e la determinazione della gravità della lesione nel midollo spinale e per la prognosi del paziente e la valutazione della risposta alla terapia (Poncelet L et al, 1998).

## **CAPITOLO 2: TRATTAMENTO**

### **2.1 TRATTAMENTO DEL TRAUMA SPINALE**

Il trattamento di un trauma acuto del midollo spinale deve essere iniziato il più presto possibile. Sebbene il tessuto nervoso possa essere fisicamente lacerato, più comunemente il midollo spinale rimane fisicamente intatto ma viene alterato dal punto di vista funzionale. Una lesione acuta del midollo spinale dà inizio ad una sequenza di eventi vascolari, biochimici ed infiammatori che determinano un danno tissutale secondario (Olby N, 1999). Dopo una lesione acuta del midollo spinale infatti, la perfusione è progressivamente ridotta e, quando il tessuto viene ripperfuso, sono liberate grandi quantità di radicali liberi. Questi radicali liberi danneggiano le membrane cellulari tramite una reazione di perossidazione dei lipidi. Si ritiene che la perossidazione dei lipidi indotta dai radicali liberi sia l'evento patofisiologico fondamentale nel determinare un danno tissutale irreversibile in seguito ad un evento traumatico (Brown SA e Hall ED, 1992).

#### **2.1.1 CORTICOSTEROIDI**

I corticosteroidi sono ampiamente utilizzati nel trattamento delle lesioni al midollo spinale principalmente perché sono efficaci nel ridurre lo stato infiammatorio ed alleviare il dolore. In ogni caso, attualmente i reali benefici derivanti dall'utilizzo di queste sostanze sono messi in discussione. Infatti mentre possono essere efficaci nel ridurre l'infiammazione associata ad un evento traumatico possono anche pregiudicare la sopravvivenza dei neuroni danneggiati interferendo con il loro metabolismo del glucosio (Smith-Swintosky VL et al, 1996). Questo può avere conseguenze trascurabili in animali con un trauma leggero ma può essere un punto critico in animali con una più grave compromissione del midollo spinale. In questi casi l'animale può sentirsi meglio ma avere minori possibilità di un buon recupero funzionale. Inoltre è comunemente accettato che nessun corticosteroide, ad eccezione del Metil Prednisolone Sodio Succinato (MPSS), possieda proprietà neuroprotettive (Olby N, 1999) mentre il Desametasone sembra non avere nessuna utilità nel trattamento del trauma spinale (Moore RW e Withrow SJ, 1982).

I corticosteroidi hanno inoltre numerosi effetti collaterali, fra i quali gastriti emorragiche, ulcere duodenali o coliche sono fra i più gravi (Hinton LE et al, 2002). Pertanto l'utilizzo routinario di corticosteroidi in pazienti affetti da traumi spinali è sconsigliato, se non per brevi periodi ed a dosaggi antinfiammatori, in animali con deficit neurologici moderati (Sturges BK e LeCouteur RA, 2003).

### 2.1.2 METIL PREDNISOLONE SODIO SUCCINATO

Come già ricordato il MPSS sembra essere l'unico corticosteroide ad avere efficacia nel trattamento dei traumi spinali. Gli effetti neuroprotettivi di questa molecola non sembrano essere dovuti alla sua attività come glucocorticoide ma alla sua attività nei confronti dei radicali liberi. La dose ottimale di MPSS sembra essere di 30 mg/Kg, mentre 60 mg/Kg possono avere importati effetti collaterali e 15 mg/Kg sembrano essere inefficaci. Tuttavia i benefici derivanti dalla terapia con MPSS a questo dosaggio sono stati dimostrati solamente nell'uomo ed in lesioni più recenti di 8 ore (Bracken MB et al, 1992).

Negli animali il protocollo suggerito è un bolo iniziale di 30 mg/Kg EV seguito da un ulteriore bolo di 15 mg/Kg EV dopo due e sei ore poi 2,5 mg/Kg EV ogni ora per le successive 24 ore (Brown SA e Hall ED, 1992). Un secondo protocollo, più valido ma che necessita dell'ospedalizzazione dell'animale, consiste in un bolo iniziale di 30 mg/Kg EV seguiti da un'infusione continua di 5,4 mg/Kg/h per le successive 24 ore (Bracken MB et al, 1992). Un protocollo simile può essere utile anche se utilizzato prima di una chirurgia decompressiva per lesioni presenti da più di 8 ore; in ogni caso la valenza di quest'ipotesi terapeutica non è ancora stata dimostrata e può avere comunque rilevanti effetti collaterali (Olby N, 1999).

In uno studio su 86 cani con ernie discali non sono stati riportati gravi effetti collaterali in seguito all'utilizzo di alte dosi di MPSS (Siemering GB e Vroman ML, 1992). In un altro studio 35 su 108 cani hanno sviluppato complicazioni quali diarrea e melena ma nessuno con gravi conseguenze e la sintomatologia si è risolta spontaneamente (Culbert LA et al, 1998). In ogni caso si deve prestare particolare attenzione nell'utilizzo del MPSS in pazienti già in trattamento con altri corticosteroidi o FANS. Lesioni alla barriera gastrointestinale possono portare ad una batteriemia, che può rappresentare un problema considerevole in pazienti che devono essere sottoposti ad un intervento chirurgico (Epstein MD et al, 1992). Possibili complicazioni riportate in medicina

umana includono polmoniti, sepsi, immunosoppressione e pancreatiti (Matsumoto T et al, 2001). Tuttavia, studi più recenti in medicina umana hanno messo in discussione la reale utilità della terapia con MPSS (Sturgess BK e LeCouteur RA, 2003). I benefici riportati in origine si riferivano perlopiù alle funzioni superiori del sistema nervoso e non al recupero della capacità deambulatoria (Bracken MB et al, 1992). Questi cambiamenti possono essere di grande significato nell'uomo ma avere scarso valore negli animali. Inoltre le basi statistiche degli studi iniziali in umano sono adesso messe in discussione.

Anche se l'utilizzo di MPSS può essere di ausilio nel trattamento dei traumi acuti del midollo spinale, non è comunque una panacea. La somministrazione dopo 8 ore dal trauma sembra poter peggiorare il recupero nell'uomo mentre negli animali questa finestra temporale non è ancora stata determinata (Hurlbert RJ, 2000). Gli effetti deleteri del MPSS in questi casi sembrano essere dovuti all'interferenza col metabolismo del glucosio. Pertanto la terapia con MPSS può essere considerata valida nel trattamento di traumi del midollo spinale, ma non può comunque sostituire le attuali procedure chirurgiche (Sturgess BK e LeCouteur RA, 2003).

## **2.2 BIOMECCANICA DELLE FRATTURE-LUSSAZIONI SPINALI**

Le forze che agiscono sulla colonna vertebrale includono il piegamento, la torsione, la trazione e la compressione assiale. Queste possono interagire e causano vari tipi di fratture ma a prescindere dal meccanismo che determina la frattura, la questione di maggior rilevanza clinica è "Quant'è stabile il focolaio di frattura-lussazione?". Una stima della stabilità può essere fatta in base alla valutazione di quali elementi delle vertebre sono compromessi. Il metodo più semplice è di classificare le lesioni in tre tipi basati sul compartimento anatomico interessato. Un trauma può danneggiare il compartimento dorsale, quello ventrale o entrambi (Smith GK e Walter MC, 1985). Un altro metodo di valutazione della stabilità consiste nel dividere la vertebra in tre compartimenti; comunque si deve sempre tenere conto di una eventuale compromissione dei tessuti molli circostanti.

Una modifica di questi vari schemi prende in considerazione la capacità della colonna nel resistere alle forze applicate ad esse. Questo schema valuta specificatamente l'integrità del corpo vertebrale, che agisce come supporto che resiste alle forze di piegamento di carico assiale, e delle faccette articolari che resistono a tutte le forze

(Smith GK e Walter MC, 1985). L'integrità delle faccette articolari viene valutata utilizzando radiografie in proiezione latero-laterale o obliqua o preferibilmente con la TAC o la risonanza magnetica. Il corpo vertebrale è valutato facilmente anche mediante il semplice esame radiografico. Il disco intervertebrale deve essere inoltre valutato poiché è il singolo fattore stabilizzante più importante nei confronti della torsione e del piegamento (Schulz KS et al, 1996). Il principale vantaggio di questa classificazione è che serve come indicazione della stabilità e può essere utilizzato come guida nello scegliere il metodo di fissazione migliore per ogni tipo di lesione.

Le principali categorie di lesioni sono:

<b>Tipo</b>	<b>Componenti danneggiati</b>	<b>Componenti intatti</b>
I	Disco intervertebrale	Corpo vertebrale e faccette articolari
II	Faccette articolari	Corpo vertebrale e disco intervertebrale
III	Corpo vertebrale	Faccette articolari e disco intervertebrale
IV	Faccette articolari e disco intervertebrale	Corpo vertebrale
IV	Corpo vertebrale e disco intervertebrale	Faccette articolari
IV	Corpo vertebrale e faccette articolari	Disco intervertebrale
IV	Corpo vertebrale faccette articolari e disco intervertebrale	Nessuno

- Tipo 1

Questo tipo di lesione è sorprendentemente instabile poiché il disco è molto efficace come stabilizzatore nei confronti della torsione, del piegamento e della trazione (Schulz KS et al, 1996). Può essere associato al distacco di frammenti del corpo vertebrale, ma anche in questi casi la colonna resiste bene alla compressione assiale e al piegamento in senso dorso ventrale. Un bendaggio rigido può garantire una stabilizzazione adeguata per molte lesioni di questo tipo (Patterson RH e Smith GK, 1992). Chiodi-viti e cemento o la fissazione esterna garantiscono la miglior stabilizzazione (Walker TM et al, 2002).

- Tipo 2

Le fratture che interessano esclusivamente le faccette articolari sono relativamente stabili. Le faccette articolari sono importanti nel contenere le forze di torsione;

chiodi o viti e cemento contrastano efficacemente queste forze (Shires PK et al, 1991). La rottura di una sola faccetta articolare causa una minima instabilità anche se la formazione di una cicatrice è stata riportata come complicazione a lungo termine in seguito a fratture delle faccette articolari (Waters DJ et al, 1994).

- Tipo 3

Le fratture del corpo vertebrale sono frequentemente instabili e sono particolarmente suscettibili al piegamento e alla compressione assiale. Sia la fissazione esterna che interna danno eccellenti risultati nel trattamento di questo tipo di lesioni (Sturgess e LeCouteur, 2003). Un bendaggio rigido non è un trattamento ideale per questo tipo di lesioni.

- Tipo 4

Le lesioni in cui almeno due elementi sono coinvolti sono di solito molto instabili. L'interessamento di due elementi è di solito associato all'interessamento anche del terzo. In questi casi il metodo di fissazione scelto deve essere in grado di contrastare tutti i tipi di forze che agiscono sulla colonna. Per la maggior parte dei soggetti il trattamento di scelta è chirurgico. Un bendaggio rigido non è infatti in grado di contrastare adeguatamente le forze di compressione assiale e non è efficace nell'immobilizzare le fratture che interessino grandi porzioni del corpo vertebrale (Patterson RH e Smith GK, 1992). Anche il riposo forzato in gabbia non è un trattamento ideale in questi casi.

In alternativa si può valutare la stabilità delle fratture lussazioni-vertebrali tramite l'esecuzione di radiografie in posizione stressata. I rischi derivanti dal compiere deliberati tentativi di movimentazione della colonna sono ovvi ed è meglio farlo con estrema cautela e, quando disponibile, sotto la guida del fluoroscopio.

A prescindere dal metodo di valutazione utilizzato, la possibilità di quantificare correttamente la stabilità di una frattura-lussazione rimane limitata (Schulz KS et al, 1996). Molte delle forze che possono agire su di un focolaio non sono state valutate e la definizione di instabilità è tutt'ora oggetto di controversie (Fox M et al, 1996). Le forze che ogni mezzo di fissazione deve essere in grado di contrastare in ogni singola circostanza non sono ben chiare e la maggior parte dei mezzi di fissazione messi a punto fin'ora sono lontani dal rappresentare una soluzione ideale (Walter MC et al, 1986). Il reale contributo delle quattro principali forze descritte (compressione, torsione,

tensione, piegamento) è comunque difficile da comprendere e di certo varia notevolmente da paziente a paziente. Ad esempio le forze di piegamento in senso dorso-ventrale possono giocare un ruolo importante quando un paziente paraplegico tenta di alzarsi o viene sollevato dai quarti posteriori. La torsione può intervenire quando un animale cerca di rialzarsi dal decubito laterale. La compressione assiale può derivare da uno spasmo dei muscoli epiassiali. Sono stati valutati sperimentalmente solamente gli effetti isolati delle forze di piegamento in senso dorso-ventrale, latero-laterale e di torsione e questi studi possono comunque non riflettere pienamente le reali situazioni cliniche. E' molto difficile prevedere con precisione la stabilità di una lesione alla colonna ad eccezione di rare lesioni delle sole faccette articolari. Inoltre, si possono ottenere buoni risultati col trattamento conservativo o con metodi di fissazione meno rigidi anche in fratture con elevata presunta instabilità (Selcer RB et al, 1991).

Anche se i risultati in vitro riguardo la fissazione interna sono conflittuali, la fissazione con viti-chiodi e cemento sembra essere quella con i migliori risultati clinici (Sturgess BK e LeCouteur RA, 2003). Tuttavia anche la fissazione esterna e i bendaggi rigidi possono avere risultati eccellenti in lesioni selezionate (Walker TM et al, 2002).

## **2.3 STABILIZZAZIONE DELLA LESIONE**

Gli obiettivi specifici del trattamento sono la risoluzione dell'edema del midollo spinale, il controllo dell'emorragia intramidollare o extramidollare, la risoluzione della compressione del midollo spinale, la rimozione di frammenti ossei o materiale discale dal canale vertebrale ed il riallineamento e la stabilizzazione della colonna vertebrale. Spesso la chirurgia è la soluzione più efficace per raggiungere questi obiettivi nel più breve tempo possibile e per ottenere un buon ripristino della funzionalità del midollo spinale. Un intervento chirurgico tempestivo e corretto può migliorare l'ambiente fisiologico del midollo spinale e consentire il massimo miglioramento neurologico (Carlson GD et al, 1997; Delamarter RB et al, 1995; Rosenfeld JF et al, 1998).

## 2.3.1 TRATTAMENTO MEDICO-CONSERVATIVO

### RIPOSO FORZATO

Gli animali con lesioni al tratto cervicale e lombosacrale spesso rispondono bene alla terapia conservativa (Hawthorn JC et al, 1999). La terapia analgesica solitamente non è necessaria dopo le 96 ore. Un dolore persistente o un peggioramento delle condizioni neurologiche possono suggerire una rivalutazione del protocollo terapeutico.

**Vantaggi:** non ha costi, non ci sono complicazioni relative agli impianti chirurgici e si evitano i rischi derivanti dall'ipotensione e manipolazione durante l'anestesia. I tempi di ospedalizzazione possono essere inferiori rispetto a quelli richiesti in seguito a trattamento chirurgico.

**Svantaggi:** con questo metodo non si possono trattare lesioni instabili, la riduzione è spesso difficile, il disagio per il paziente può essere protratto e lo stato neurologico può peggiorare o addirittura diventare irreversibile. Il problema principale legato al trattamento conservativo di fratture o lussazioni toraciche o lombari è il lungo periodo di recupero funzionale rispetto al trattamento chirurgico (Selcer RB et al, 1991). Il riposo in gabbia come unico trattamento è consigliato solamente per le lesioni più stabili che interessano il tratto toraco-lombare e non quando c'è una compressione importante del midollo o quando due o più dei componenti della vertebra sono compromessi. La validità del trattamento conservativo in medicina umana non è comparabile poiché prevede la riduzione tramite trazione scheletrica e un grado di immobilizzazione che non sono praticabili negli animali (Tator CH et al, 1999).

### BENDAGGIO RIGIDO



Fig 2.1 Bendaggio rigido per l'immobilizzazione del rachide cervicale (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

E' stato dimostrato che un bendaggio rigido è efficace nel contrastare il piegamento in senso dorso-ventrale della colonna. Questo mezzo di fissazione funziona meglio in quelle lesioni in cui il corpo vertebrale rimane intatto, anche se a volte si possono avere buoni risultati anche in questi casi. Non resta comunque il metodo di scelta per questo tipo di lesioni (Patterson RH e Smith GK, 1992).

**Vantaggi:** i vantaggi sono simili a quelli elencati per il metodo conservativo ma questo metodo garantisce una stabilità molto maggiore. Può essere utilizzato come unico mezzo di fissazione o in associazione alla fissazione interna. Si applica meglio in corso di lesioni che interessino il tratto toracico medio o lombare ma può essere utilizzato anche nel trattamento di lesioni con localizzazione cervicale o lombosacrale.

**Svantaggi:** questo metodo necessita di continue cure infermieristiche, non tutti i soggetti lo tollerano bene e c'è anche in questo caso la possibilità di un peggioramento delle condizioni neurologiche. Inoltre bisogna prestare attenzione alla possibile formazione di piaghe da decubito o in seguito a imbibizione del bendaggio, in particolare con urina. Quando utilizzato come ausilio al trattamento chirurgico non è possibile valutare la ferita se non togliendo il bendaggio stesso.

Buoni candidati per questo tipo di trattamento sono i soggetti con nocicezione normale, corpo vertebrale intatto e assenza di lesioni importanti dei tessuti molli, al torace e alla pelvi (Patterson RH e Smith GK, 1992).

## 2.3.2 TRATTAMENTO CHIRURGICO

### 2.3.2.1 CONSIDERAZIONI ANESTSIOLOGICHE

Prima di sottoporre il paziente ad anestesia è importante averlo stabilizzato adeguatamente come descritto precedentemente. E' sempre fondamentale ricordare che un paziente con lesioni instabili della colonna deve essere manipolato con estrema cautela in particolare quando sotto l'effetto di anestetici. Una volta anestetizzato infatti, al paziente viene a mancare la stabilizzazione fornita dal tono muscolare e la colonna è più facilmente soggetta ad ulteriori traumatismi dovuti a movimenti secondari a manipolazioni eccessive.

### PREMEDICAZIONE

La premedicazione deve avere un effetto tranquillizzante e ridurre il dolore. L'ipotensione ed un eccessivo miorilassamento devono essere evitati negli animali con gravi deficit neurologici o instabilità della colonna vertebrale. Il Glicopirrolato è l'anticolinergico di scelta poiché meno frequentemente induce tachicardia; l'atropina

può comunque essere utile nel trattamento di gravi bradi-aritmie (Stauffer JL et al, 1988).

## INDUZIONE

Un laringoscopio dovrebbe essere utilizzato per l'intubazione in modo da consentire il minor movimento possibile della colonna, specialmente in animali con lesioni al tratto cervicale o che sono causa di instabilità della colonna. Un catetere endotracheale armato è preferibile se si devono effettuare procedure quali raccolta del liquido cefalo rachidiano dalla cisterna magna, radiografie in posizioni stressate o se deve essere utilizzato un approccio ventrale alla colonna vertebrale cervicale.

## MANTENIMENTO

L'Isoflurano è l'anestetico inalatorio di scelta perché induce una minor depressione del sistema cardiocircolatorio ed ha un minor effetto aritmogenico rispetto all'Alotano. Il Metossifluorano induce un buon miorelaxamento e una migliore analgesia post operatoria rispetto all'Isoflurano ma è controindicato in animali trattati con oppioidi, FANS o in pazienti con insufficienza renale. Il Sevofluorano è un buon agente inalatorio e può essere migliore rispetto all'Isoflurano nel cane; infatti l'autoregolazione del flusso ematico cerebrale è preservata meglio utilizzando il Sevofluorano rispetto all'Isoflurano (Endoh H et al, 2001) anche se entrambi gli agenti mantengono un buon flusso ematico al midollo spinale (Crawford MV et al, 1992). Il mantenimento dell'anestesia dovrebbe essere mantenuto ad una profondità sufficiente per impedire un movimento del paziente che potrebbe essere pericoloso durante la chirurgia. La ventilazione meccanica è raccomandata in animali di grossa taglia o debilitati, in quelli posizionati in decubito dorsale e in quelli con deficit neurologici cranialmente al tratto toraco-lombare. Durante la ventilazione assistita bisogna prestare comunque attenzione ad evitare un barotrauma, specialmente nei soggetti di piccola taglia (Parent C et al, 1996).

## ANALGESIA

La maggior parte delle procedure neurochirurgiche sono causa di un dolore intenso. Gli oppioidi sono i farmaci di scelta nella gestione del dolore perioperatorio intenso. I cerotti transdermici di Fentanyl sono comodi ed efficaci nel garantire un'efficace analgesia di lunga durata nella prima fase postoperatoria. Anche i FANS trovano utilità nella gestione del dolore in associazione agli oppioidi o quando questi ultimi non sono utilizzabili. Sono inoltre utili nella gestione del dolore da lieve a moderato a lungo termine.

## RISVEGLIO

Il risveglio dall'anestesia dovrebbe essere tranquillo. Per raggiungere tale obiettivo possono essere somministrati narcotici, benzodiazepine o entrambi. Se l'animale ha subito una mielografia la testa deve essere mantenuta elevata durante il risveglio dall'anestesia. Eventuali crisi convulsive dovrebbero essere trattate rapidamente con Diazepam alla dose di 0,4 mg/Kg EV. L'utilizzo di Ioxolo, come mezzo di contrasto per la mielografia, riduce significativamente il rischio di crisi convulsive anche se i Dobermann e altri cani di taglia gigante con spondilomielopatia cervicale hanno un maggior rischio e richiedono un monitoraggio attento (Lewis DD e Hosgood G, 1992). E' quindi buona norma lasciare il catetere endovenoso fino a quando il paziente è completamente sveglio.

## COMPLICAZIONI

L'anestesia deve ottimizzare sia la funzione cardiovascolare che quella respiratoria, così da minimizzare l'ipossia del midollo spinale. Il flusso ematico al midollo è autoregolato in maniera simile a quello cerebrale; gli anestetici volatili possono deprimere questa autoregolazione e il trauma può abolirlo completamente (Olby NJ e Jeffery ND, 2003). Le aritmie cardiache e l'ipotensione sistemica possono compromettere questa autoregolazione, riducendo il flusso ematico al midollo e quindi dovrebbero essere evitate per quanto possibile.

Lo Ioxolo è un mezzo di contrasto sicuro per la mielografia (Wheeler SJ e Davies JV, 1985) anche se l'incidenza di convulsioni può essere attorno al 7% in cani di grossa

taglia affetti da sindrome Wobbler (Lewis e Hosgood, 1992). Le convulsioni possono determinare un'iperestensione del collo che può avere gravi effetti in animali con lesioni al tratto cervicale. Anche le manualità chirurgiche possono causare complicazioni durante l'anestesia. La chirurgia del tratto cervicale è associata ad un più alto rischio di aritmie e complessi ventricolari prematuri rispetto a quella del tratto toraco-lombare (Stauffer JR et al, 1988). Questo può essere causato dalla manipolazione sia del midollo spinale stesso che dei nervi nella porzione ventrale del corpo vertebrale. Gravi mielopatie cervicali possono causare un blocco simpatico che può avere un esito fatale (Clark DM, 1986). La chirurgia del tratto cervicale e toracico può inoltre alterare il controllo autonomo della funzionalità cardiovascolare, quindi il paziente deve essere monitorato accuratamente.

### 2.3.2.2 FISSAZIONE SCHELETRICA ESTERNA

La rigidità dei fissatori esterni applicati alla colonna è stata confrontata sperimentalmente sia alla colonna intatta sia ad una fissata con chiodi e cemento. Un fissatore esterno tipo II e una fissazione interna con otto chiodi e cemento risultano essere più rigidi rispetto ad un fissatore esterno tipo I e una fissazione interna con quattro chiodi e cemento. Tutti i tipi di impianti erano stabili quanto la colonna intatta nei confronti di forze di estensione e rotazione e più stabili nei confronti della flessione. Il fissatore esterno tipo II è risultato essere l'impianto con maggiore rigidità. Anche se non c'erano altre differenze di rigidità tra un fissatore esterno tipo II e una fissazione interna con otto chiodi il fissatore esterno risultava più rigido nei confronti della flessione. Quest'ultima è considerata la forza principalmente coinvolta nel determinare

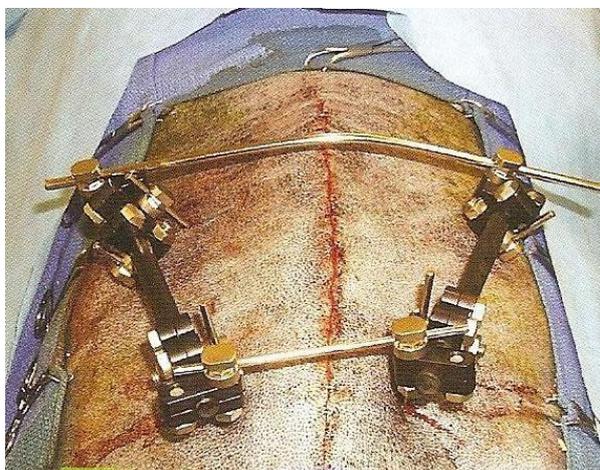


Fig 2.2 Esempio di fissazione scheletrica esterna (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

il fallimento dell'impianto di fissazione (Lanz OI et al, 2000).

**Vantaggi:** i fissatori possono essere costruiti con montaggi molto rigidi (Walker TM et al, 2002) e funzionano molto bene quando è coinvolto il corpo vertebrale. Con questa tecnica l'accesso chirurgico può essere minimizzato e i chiodi possono essere messi sotto la guida del fluoroscopio

(Wheeler JL et al, 2002). L'impianto può essere rimosso facilmente a guarigione avvenuta (Lanz OI et al, 2000). Inoltre può essere una tecnica valida per una eventuale revisione se altri mezzi di fissazione dovessero fallire.

**Svantaggi:** utilizzando la fissazione esterna c'è il rischio di introdurre infezioni e di determinare un'eccessiva tensione sulla cute o sulla fascia muscolare posizionando i chiodi. Questi poi necessitano di una pulizia regolare e la gestione del post-operatorio può essere particolarmente laboriosa. Per i cani di grossa taglia possono non essere disponibili chiodi di lunghezza sufficiente. C'è il rischio di una rimozione traumatica dei mezzi di fissazione e la loro rimozione prima che la guarigione sia avvenuta può avere effetti catastrofici.

### 2.3.2.3 FISSAZIONE INTERNA

Le procedure descritte sono eseguite generalmente attraverso un approccio dorsale standard alla colonna. Le placche sui processi spinosi, sui corpi vertebrali, i chiodi trans-iliaci (Lewis et al, 1989) e la spinal stapling sono tecniche non più raccomandate.

### FISSAZIONE MEDIANTE PLACCHE DA OSTEOSINTESI

Le placche, applicate bilateralmente sui corpi vertebrali, hanno le stesse proprietà



Fig 2.3 Fissazione mediante placche da osteosintesi sui corpi vertebrali (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

biomeccaniche di chiodi e cemento ma sono più difficili da posizionare nella regione toracica e nella parte più caudale di quella lombare (Viguier E et al, 2002). Le locking plate AO possono essere utili in alcune situazioni; recentemente sono state messe a punto placche in materiale riassorbibile che consentono di evitare il fenomeno dello "stress protection" trasferendo gradualmente il carico alla colonna (Vaccaro AR et al, 2002).

### FISSAZIONE SPINALE SEGMENTALE MODIFICATA

Anche se la tecnica originale è ora considerata inadeguata e non è più raccomandata, se non in cani di piccola taglia, è stata proposta una modifica, che ne migliora la stabilità,

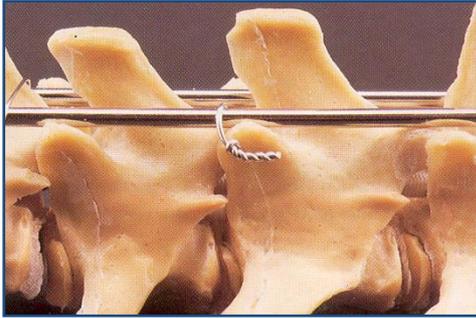


Fig 2.4 Fissazione spinale segmentata modificata (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

che prevede l'ancoraggio anche alle faccette articolari e l'utilizzo di più chiodi paralleli (McAnulty JF et al, 1986).

**Vantaggi:** è una tecnica economica, che non richiede impianti e strumentazioni altamente specialistici e che può funzionare bene quando il corpo vertebrale è intatto.

**Svantaggi:** necessita l'immobilizzazione di un tratto piuttosto ampio di colonna. Ha nel filo da cerchiaggio il suo punto debole e questo può causare la frattura delle faccette articolari a cui è ancorato. Non è un metodo raccomandato nella stabilizzazione di fratture che interessano il corpo vertebrale.

## CHIODI-VITI E CEMENTO

Questa tecnica è stata descritta in origine utilizzando chiodi di Steinmann introdotti nei corpi vertebrali (Rouse GP e Miller JJ, 1975). Attualmente i chiodi filettati o le viti sono preferiti nella maggior parte delle procedure di stabilizzazione e sono stati utilizzati in cani di tutte le taglie con risultati molto buoni, inclusi i casi in cui si aveva una significativa compromissione del corpo vertebrale. Uno studio che proponeva l'utilizzo di chiodi a filetto negativo di 4 mm di diametro ha dimostrato che sia quattro che otto chiodi conferiscono una stabilità almeno pari a quella della colonna intatta. Un montaggio con otto chiodi era comunque significativamente più rigido di uno con quattro (Walker TM et al, 2002). La configurazione ottimale di chiodi e viti non è ancora stata stabilita con studi biomeccanici, ma molti tipi di configurazione hanno portato a buoni risultati clinici. La rottura dell'impianto è un evento poco comune (Sharp NJH et al, 1998).

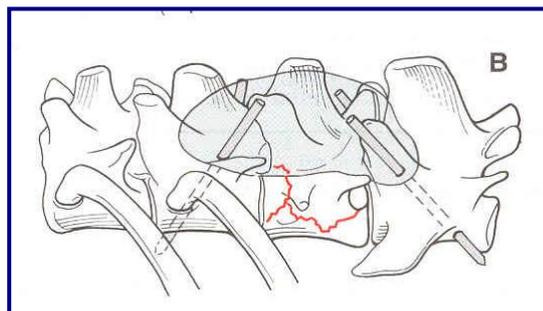


Fig 2.5 Fissazione con chiodi e cemento (Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S)

**Vantaggi:** questa tecnica consente di immobilizzare solamente un breve tratto della colonna e può essere utilizzata senza particolari problemi anche nel tratto toracico e lombare caudale poiché le coste e i nervi possono essere evitati con relativa facilità.

L'impianto fornisce una stabilità eccellente nei confronti della flessione, della torsione e dello stiramento (Walker TM et al, 2002).

**Svantaggi:** alcune delle configurazioni hanno una ridotta resistenza nei confronti della flessione dorso-ventrale (Walker TM et al, 2002). Le principali complicazioni sono migrazione dell'impianto se vengono utilizzati chiodi lisci, difficoltà nella chiusura dei tessuti molli sopra al cemento, difficoltà nella rimozione dell'impianto, stress protection, rottura dell'impianto ed infezioni. La rottura dei chiodi o del cemento è un evento raro ad avviene in particolare quando si ha un allentamento dei chiodi nell'osso. Lo spessore della barra di cemento e la dimensione dei chiodi devono essere valutati attentamente in ogni paziente (Willer RL et al, 1991). La resistenza dei chiodi o delle viti aumenta alla quarta potenza rispetto al loro diametro ne consegue che anche piccoli aumenti di quest'ultimo si traducono in un notevole aumento della resistenza dell'impianto (Beaver DP et al, 1996). E' stato dimostrato che chiodi dello stesso diametro, utilizzati per la fissazione interna o esterna della colonna lombare, hanno le stesse proprietà meccaniche (Walker TM et al, 2002). Attualmente le dimensioni dell'impianto adeguate a ciascun animale non sono note ma ovviamente dipendono dal tipo di frattura, dal peso e dal temperamento dell'animale. In generale si consiglia di utilizzare l'impianto delle maggiori dimensioni possibili.

L'utilizzo di chiodi filettati aumenta la rigidità dell'impianto perché:

- Un chiodo filettato ha una maggiore resistenza alla trazione rispetto ad uno liscio della stessa dimensione
- I chiodi filettati hanno una minor tendenza alla migrazione
- I chiodi filettati non necessitano di essere piegati per garantire la presa sul cemento, procedura che può causare l'allentamento del chiodo

I vantaggi derivanti dall'utilizzo delle viti al posto dei chiodi sono i seguenti:

- Le viti non necessitano di essere tagliate, procedura che può causare un allentamento del chiodo
- Le viti possono essere sostituite così che è sempre possibile scegliere l'impianto della lunghezza più adeguata
- La testa delle viti fornisce un buon appiglio per il cemento

Riassumendo:

- Chiodo filettati o viti dovrebbero essere utilizzati al posto di quelli lisci
- E' ottimale mettere almeno tre viti-chiodi per frammento poiché l'utilizzo di tre elementi aumenta del 66% la resistenza dell'impianto rispetto a due soli (Gracia

JNP et al, 1994). Gli impianti possono essere posizionati anche su due vertebre cranialmente e caudalmente alla lesione se necessario (Bagley RS et al, 2000), ma questo causa l'immobilizzazione di 4 o 5 vertebre e dovrebbe essere evitato quando possibile.

- L'impianto dovrebbe penetrare due corticali per avere una buona tenuta (Zindrick MR et al, 1986). Il rischio di danneggiare l'aorta o la vena cava è relativamente basso ma è una eventualità da tenere ben presente durante la trapanazione, la maschiatura o l'inserimento dei chiodi. Il rischio è diminuito significativamente utilizzando un'inclinazione maggiore rispetto all'asse sagittale.
- L'impianto deve essere delle maggiori dimensioni possibili.

## TRAPIANTI DI TESSUTO OSSEO

I trapianti di tessuto osseo hanno una vasta gamma di possibili utilizzi e possono essere di grande utilità anche nel favorire la guarigione delle fratture-lussazioni spinali. I trapianti possono essere di origine spongiosa, corticale o mista. Possono essere prelevati dallo stesso paziente (Autotrapianti) o da un donatore (Allotrapianti) (Mills DL e Martinez SA, 2003). Il tessuto spongioso autologo è quello che ha la maggiore efficacia nel migliorare la guarigione dell'osso. Questo tipo di tessuto non fornisce alcun supporto strutturale ma circa il 10% delle cellule trapiantate sopravvivono e sono in grado di produrre nuovo tessuto osseo (Osteogenesi). Inoltre stimolano le cellule adiacenti alla produzione di nuovo tessuto (Osteoinduzione) e formano un seppur debole substrato su cui può crescere il nuovo osso (Osteoconduzione). La raccolta di tessuto osseo spongioso autologo richiede un secondo approccio chirurgico. L'epifisi prossimale dell'omero è spesso la sede di elezione; altre sedi possibili sono l'epifisi prossimale della tibia, l'epifisi distale del femore e il corpo e l'ala dell'ileo.

Le potenziali indicazioni per un trapianto di tessuto osseo in neurochirurgia includono il miglioramento della guarigione ad esempio in pazienti geriatrici o diabetici, nelle artrodesi, nel trattamento di lesioni con perdite di sostanza e nel trattamento delle infezioni.

### 2.3.3 CURE POST-OPERATORIE

La ferita operatoria deve essere esaminata giornalmente per riconoscere tempestivamente un'eventuale infezione. Un'infezione delle vie urinarie dovrebbe essere prevenuta in quegli animali che hanno deficit tali da non poter deambulare. Un esame delle urine dovrebbe essere fatto ogni due giorni o in tutti i casi in cui le urine dovessero diventare torbide. Nel caso ci fossero segni di infezione dovrebbe essere fatto un esame colturale. Una batteriemia proveniente dal tratto urinario, gastroenterico o da lesioni cutanee può aumentare significativamente il rischio di un'infezione al sito chirurgico. Un aumento della dolorabilità o un peggioramento delle condizioni neurologiche dovrebbe suggerire la presenza di un'infezione o del cedimento dell'impianto e sarebbe opportuno eseguire un esame radiografico di controllo. Bisogna sempre tenere presente che un peggioramento dello stato neurologico può derivare anche da complicazioni non neurologiche correlate al trauma iniziale.

### 2.3.4 COMPLICAZIONI INTRAOPERATORIE

Si possono suddividere in due gruppi principali: complicazioni dell'apparato cardiocircolatorio o respiratorio ed errori tecnici. Le complicazioni cardiocircolatorie sono più frequenti negli animali con lesioni al tratto cervicale e toracico (Hawthorn JC et al, 1999). Il pneumotorace è una possibile complicazione e può derivare da un trauma iatrogeno (Selcer RR et al, 1991). Emboli lipidici possono creare complicazioni durante la riparazione delle fratture (Schwarz T et al, 2001). Gli errori tecnici possono includere: applicazione impropria degli impianti, scarso allineamento dei capi della lesione e la scelta di una tecnica chirurgica non indicata.

### 2.3.5 COMPLICAZIONI POSTOPERATORIE

#### COMPLICAZIONI A BREVE TERMINE

Durante la prima fase del periodo post operatorio deve essere mantenuto un alto indice di sospetto nei confronti di possibili lesioni ad altri organi come ad esempio il tratto urinario. Alcune gravi complicazioni come il tromboembolismo polmonare e la

trombosi venosa profonda possono beneficiare di una immediata ripresa dell'esercizio fisico (Selcer RR et al, 1991). Se l'animale dimostra un dolore grave o se lo stato neurologico peggiora bisogna considerare la possibilità di presenza di infezioni o di cedimento dell'impianto. La fissazione esterna rappresenta un'ottima alternativa in questi casi. Anche il trapianto di osso spongioso può aiutare a migliorare la guarigione di un sito infetto (Auger J et al, 2000).

## COMPLICAZIONI A LUNGO TERMINE

Le complicazioni più frequenti in questa fase sono correlate a cedimento dell'impianto o infezioni. Le infezioni sono una possibile complicazione anche in quei soggetti trattati conservativamente e possono essere potenzialmente letali se riconosciute troppo tardi (McAfee PC et al, 1986). Lo sviluppo di callo osseo all'interno del canale vertebrale è stato riportato ma rimane una complicazione molto infrequente (Carberry CA et al, 1989). I fissatori interni solitamente non necessitano della rimozione la rimozione tardiva di fissatori esterni può portare a cifosi o a fratture patologiche. Altre potenziali complicazioni includono lesioni ai segmenti vertebrali adiacenti, insorgenza tardiva di siringomielia (Perrouin-Verbe B et al, 1998) o formazione di cisti sub-aracnoidee.

## **2.4 SCELTA DEL TRATTAMENTO**

Il trattamento conservativo può essere indicato nella maggior parte delle lesioni localizzate al tratto cervicale e per alcune del tratto lombosacrale, mentre il trattamento chirurgico è quasi sempre la scelta ideale per la maggior parte delle lesioni toraciche e lombari. Uno stato di shock o di grave ipotensione possono aggravare lo stato neurologico quindi è spesso opportuno rivalutare un paziente che riveli una mancanza di percezione dolorifica profonda dopo 24 ore di terapia di supporto dell'apparato cardiovascolare. Il trattamento in questi animali deve essere intrapreso solo quando il proprietario è stato adeguatamente informato sulla prognosi e sui possibili tempi di recupero dell'animale.

## 2.4.1 VALUTAZIONE DELLA SENSIBILITA' PROFONDA

### PAZIENTI SENZA PERCEZIONE DEL DOLORE PROFONDO

Ci sono differenti approcci terapeutici per affrontare animali senza percezione del dolore profondo:

- Sottoporre ad eutanasia considerando la prognosi infausta (Olby NJ e Jeffery ND, 2003).
- Rivalutare il paziente dopo 24 ore di terapia di supporto cardiocircolatoria associata ad una immobilizzazione esterna con bendaggio rigido.
- In questi casi la diagnostica per immagini avanzata, come ad esempio la mielografia e la risonanza magnetica, possono aiutare a riconoscere una lacerazione del midollo che è associata ad una prognosi infausta. Il rinvenimento di una compressione grave o di un ematoma intramidollare è spesso associato ad una prognosi grave negli animali (Ramon S et al, 1997; Fehlings MG et al, 1999).
- Ispezionare direttamente il midollo effettuando una durotomia durante la chirurgia consente di valutarne la continuità anatomica. In ogni caso bisogna tenere presente che un midollo gravemente compromesso, anche se anatomicamente intatto, può facilmente risentire di ulteriori manipolazioni. Se comunque è presente una parte di tessuto in continuità anatomica dovrebbe essere dato all'animale il beneficio del dubbio. Sono infatti necessari appena il 5% degli assoni integri per consentire all'animale di riacquistare la capacità di camminare (Blight AR e Decrescito V, 1986; Basso DM et al, 1996; Jeffery ND e Blakemore WF, 1999; Olby NJ e Jeffery, 2003). La presenza di un'area di grave mielomalacia localizzata è un riscontro che ci si deve aspettare in seguito ad un trauma grave e di per sé non giustifica l'eutanasia (Salisbury SK e Cook JR, 1988).

Se la diagnostica per immagini o l'ispezione diretta del midollo rivelano una lacerazione del midollo le possibilità terapeutiche sono:

- Stabilizzare comunque la colonna chirurgicamente e sperare nel recupero o nel fatto che l'animale possa vivere aiutato da un carrello.

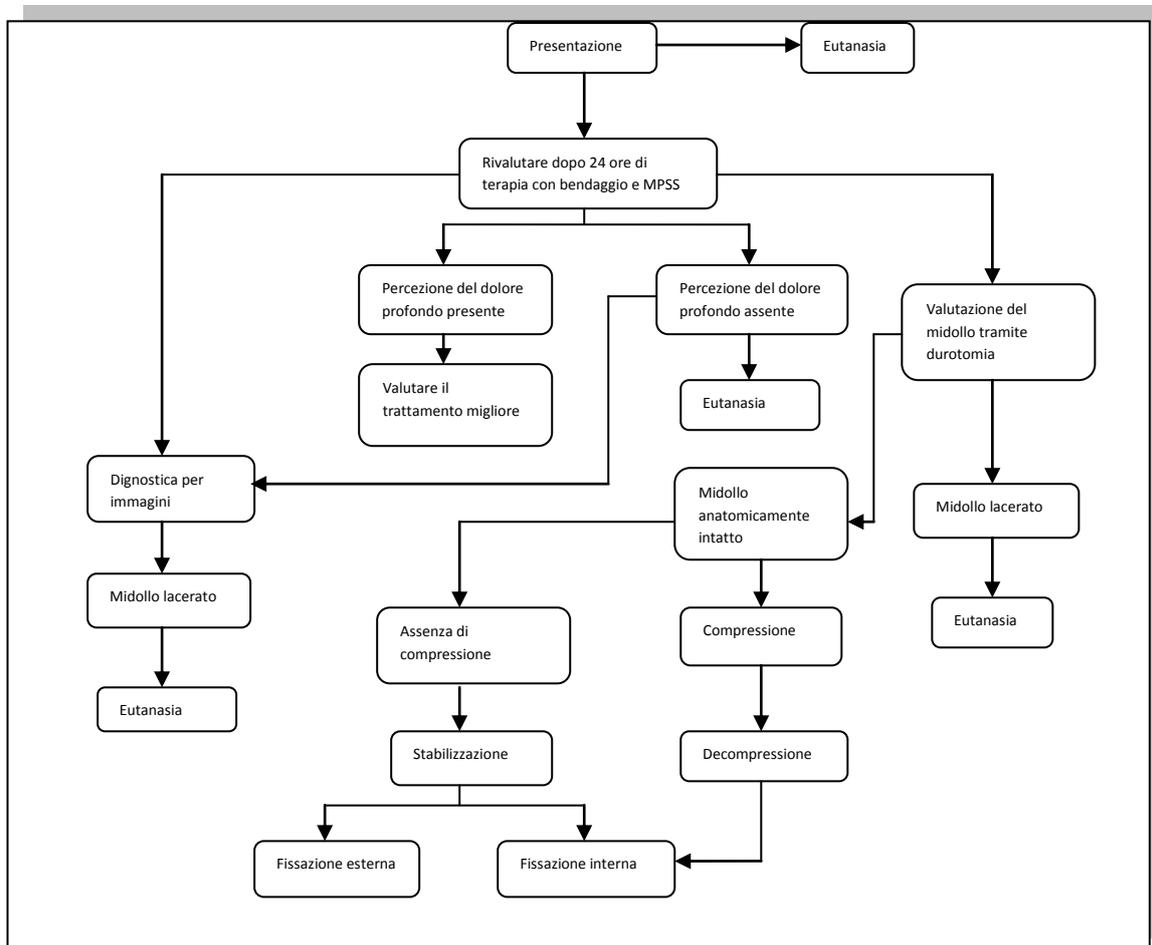
- Applicare un bendaggio rigido e rivalutare l'animale dopo una settimana. Se la sensibilità non torna entro questo periodo molto probabilmente la prognosi sarà infausta. Si può aspettare fino ad un mese dopodiché si può essere praticamente certi che la sensibilità non tornerà. L'ultima speranza in questi casi è che l'animale recuperi molto lentamente la funzione motoria, ma non ci sono comunque speranze per la quanto riguarda la sensibilità e il controllo della minzione e defecazione (Olby NJ e Jeffery, 2003).

Qualsiasi approccio è quindi accettabile in queste situazioni, ma si deve rendere consapevole il proprietario che le speranze per un recupero funzionale sono inferiori al 5%.

### PAZIENTI CON PERCEZIONE DEL DOLORE PROFONDO INTATTA

La scelta tra trattamento chirurgico o meno deve spesso essere fatta caso per caso tenendo conto di diversi fattori quali sede della lesione, gravità dello stato neurologico, stabilità della lesione, presenza di una compressione ecc.

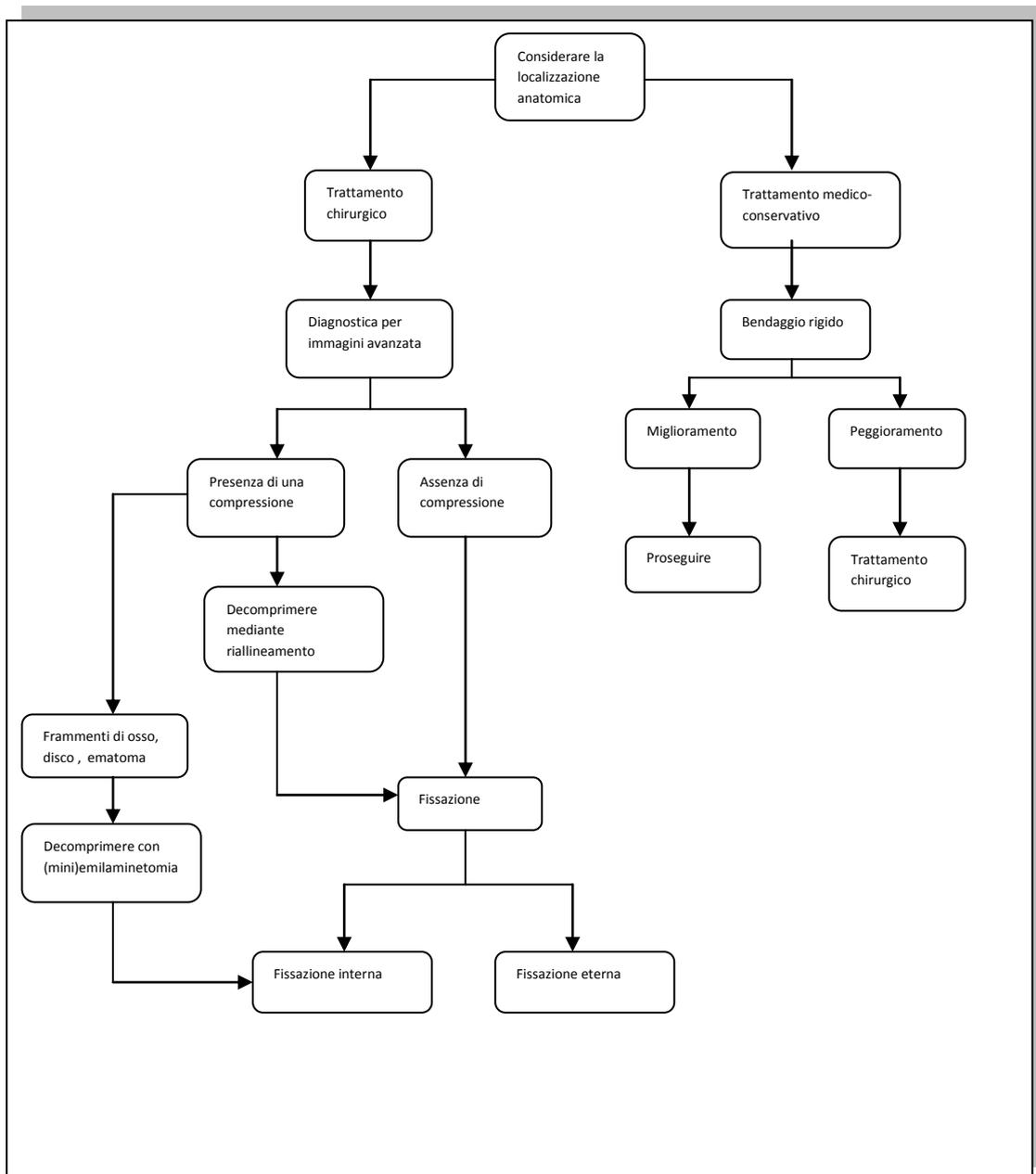
Un possibile algoritmo per la scelta del trattamento è illustrato di seguito:



(Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

Se l'animale soddisfa i criteri per il trattamento non chirurgico possono essere considerati il riposo in gabbia e il bendaggio rigido. Se si opta per la chirurgia bisogna considerare il rischio di infezioni o di cedimento dell'impianto e i tempi e costi dell'ospedalizzazione nel post-operatorio. Spesso i pazienti sottoposti a chirurgia richiedono una ospedalizzazione più lunga rispetto a quelli trattati conservativamente e in certi casi il recupero funzionale non differisce tra i due tipi di trattamento (Selcer RR et al, 1991).

Un possibile algoritmo per la scelta del trattamento è illustrato di seguito:



(Da "Small animal spinal disorders" Sharp N, Wheeler S, 2005)

Comunque, in generale:

- Si tende a preferire il trattamento chirurgico nelle lesioni al tratto toracico o lombare; questa scelta è influenzata dal basso rischio di complicazioni in seguito alla chirurgia e alla difficoltà di applicare bendaggi in queste regioni. La riduzione dei capi della lesione, una fissazione rigida e la decompressione quando necessario sono gli obiettivi della chirurgia.
- In molti casi il semplice riallineamento della lesione garantisce anche la decompressione (Bagley RS et al, 2000). La decompressione immediata del midollo è il trattamento che dà il maggior beneficio in animali con gravi deficit neurologici (Tator CH et al, 1999; Fehlings MG et al, 2001; Papadopoulos SM et al, 2002).
- Praticare una laminectomia aumenta i tempi chirurgici e può aumentare l'instabilità del focolaio. E' quindi indicata solamente quando si rinviene una voluminosa massa extradurale come un frammento osseo, materiale discale o un coagulo di sangue (Lanz OI et al, 2000).
- L'emilaminectomia dovrebbe essere preferite alla laminectomia (Smith GK e Walter MC, 1988). Quando possibile, una chirurgia meno invasiva, che preservi le faccette articolari, quali la pediclectomia o la mini-emilaminectomia, è da preferire perché la rimozione delle faccette articolari è molto destabilizzante in particolare nei casi in cui è danneggiato anche il disco intervertebrale (Shires PK et al, 1991; Schulz KS et al, 1997).
- Dopo l'esecuzione di una laminectomia la colonna dovrebbe sempre essere stabilizzata.

## 2.4.2 LOCALIZZAZIONE ANATOMICA DELLA LESIONE

La localizzazione anatomica è un fattore determinante nel processo decisionale nel trattamento delle lesioni traumatiche della colonna.

### 2.4.2.1 INSTABILITÀ ATLANTO-ASSIALE

L'instabilità atlanto-assiale è una condizione particolare derivante da un'alterazione del dente dell'epistrofeo o dei legamenti che abbracciano le faccette articolari multiple dell'articolazione diartrosica atlanto-assiale e provoca instabilità articolare, sublussazione vertebrale con conseguente compressione del midollo spinale e delle radici nervose. La lassità articolare può derivare da fratture, dall'assenza, dall'ipoplasia o dalla malformazione del dente dell'epistrofeo o dalla lassità o rottura dei legamenti alari, apicali, trasversi o atlanto-assiali dorsali. Un trauma può esacerbare questa situazione causando la manifestazione clinica della sintomatologia. L'instabilità predispone il paziente allo sviluppo di compressione del midollo spinale e delle radici nervose, provocando spesso dolore, tetraparesi con conservazione o meno della capacità di deambulare. Nei casi con sintomatologia lieve si può tentare il trattamento medico che consiste nel confinamento in gabbia dell'animale per tre o quattro settimane, nell'applicazione di un collare ortopedico rigido e nella somministrazione di corticosteroidi per alleviare la sintomatologia; tuttavia le recidive sono frequenti. La correzione chirurgica è indicata quando i deficit neurologici sono da moderati a gravi, quando c'è dolorabilità intensa, deambulazione difficoltosa o paresi non deambulante e quando il trattamento medico è fallito. Gli obiettivi della chirurgia comprendono la riduzione della lussazione, la decompressione del midollo e delle radici nervose e la stabilizzazione dell'articolazione. Le tecniche chirurgiche possono essere suddivise in due categorie: ventrali e dorsali:

- La stabilizzazione dorsale può essere ottenuta tramite un'ansa di filo metallico, del filo da sutura sintetico o un trapianto autologo (es. legamento nucale). Indipendentemente dal materiale scelto, bisogna far passare il materiale sotto la lamina di C1, al di sopra del midollo spinale, e fissarlo tramite due fori praticati con il trapano nel processo spinoso di C2. Questa tecnica prevede che si formi del tessuto fibroso che permette il consolidamento dell'articolazione. Con questa tecnica si possono verificare frequentemente delle complicazioni post-operatorie

come la rottura dei mezzi di sintesi o dell'osso, inoltre il posizionamento non corretto del materiale scelto per la fissazione può provocare traumi al midollo spinale. È anche possibile che si verifichino una riduzione e una stabilizzazione inadeguata soprattutto se si esegue contemporaneamente una laminectomia.

- L'approccio ventrale consente una riduzione anatomica più accurata. L'inserimento di chiodi transarticolari nelle porzioni più solide dell'atlante e dell'epistrofeo permette di ottenere una buona stabilità. L'utilizzo di un trapianto autologo di osso spongioso favorisce la formazione dell'artrosi atlanto-assiale ed è inoltre possibile quando indicato, cioè se il dente dell'epistrofeo è malformato o fratturato, eseguire l'odontectomia. Si tratta di una tecnica semplice, veloce, sicura ed efficace che prevede l'inserimento di fili di Kirschner o di viti attraverso l'articolazione C1-C2. La complicazione più comune è la migrazione dei fili che può essere facilmente prevenuta applicando del cemento sulle estremità esposte di questi ultimi. Anche se questa tecnica non agisce come cerchiaggio di tensione offre comunque una fissazione migliore di quella ottenibile mediante l'approccio dorsale.

#### 2.4.2.2 COLONNA CERVICALE CERVICALE

Questa regione è quella con maggior divario tra diametro del canale vertebrale e diametro del midollo quindi gli effetti di una compressione sul midollo sono più modesti. Il riposo in gabbia associato ad un bendaggio rigido rappresentano il trattamento di scelta per molte delle fratture-lussazioni che interessino il tratto cervicale, a meno che non si riporti un peggioramento delle condizioni neurologiche (Hawthorne JC et al, 1999). La mortalità associata alla chirurgia è piuttosto alta e può arrivare al 35-40% (Hawthorne JC et al, 1999). Gravi emorragie intraoperatorie e difficoltà nella riduzione sono comuni complicazioni nella chirurgia di questo tratto (Schulz KS et al, 1997). Non è comunque sempre facile anche in questa regione applicare un bendaggio che immobilizzi efficacemente la lesione.

La chirurgia può ridurre i tempi di recupero ma, considerate le difficoltà tecniche e le possibili complicazioni, dovrebbe essere riservata agli animali che:

- Sono tetraplegici o hanno deficit dell'attività respiratoria.
- Mostrano un peggioramento dello stato neurologico nonostante il confinamento in gabbia e l'immobilizzazione con bendaggio rigido.

- Mostrano dolore intenso anche dopo le prime 48-72 ore.

La tecnica chirurgica più efficace è il posizionamento ventrale di viti-chiodi e cemento (Schulz KS et al, 1997). Il principale svantaggio di questa tecnica è la possibilità di cedimento dell'impianto se la barra di cemento attraversa più di uno spazio intervertebrale. Questo può essere un problema quando un corpo vertebrale è fratturato. In questi casi devono essere utilizzati almeno tre elementi di presa su ogni lato della lesione e uno due chiodi di Steinmann dovrebbero essere incorporati nel cemento per rinforzarlo. Se è necessaria anche una stabilizzazione dorsale, come nel caso di lussazioni delle faccette articolari, delle viti possono essere posizionate attraverso le faccette articolari (Basinger RR et al 1986).

#### 2.4.2.3 COLONNA TORACICA E LOMBARE

Queste sono le regioni della colonna vertebrale più frequentemente coinvolte in seguito a traumi e sono anche quelle a più alto rischio di subire gravi danni neurologici permanenti a causa del poco spazio presente tra canale vertebrale e midollo. Il trattamento raccomandato per lesioni localizzate in queste sedi è spesso chirurgico a meno che l'animale non soddisfi i criteri per il trattamento con bendaggio rigido esterno (Patterson RH e Smith GK, 1992). Le tecniche applicabili sono numerose anche se pare che la fissazione con viti-chiodi e cemento sia quella che garantisce i risultati migliori.

#### 2.4.2.4 L6-L7 E GIUNZIONE LOMBOSACRALE

In queste regioni il canale vertebrale è relativamente spazioso poiché il midollo finisce all'incirca a livello della sesta vertebra lombare e la parte caudale del canale vertebrale è occupato solamente dalle radici nervose. Per questa ragione, anche lesioni che causano una grave dislocazione della colonna possono determinare danni neurologici leggeri o moderati. Le fratture in questa regione possono guarire in maniera soddisfacente anche senza intervento chirurgico (Smith GK e Walter MC, 1985; Patterson RH e Smith GK, 1992). I candidati per la chirurgia sono gli animali con dolore persistente, gravi deficit neurologici o peggioramento dello stato neurologico dopo un periodo di trattamento conservativo. Viti o chiodi filettati e cemento sono la tecnica d'elezione ed eventualmente, per ottenere una fissazione più stabile, si possono ancorare anche alle ali

dell'ileo. La fissazione esterna può essere applicata con buoni risultati in questa sede. Anche il bendaggio rigido e la fissazione spinale segmentale modificata possono avere successo ma idealmente il corpo vertebrale dovrebbe essere intatto (McAnulty JF et al, 1986; Patterson RH e Smith GK, 1992).

#### 2.4.2.5 LESIONI DEL SACRO, COCCIGE E DELLA CODA

Le fratture del sacro causano spesso deficit neurologici se attraversano il canale vertebrale o coinvolgono il forame sacrale (Kunz CA e Bonagura JD, 2000). La chirurgia può migliorare e velocizzare il recupero funzionale ma i rischi di causare un danno iatrogeno sono alti (Kunz CA et al, 1995). Quindi la chirurgia dovrebbe essere riservata a quegli animali con deficit neurologici gravi o progressivi. Il riallineamento delle faccette articolari di L7-S1 facilita la riduzione di una frattura del sacro (Pare B et al, 2001). Le lesioni sacro-caudali sono più comuni nei gatti (Feeney DA e Oliver JE, 1980). L'importanza del trattamento chirurgico in questo tipo di lesioni non è chiara (Sturgess BK e LeCouteur RA, 2003). I gatti che non recuperano il controllo della minzione entro quattro settimane hanno una prognosi sfavorevole (Smeak DD e Olmstead ML, 1985). Le fratture della coda sono di solito trattate conservativamente o tramite amputazione della coda.

## **CAPITOLO 3: DECORSO**

### **3.1 CURE INFERMIERISTICHE**

Il miglior modo di gestire un paziente neurologico, in particolare quelli con più di un problema, è di fare un planning dettagliato per ciascun giorno. In questo modo le uscite per l'espletamento delle funzioni organiche, la fisioterapia, le medicazioni, eventuali analisi di laboratorio possono essere pianificate minimizzando il rischio di dimenticanze. È utile anche fare un piano specifico per la gestione della fisioterapia.

#### **PULIZIA**

Gli animali che tendono a sporcarsi con le proprie urine e feci sono più facilmente gestibili se i quarti posteriori vengono tricotomizzati. L'area perineale deve essere lavata ogni volta che si sporca e in molti pazienti questo può essere necessario diverse volte al giorno. Nei primi giorni dopo l'intervento si deve prestare attenzione a non bagnare la ferita chirurgica per evitare contaminazioni.

#### **ANALISI DELLE URINE**

Se il paziente presenta deficit della minzione le urine devono essere esaminate ogni due-tre giorni a meno che non sia già sotto copertura antibiotica. Molti degli animali con deficit neurologici tali da non consentirgli la deambulazione possono anche sviluppare ritenzione urinaria che può portare a cistiti.

#### **DECUBITO**

I pazienti tertaparetici in decubito permanente devono essere girati ogni due ore poiché il decubito permanente sullo stesso lato può predisporre a congestione polmonare e polmonite; l'alternanza tra decubito sternale e laterale può essere di ausilio nel migliorare la ventilazione. Il torace dovrebbe essere auscultato almeno due volte al giorno in modo da individuare precocemente eventuali alterazioni. I pazienti dovrebbero essere alimentati sostenendoli in decubito sternale per minimizzare i rischi di

aspirazione di cibo. Per prevenire l'insorgenza di piaghe da decubito sono di grande utilità i materassini ad acqua.

## IDRATAZIONE E NUTRIZIONE

Gli animali tetraparetici si disidratano facilmente e gli si dovrebbe offrire l'acqua ogni quattro ore anche se molti di questi necessitano di un supporto di fluidi per via endovenosa. Le proteine totali, l'ematocrito, il peso specifico urinario e la concentrazione di elettroliti sierici dovrebbero essere monitorati quotidianamente.

Anche il supporto alimentare in questo tipo di pazienti dovrebbe essere valutato attentamente. Lo stress, in particolare in seguito al trauma e alla chirurgia, determina un aumento del metabolismo quindi un corretto supporto alimentare può minimizzare il pericolo di insorgenza di immunosoppressione e l'esaurimento delle riserve organiche di proteine. Al paziente dovrebbe essere offerto cibo appetibile e di alta qualità per coprire l'aumento delle richieste da parte dell'organismo; idealmente si dovrebbe calcolare l'esatta richiesta di apporto calorico. Al contrario però, un soggetto inattivo, sovrappeso, e tetraplegico senza complicazioni particolari potrebbe beneficiare di una controllata riduzione dell'apporto calorico (Strombeck DR e Guilford WG, 1990).

## 3.2 FISIOTERAPIA

A prescindere dalle cure infermieristiche, l'obiettivo deve comunque essere quello di minimizzare il lasso di tempo in cui l'animale resta in decubito poiché questo è il momento in cui il paziente è più facilmente soggetto a complicazioni. Questo periodo di tempo può essere significativamente ridotto con una corretta fisioterapia e una mobilitazione precoce. In molti casi è possibile muovere l'animale sostenendolo con delle fasce già 24-48 ore dopo l'intervento. Bisogna comunque prestare attenzione a non provocare lesioni, in particolare nei pazienti più pesanti, quando li si sollevano.

Le tecniche di fisioterapia standard sono spesso efficaci se adattate adeguatamente agli animali (Bocksthaler B et al, 2002). I massaggi e la movimentazione passiva delle articolazioni possono essere intraprese immediatamente dopo il recupero dalla chirurgia. Il massaggio degli arti per 15 minuti una o due volte al giorno è solitamente ben tollerato dalla maggior parte degli animali. Il massaggio dovrebbe essere effettuato procedendo in senso disto-proximale così da favorire il ritorno venoso (Berry WL e

Reyers L, 1990). L'applicazione di impacchi caldi riduce l'edema, il dolore e lo spasmo muscolare; questo trattamento dovrebbe essere effettuato per 10-15 minuti due-tre volte al giorno (Taylor RA, 1992). Anche gli ultrasuoni sono utili nel riscaldare i tessuti più in profondità (Taylor RA, 1992). Gli elettrostimolatori possono essere utili nello stimolare specifici gruppi di muscoli, ad esempio in lesioni del plesso brachiale che hanno causato una marcata atrofia dei muscoli della spalla (Taylor RA, 1992). Come per le cure infermieristiche è utile stilare un programma specifico per ogni animale. Un bendaggio esterno rigido può essere applicato temporaneamente per ridurre il rischio di lesioni durante la fisioterapia in animali con lesioni instabili della colonna. Il nuoto è un esercizio estremamente utile ma l'animale deve poi essere asciugato accuratamente. Inoltre, unitamente alle condizioni fisiche, anche l'atteggiamento mentale del paziente può giocare un ruolo importante nel recupero funzionale specialmente quando i tempi sono particolarmente lunghi. Negli animali paraplegici l'utilizzo di un carrello può aiutare a velocizzare il recupero. In generale il rischio che il paziente si adatti al carrello è inferiore rispetto al beneficio derivante dalla mobilitazione precoce. In alcuni casi, in cui non c'è speranza per il recupero della capacità deambulatoria, l'animale si può abituare ad utilizzare il carrello a vita.

### **3.3 CONTROLLO DELLA FUNZIONE URINARIA**

Alterazioni della minzione, quali incontinenza o ritenzione urinaria, sono frequenti complicazioni in seguito a traumi che coinvolgano la colonna vertebrale. I clinici sono solitamente al corrente della funzionalità dell'apparato urinario del paziente prima della chirurgia. Tuttavia in seguito alla chirurgia si può assistere ad un cambiamento; ad esempio un paziente incontinente la cui vescica è facilmente spremibile prima della chirurgia può sviluppare ritenzione in seguito all'intervento. Diversi giorni di cateterizzazione intermittente possono essere necessari prima di poter nuovamente spremere la vescica manualmente.

#### **3.3.1 DISTURBI DELLA MINZIONE**

I disturbi della minzione si possono suddividere in due gruppi. In uno si collocano i deficit legati ad una lesione del motoneurone superiore (MNS) causati da una lesione midollare craniale al segmento sacrale, nell'altro i deficit legati ad una lesione del

motoneurone inferiore (MNI) secondari ad una lesione del midollo sacrale o delle radici nervose. In lesioni lievi del MNS si può riscontrare un aumento del tono dello sfintere uretrale che può impedire un completo svuotamento della vescica. Nelle fasi iniziali di lesioni gravi del MNS si può assistere a paralisi del muscolo detrusore e ritenzione urinaria. Solitamente in questi casi si riscontra la perdita di piccole quantità di urina quando la pressione interna alla vescica supera la capacità dello sfintere. Dopo circa un mese si sviluppa uno svuotamento riflesso della vescica. Nelle lesioni del MNI si ha la perdita del tono dello sfintere interno con sviluppo di incontinenza. Occasionalmente alcuni animali, ad esempio i gatti con lesioni sacro-caudali sviluppano una sindrome da MNI con ritenzione urinaria causata da un aumento del tono simpatico (O'Brien D, 1988).

### 3.3.2 TRATTAMENTO FARMACOLOGICO DEI DISTURBI DELLA MINZIONE

Il disturbo della minzione più comune in seguito a traumi della colonna è una sindrome da MNS con conseguente aumento eccessivo del tono dello sfintere uretrale. I tentativi di urinare del paziente, o di spremere manualmente la vescica sono resi impossibili dal tono dello sfintere uretrale. Come risultato si ha ritenzione urinaria ed aumento del volume residuo nella vescica.

I farmaci che agiscono sulla funzionalità del tratto urinario sono:

- Diazepam: è utilizzato per ridurre il tono della muscolatura striata. Non è raccomandato nel gatto; in alternativa in questa specie può essere utilizzato il Dantrolene
- Fenossibenzamina: è utilizzata per ridurre il tono della muscolatura liscia. Sono generalmente necessari 2-3 giorni prima che il farmaco faccia effetto.

### 3.3.3 SVUOTAMENTO ASSISTITO DELLA VESCICA

Le tre regole cruciali sono:

- Prevenire le perdite di urina mantenendo bassa la pressione intravesicale
- Svuotare completamente la vescica per impedire lo sviluppo di cistiti da ritenzione

- Prevenire l'iperdistensione della vescica

Gli animali che non sono in grado di svuotare completamente la vescica sono ad elevato rischio di sviluppare una cistite da ritenzione. Una copertura antibiotica, a dispetto del suo spettro d'azione, difficilmente riuscirà a prevenirla ed avrà come risultato quello di selezionare i microrganismi più resistenti. Gli animali incontinenti con lesioni sia del MNS che MNI necessitano di essere aiutati nella minzione almeno due-tre volte al giorno e in quelli con sindrome da MNS è indicata anche la terapia farmacologica. Alcuni clinici preferiscono applicare un catetere temporaneo per prevenire i problemi connessi alla perdita di urina e ridurre lo stress della spremitura manuale. Le cistocentesi ripetute non sono un metodo ottimale per mantenere la vescica vuota. Il Betanecolo e la Cisapride possono essere di ausilio nel trattamento di disturbi della minzione da MNI ma non sono al contrario raccomandati in quelli da MNS.

#### SPREMITURA MANUALE

Probabilmente è il metodo migliore per assistere la minzione in una prima fase. I farmaci che riducono il tono dello sfintere uretrale solitamente rendono la spremitura più semplice. Talvolta può essere difficile valutare se la vescica è stata completamente svuotata senza l'aiuto di un catetere o un controllo ecografico, ma con un po' di esperienza si può valutare anche manualmente lo stato di riempimento della vescica. Il principale vantaggio della spremitura manuale è che non si corre il rischio di introdurre batteri nella vescica, che è normalmente sterile. Gli svantaggi sono che può essere difficoltosa in certi casi, specialmente in quelli con addome teso e voluminoso, i quelli con bendaggio esterno o in quelli in cui il tono dello sfintere uretrale è stato aumentato farmacologicamente. In alcuni casi, in seguito ad infezioni delle vie urinarie, può rendersi difficoltosa la spremitura, probabilmente perché induce spasmo dello sfintere. Gli animali gestiti con spremitura manuale possono tendere più frequentemente a perdere urina, vanno quindi lavati spesso per prevenire la formazione di irritazioni e piaghe.

#### CATETERIZZAZIONE INTERMITTENTE

Questa tecnica può essere necessaria in alcuni pazienti, in particolare in quelli refrattari alla terapia con farmaci. Bisogna prestare attenzione a mantenere l'asepsi durante

l'esecuzione della procedura. Nonostante le precauzioni c'è comunque il rischio di introdurre batteri in vescica poiché la parte distale dell'uretra non è sterile. Infezioni nosocomiali possono essere trasmesse se non è rispettata l'asepsi; il cateterismo urinario è riportato come seconda causa di trasmissione di infezioni nosocomiali nell'uomo (Maki DG e Tambyah PA, 2001). Il rischio di infezioni aumenta anche con il numero di cateterismi eseguiti. Irrigare prepuzio o vagina con una soluzione di Clorexidina allo 0,02% può aiutare a ridurre il tasso di infezioni.

#### SISTEMI DI RACCOLTA CHIUSI

Questo sistema è molto utile in quegli animali con gravi infezioni delle vie urinarie, in maschi che sono difficili da spremere manualmente e per misurare l'output urinario nei pazienti con ridotta funzionalità renale. Hanno inoltre il vantaggio di permettere la diuresi mantenendo costantemente la vescica vuota e di mantenere puliti e asciutti gli animali. Questo mezzo dovrebbe essere sostituito da altre tecniche entro tre giorni; se invece risulta necessario mantenerlo per periodi più lunghi, il catetere dovrebbe essere sostituito ogni tre giorni. Mantenere pulito prepuzio o vagina con una soluzione di Clorexidina allo 0,02% può aiutare a ridurre il rischio di sviluppare infezioni.

#### CISTOTOMIA CON TUBO

In alcuni casi una cistotomia prepubica con l'inserimento di un catetere può essere un'alternativa alla cateterizzazione ripetuta. In questo caso il catetere è lasciato in-situ almeno per sette giorni. Può essere occasionalmente utilizzato anche per periodi prolungati, in particolare in quei pazienti permanentemente incontinenti e in cui la spremitura manuale risulta difficoltosa (Smith LJ et al, 1994).

## **CAPITOLO 4: ESPERIENZE PERSONALI**

### **4.1 OBIETTIVO**

L'obiettivo di questa tesi è dare un contributo casistico nell'impiego della tecnica di stabilizzazione vertebrale mediante fissazione interna con viti-chiodi e cemento, nel trattamento dell'instabilità vertebrale secondaria a lesioni traumatiche, quali fratture e lussazioni della colonna vertebrale.

### **4.2 MATERIALI E METODI**

Presso la Sezione Chirurgica del Dipartimento Clinico Veterinario dell'Università di Bologna, sono stati trattati 12 casi (8 cani e 4 gatti) di instabilità vertebrale secondaria a fratture o lussazioni traumatiche. Tutti i pazienti sono stati sottoposti a una visita clinica generale e, dopo aver fornito le terapie di primo soccorso e adeguatamente stabilizzato le condizioni generali, a un esame ortopedico e neurologico e ad esami ematobiochimici di routine. I soggetti sono stati valutati e classificati neurologicamente secondo la metodica proposta da Griffiths (Griffiths IR, 1982) e Davies (Davies JV et al, 1983) che prevede la suddivisione dei pazienti in 5 gradi di gravità:

**Grado 0:** paziente normale

**Grado 1:** presenza di dolorabilità alla palpazione della colonna senza deficit neurologici

**Grado 2:** presenza di paresi o atassia con deficit propriocettivi

**Grado 3:** paraplegia/paraparesi non deambulante

**Grado 4:** paraplegia con ritenzione urinaria

**Grado 5:** paraplegia con ritenzione urinaria e assenza di dolorabilità profonda

Stabilito il grado neurologico e la localizzazione neuro-anatomica della lesione, tutti i soggetti sono stati sottoposti a sedazione con una miscela di Midazolam (0,1 mg/kg) e Butorfanolo (0,3 mg/Kg) per via intramuscolare e sottoposti ad un esame radiografico in bianco eseguito nelle due proiezioni ortogonali. In un soggetto si è fatto ricorso alla diagnostica per immagini avanzata ed è stata eseguita una TAC.

I soggetti ritenuti idonei al trattamento chirurgico sono stati sottoposti ad un intervento allo scopo di stabilizzare la colonna e decomprimere il midollo mediante fissazione

interna con viti-chiodi e cemento. Quando ritenuto necessario il midollo è stato ulteriormente decompresso mediante emilaminectomia. I pazienti sono stati premedicati con Acepromazina (0,025 mg/Kg) per via intramuscolare. L'induzione è stata effettuata con un bolo endovenoso di Fentanil (4 µg/Kg) seguito da Midazolam (0,1 mg/Kg), Ketamina (1 mg/Kg) e Propofol (2-4 mg/Kg) ad effetto. Sono stati quindi mantenuti in Isoflurano e in infusione continua con Fentanil (3-6 µg/Kg/h) e Ketamina (0,1-0,5 mg/Kg/h). A fine intervento è stato applicato un cerotto per la somministrazione transdermica di Fentanil ad un dosaggio di 2-4 µg/Kg. L'infusione con Fentanil e Ketamina è stata proseguita nelle prime 8-24 ore dal risveglio per consentire il raggiungimento dell'effetto terapeutico del cerotto. Durante questo periodo i soggetti sono stati ospedalizzati e monitorati in modo da poter individuare tempestivamente un'eventuale eccessiva depressione dell'attività respiratoria e cardiocircolatoria.

Il quadro clinico dei soggetti considerati in questo studio può essere schematizzato come segue:

Caso	Segnalamento	Lesione	Grado neurologico	Intervento
Caso 1	Cane Siberian Husky F 2a	Lux T12-T13	4	Viti e cemento
Caso 2	Cane Pastore Tedesco F 1a	Lux T12-T13	5	Viti e cemento
Caso 3	Gatto Siamese M 1a	Fx/Lux L6-L7	4-5	Chiodi e cemento
Caso 4	Cane Segugio Anglo-Francese F 6°	Fx/Lux L2-L3	4	Viti e cemento
Caso 5	Cane Pastore Tedesco F 6m	Fx L2	3	Viti e cemento
Caso 6	Cane Meticcio M 2a	Fx L2	4	Viti e cemento
Caso 7	Gatto Europeo M(c) 1a	Fx L2	3-4	Chiodi e cemento
Caso 8	Cane Meticcio M 4a	Fx L5	3	Viti e cemento
Caso 9	Cane Meticcio M 6a	Fx L1	3	Viti e cemento
Caso 10	Cane Epagneul Breton F 3a	Lux L1-L2	4	Viti e cemento
Caso 11	Gatto europeo M 3a	Fx/Lux L7	4	Chiodi e cemento
Caso 12	Gatto europeo M 5a	Fx/Lux L6	3	Chiodi e cemento

## CASO 1

**Segnalamento:** Cane Siberian Husky Femmina 2 anni 25 Kg

**Anamnesi:** il paziente è stato riferito alla Clinica Chirurgica Universitaria per paraparesi non deambulante secondaria ad una lussazione vertebrale T12-T13 già diagnosticata dal veterinario curante mediante esame radiografico. Due giorni prima dell'arrivo in clinica il cane era scappato di casa ed è stato ritrovato il giorno seguente

nei pressi dell'abitazione. Al momento del ritrovamento l'animale risultava paraplegico, dolente ma in buone condizioni generali.

**Esame obiettivo generale:** addome retratto e cifosi. Il soggetto urina spontaneamente ma non defeca dal momento del ritrovamento.

**Esame neurologico:** all'esame della postura il soggetto presenta una marcata cifosi della colonna toraco-lombare e decubito sternale mentre all'andatura mostra una paraplegia non deambulante. Le reazioni posturali sono assenti nel bipede posteriore, normali su quello anteriore. I riflessi spinali degli arti anteriori sono nella norma mentre i riflessi patellare, tibiale craniale e flessorio risultano aumentati bilateralmente. I



sintomi confermano la diagnosi di lesione midollare al tratto toraco-lombare



**Diagnostica per immagini:** la radiografia eseguita dal Veterinario curante mostrava la presenza di una lussazione vertebrale tra T12-T13. È stato eseguito un ulteriore esame radiografico del tratto toraco-lombare, per evidenziare eventuali ulteriori anomalie ed osservare modificazioni della lussazione rispetto

alla situazione fotografata due giorni innanzi. L'esame radiografico in bianco ha messo in evidenza una grave lussazione tra T12 e T13 con una dislocazione di circa il 50%.

**Intervento:** dopo aver eseguito un accesso dorsale al tratto interessato sono state posizionate 2 viti sul lato destro e 1 sul lato sinistro del corpo vertebrale di T12 e 2 sul lato sinistro e 1 sul lato sinistro del corpo vertebrale di T13. Sono state utilizzate viti



corticali del diametro di 3,5 mm e di lunghezza compresa tra i 32 e i 36 mm. È stata quindi eseguita una riduzione della lussazione tramite distrazione manuale e, mantenendo le vertebre nella posizione stabilita, si è applicato il cemento inglobando le teste delle viti. Prima del

risveglio sono state effettuate delle radiografie di controllo che hanno rivelato una buona riduzione della lussazione.



**Decorso:** il cane è rimasto in degenza presso la Sezione Chirurgica per i 7 giorni successivi all'intervento. In seconda giornata l'animale non manifestava dolore intenso alla parte e, pur permanendo l'atteggiamento di cifosi, ha cominciato a tentare di riassumere la stazione quadrupedale con una rapida ripresa della funzione motoria nei giorni successivi. Al settimo giorno permaneva una lieve paresi e cifosi. Il paziente è stato dimesso con indicazioni di limitare l'attività a brevi passeggiate al guinzaglio fino al controllo successivo.

L'esame neurologico eseguito nei successivi controlli non ha rilevato alcun deficit. A distanza di uno e tre mesi dall'intervento sono state eseguite radiografie di controllo che hanno mostrato la stabilità della riduzione.

## CASO 2

**Segnalamento:** Cane Pastore Tedesco Femmina 1 anno 29 Kg

**Anamnesi:** due giorni prima dell'arrivo in clinica il soggetto aveva subito un trauma da investimento. Il veterinario curante, dopo aver stabilizzato il paziente ed effettuato un esame radiografico che metteva in evidenza una frattura della tibia e della colonna, ha riferito il caso alla Clinica Chirurgica Uiversitaria.

**Esame obiettivo generale:** soggetto depresso, all'esame clinico presentava cifosi e dolorabilità alla palpazione della colonna. L'arto interessato dalla frattura era stato fasciato dal veterinario curante e si presentava tumefatto e con soffiusioni emorragiche.

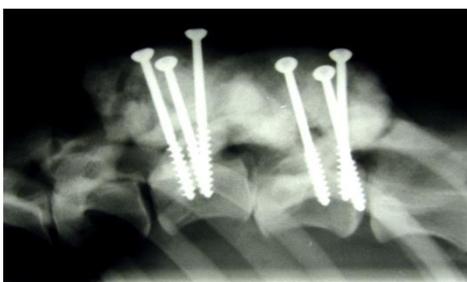
**Esame neurologico:** all'esame della postura e dell'andatura il soggetto si presentava in decubito permanente e paraplegico. Le reazioni posturali risultavano normali negli arti anteriori e completamente assenti nel bipede posteriore

mentre all'esame dei riflessi spinali si è evidenziata una lieve iperriflessia del bipede posteriore. L'esame della sensibilità profonda dava esito negativo.



**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico, eseguito nelle due proiezioni ortogonali, metteva in evidenza una lussazione T12-T13, con dislocazione di entità moderata in senso dorsoventrale.

**Intervento:** l'assenza della sensibilità dolorifica profonda suggeriva una prognosi infausta ed è stata proposta l'ipotesi dell'eutanasia. I proprietari tuttavia erano molto motivati e hanno insistito nel tentare una terapia chirurgica.



È stato eseguito un accesso dorsale alla colonna e sono state posizionate viti da spongiosa parzialmente filettate del diametro 3,5 mm e della lunghezza compresa fra 36 e 40 mm. Dopo aver posizionate le viti, si è proceduto a ridurre la frattura mediante trazione manuale sui processi

spinosi delle vertebre adiacenti. Accertato l'allineamento delle faccette articolari si è posizionato il cemento inglobando la testa delle viti. Prima del risveglio è stata eseguita una radiografia di controllo che metteva in evidenza un allineamento non perfetto del corpo vertebrale, con una moderata dislocazione ventrale del moncone caudale. Si ritiene che questo sia stato dovuto ad una frattura della lamina, evento che ha impedito una corretta valutazione della riduzione tramite l'allineamento delle faccette articolari.



**Decorso:** il soggetto è rimasto in degenza presso l'Ospedale Didattico per 15 giorni. Non manifestando alcun miglioramento dopo tale periodo, in accordo con i proprietari, è stato sottoposto ad eutanasia.

### CASO 3

**Segnalamento:** Gatto Siamese Maschio 1 anno 4,5 Kg

**Anamnesi:** il veterinario curante riferisce l'animale alla Clinica Veterinaria Universitaria in seguito ad un presunto investimento automobilistico avvenuto quattro giorni prima. Dopo l'incidente il gatto si è mostrato sempre paraplegico e, a detta del proprietario, non ha urinato. Il veterinario curante lo ha inviato al dipartimento dopo

aver diagnosticato, tramite esame radiografico in bianco, una frattura con lussazione di L6, una frattura coccigea e una frattura diafisaria del femore sinistro.

**Esame obiettivo generale:** soggetto obeso. Il gatto non urina e non defeca da quattro giorni.

**Esame neurologico:** all'esame della postura e dell'andatura l'animale mostra paraparesi non deambulante, tuttavia nel tentativo di divincolarsi dal contenimento mostra un'attività motoria volontaria. La sensibilità dolorifica profonda è ridotta. Le reazioni posturali sono assenti nel bipede posteriore, normali nell'anteriore. Il riflesso patellare e tibiale craniale risultano diminuiti sia a destra che a sinistra; il riflesso flessorio posteriore è diminuito a sinistra e assente a destra; il riflesso perineale si presenta diminuito. A fronte di tali rilevamenti si è confermata una lesione midollare con localizzazione lombo-sacrale.



**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico, eseguito nelle due proiezioni ortogonali, ha evidenziato una frattura da compressione dell'epifisi distale del corpo di L6, con una tipica dislocazione del corpo vertebrale di L7 cranioventralmente al corpo vertebrale di L6.

**Intervento:** dopo aver eseguito un approccio dorsale al tratto di colonna interessato, la lussazione è stata ridotta applicando una trazione, con delle pinze fermateli, sui processi spinosi

delle vertebre L6 ed L7. Mantenendo la riduzione, sono stati posizionati quattro chiodi di Steinmann del diametro di 2 mm, due in direzione cranioventrale/lateromediale su L6, e gli altri due su



L7 in direzione

caudoventrale/lateromediale; tutti e quattro i chiodi sono stati posizionati con un'inclinazione di circa 30° rispetto ai processi spinosi. Ogni chiodo è stato inserito in modo che la punta fuoriuscisse di circa 3 mm dalla faccia ventrale del corpo vertebrale e tagliato ad una lunghezza di circa 3 cm dal punto di infissione.



Le porzioni dorsali sono state poi adeguatamente

piegate per permettere al metilmetacrilato una miglior tenuta sul chiodo. A fine intervento sono state eseguite radiografie di controllo che confermano la riduzione della lussazione e un buon allineamento del rachide lombosacrale.

**Decorso:** l'animale è stato subito affidato al veterinario curante. Secondo quanto riferito il gatto ha cominciato a riprendere l'attività motoria a partire dalla seconda settimana e ha manifestato una ripresa funzionale completa a due mesi dall'intervento chirurgico.

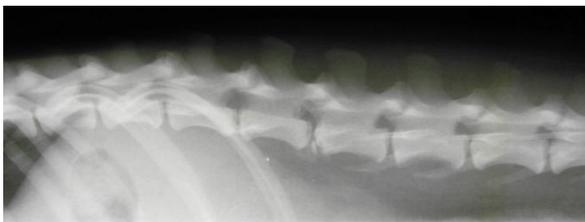
## CASO 4

**Segnalamento:** Cane Segugio Anglo-francese Femmina 5 anni 20 Kg.

**Anamnesi:** il proprietario riferisce che il giorno precedente, al rientro da un'intensa battuta di caccia, il cane ha cominciato ad avere difficoltà deambulatorie.

**Esame obiettivo generale:** irrigidimento degli arti posteriori con iperestensione e dorsoflessione, cifosi e dolorabilità alla palpazione della colonna nel tratto T12-L4.

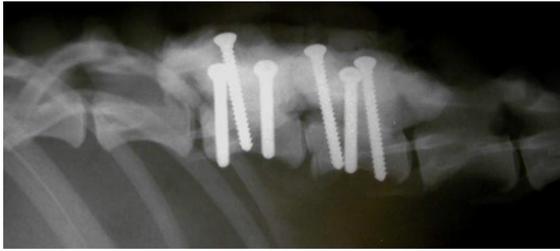
**Esame neurologico:** all'esame della postura si riscontrano marcata cifosi e decubito sternale. L'esame dell'andatura rileva paraplegia e trascinarsi degli arti posteriori. La propriocezione è assente nel bipede posteriore. I riflessi spinali degli arti anteriori si rivelano nella norma mentre nel bipede posteriore sono leggermente aumentati. Il



quadro neurologico depone a favore di una lesione midollare del tratto toracolombare.

**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico in bianco, eseguito nelle

due proiezioni ortogonali, ha messo in evidenza una lussazione vertebrale L2-L3 con rotazione assiale del rachide, frattura della porzione craniale del corpo vertebrale di L3 e sospetta frattura del processo trasverso di L3. Considerata la presenza di una sintomatologia neurologica marcata in assenza di una compressione midollare visibile alla radiografia in bianco, si è deciso di eseguire una mielografia per indagare eventuali altre lesioni non evidenziabili alla normale radiologia. L'esame mielografico con mezzo di contrasto ha evidenziato una compressione midollare tra L1-L3.



**Intervento:** si è deciso di optare per la riduzione della frattura/lussazione senza effettuare una ulteriore decompressione. Dopo aver eseguito un approccio dorsale al tratto interessato, sono state posizionate

6 viti da corticale di lunghezza compresa tra 30 e 32 mm, due a sinistra e una a destra nel corpo vertebrale di L2 e una a sinistra e due a destra nel corpo vertebrale di L3.

Dopo aver ridotto la lussazione tramite distrazione manuale, è stato applicato il cemento inglobando la testa delle viti e modellandolo attorno alle faccette articolari, alla lamina e ai peduncoli. Prima del risveglio sono state eseguite delle radiografie di controllo che hanno rivelato la riduzione della lussazione e l'avvicinamento della scheggia ossea al corpo vertebrale.



**Decorso:** il cane è rimasto ricoverato presso la Sezione Chirurgica per i quattro giorni successivi all'intervento. In questo

periodo l'animale ha mostrato una marcata diminuzione della sintomatologia algica senza tuttavia un significativo recupero della funzionalità neurologica. In seguito alle pressioni del proprietario il cane è stato dimesso, raccomandando assoluto riposo e, se necessario, il confinamento in gabbia. A circa due giorni dalla

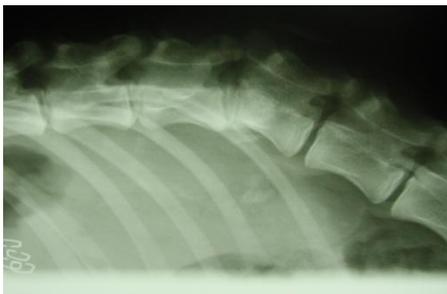
dimissione il cane ha ripreso la stazione quadrupedale, pur conservando deficit propriocettivi. Nella settimana consecutiva l'animale ha cominciato a deambulare spontaneamente con lievi alterazioni delle funzioni motorie e con propiocezione presente bilateralmente. A distanza di tre mesi il soggetto ha recuperato completamente le sue funzioni neurologiche ma è stato nuovamente visitato per la comparsa di una fistola in corrispondenza della protesi di cemento. E' stato sottoposto a terapia antibiotica. Inizialmente ciò ha dato dei buoni risultati ma a distanza di circa un anno l'animale presenta una nuova fistola sempre nella regione lombare craniale, con secrezione siero-emorragica; anche nella regione glutea si è formato inizialmente un ematoma che è poi evoluto in fistola con produzione siero-emorragica. E' stata, quindi,

eseguita un'ecografia muscolare della regione lombare che ha evidenziato la presenza di un'area anecogena disomogenea, riferibile a colliquazione, in corrispondenza di L2. A questo punto si è deciso di intervenire chirurgicamente per un'ispezione ed un "curettage" della parte. L'animale è stato sottoposto ad un'anestesia generale; dopo incisione della regione lombare, sono stati ispezionati i tragitti fistolosi che hanno portato al ritrovamento di due sacche contenenti liquido dall'aspetto sieroso. Inoltre, a livello della fistola più caudale, si è rinvenuto del tessuto colliquato. Il materiale ed i tessuti patologici sono stati rimossi e si sono posizionati tre drenaggi. Tuttavia a distanza di circa due anni la fistola è ricomparsa. Il soggetto è stato nuovamente sottoposto ad un intervento chirurgico durante il quale si è provveduto alla rimozione di parte del cemento, sospettando che fosse la causa di un trauma meccanico alla muscolatura sovrastante. Il soggetto è poi deceduto tre mesi dopo l'intervento per ragioni non correlate.

## CASO 5

**Segnalamento:** Cane Pastore Tedesco Femmina 6 mesi 16 Kg.

**Anamnesi:** circa venti giorni prima dell'arrivo presso la Clinica Universitaria il soggetto era stato investito da un'automobile riportando pneumotorace, versamento pleurico ed emorragia polmonare. È stato trattato inizialmente dal veterinario curante. Risoltosi il quadro critico, sono comparsi deficit neurologici ed il collega ha riferito il caso alla Clinica Chirurgica.



**Esame obiettivo generale:** stato di nutrizione, costituzione e sviluppo scheletrico discreti.

**Esame neurologico:** l'esame della postura e dell'andatura evidenziano cifosi e paraparesi non deambulante. La propriocezione risulta normale nel

bipede anteriore, ma assente nel posteriore. L'esame dei riflessi spinali del bipede posteriore evidenzia bilateralmente una iper-riflessia del patellare e del tibiale craniale e una diminuzione del flessorio. L'esame neurologico depone a favore di una lesione midollare con localizzazione toraco-lombare.

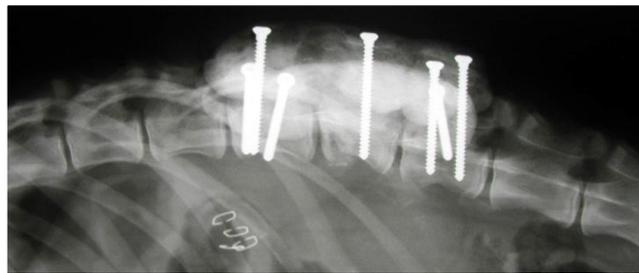




**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico in bianco, eseguito nelle due proiezioni ortogonali, ha evidenziato una frattura da compressione del corpo vertebrale di L2 a livello di epifisi craniale con schiacciamento a destra.

**Intervento:** è stato eseguito un accesso dorsale alla colonna. Una volta esposta l'area interessata, sono state posizionate 7 viti da corticale di 3,5 mm di diametro e di lunghezza compresa tra i 36 e i 40 mm. In L3 sono state infisse due viti a sinistra e una a destra. In L1 sono state posizionate due viti a destra e una a

sinistra. Si è deciso inoltre di posizionare una settima vite a livello del corpo fratturato di L2 per poter fissare anche la vertebra fratturata al ponte di cemento. Le vertebre L1 ed L3 sono state poste in trazione con



l'ausilio di due pinze fermateli applicate sui processi spinosi, e, mantenendo tale posizione, si è applicato il cemento modellandolo sulle viti e sulle lamine vertebrali. Con l'animale in anestesia è stata effettuata una lastra di controllo che ha evidenziato una buona riduzione della frattura.

**Decorso:** il cane, è stato ricoverato presso l'ospedale didattico veterinario fino al giorno successivo all'intervento; è stato poi affidato al veterinario curante. Nelle due settimane seguenti il paziente ha riacquisito la stazione quadrupedale e ha cominciato a recuperare gradualmente la funzionalità motoria. Ai controlli successivi i deficit neurologici sono scomparsi. Rimane tuttavia una cifosi di grado moderato, non determinata da una sintomatologia algica ma probabilmente dalle dimensioni delle barre di cemento utilizzate.

## CASO 6

**Segnalamento:** Cane Meticcio Maschio 2 anni 7 Kg

**Anamnesi:** il proprietario riferisce che al rientro dal lavoro ha trovato il cane, che vive libero in campagna, incapace di reggersi sui posteriori.

**Esame obiettivo generale:** soggetto molto spaventato, cifosi e intensa dolorabilità alla palpazione del rachide nella regione del dorso. Non urina dal giorno precedente.

**Esame neurologico:** all'esame della postura il soggetto si presenta in decubito, mentre all'andatura manifesta una grave paraparesi non deambulante. Il riposizionamento



proprioceettivo si presenta notevolmente ridotto nel bipede posteriore mentre è normale in quello anteriore. L'esame dei riflessi spinali mostra una lieve iperriflessia nel bipede posteriore.

**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico, eseguito nelle due proiezioni

ortogonali, mostra una frattura obliqua del corpo di L2, con dislocazione ventrale del moncone caudale.

**Intervento:** dopo aver eseguito un accesso dorsale alla colonna e isolata la parte interessata, sono state posizionate sei viti corticali, del diametro di 2,7 mm e di



lunghezza compresa tra i 24 e i 28 mm, tre nel corpo vertebrale di L1, una a destra e due a sinistra, e tre nel corpo vertebrale di L3, due a destra e una a sinistra. Dopo aver ridotto manualmente la frattura applicando una trazione sui processi spinosi delle vertebre limitrofe, è

stato applicato il cemento inglobando le teste delle viti.

L'esame radiografico di controllo eseguito prima del risveglio ha messo in evidenza un buon riallineamento dei monconi pur permanendo una leggera cifosi.

**Decorso:** il soggetto è stato ricoverato presso l'Ospedale Didattico Veterinario per cinque giorni. Inizialmente ha mostrato paraparesi non deambulante con ipertono degli arti posteriori. È stato comunque incoraggiato a



camminare aiutandolo sostenendo i posteriori con delle bende e compiendo movimenti passivi delle articolazioni. La minzione spontanea è ricomparsa al quarto giorno, mentre nel periodo precedente è stato aiutato tramite spremitura manuale. Ripresa una minzione spontanea e regolare, il soggetto è stato dimesso suggerendo un periodo di fisioterapia presso un centro specializzato. Ai controlli successivi mostrava un miglioramento progressivo anche se piuttosto lento. Al controllo a sei mesi dall'intervento il paziente era in grado di deambulare pur conservando una leggera atassia dei posteriori.

## CASO 7

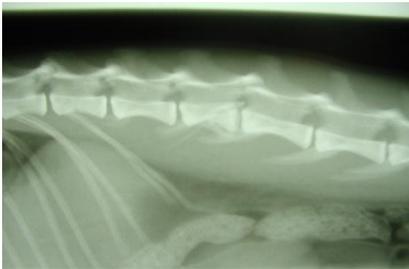
**Segnalamento:** Gatto Europeo Maschio (castrato) 1 anno 3,5 Kg

**Anamnesi:** il soggetto è riferito per una paraparesi non deambulante insorta improvvisamente due giorni prima, dopo che il gatto era mancato da casa per circa un giorno. Il gatto è stato trattato inizialmente dal veterinario curante con una terapia antibiotica e antinfiammatoria con FAS. Dopo un giorno di terapia senza alcun effetto il proprietario, in accordo col veterinario, ha riferito il caso alla Clinica Veterinaria Universitaria.

**Esame obiettivo generale:** paraparesi non deambulante con monoplegia dell'arto posteriore sinistro.

**Esame neurologico:** l'esame neurologico dell'andatura evidenzia paraparesi non deambulante con monoplegia dell'arto posteriore sinistro. Le reazioni posturali sono ritardate nell'arto posteriore destro e assenti nel sinistro. L'esame dei riflessi spinali non evidenzia alterazioni significative. Sulla base dei reperti neurologici si suppone la

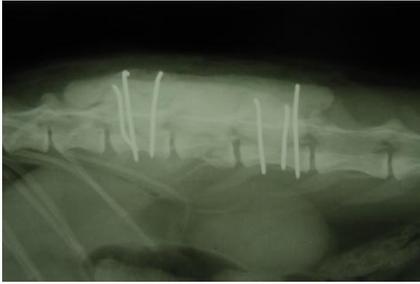
presenza di una lesione midollare del tratto toracolumbare.



**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico della colonna, eseguito nelle due proiezioni ortogonali, ha evidenziato la presenza di una frattura obliqua del corpo vertebrale di L2.

**Intervento:** dopo aver eseguito un accesso dorsale alla colonna si sono posizionati 6 chiodi di Steinmann del diametro di 2 mm, dei quali tre sul corpo vertebrale di L1, due a destra e uno a sinistra, e gli altri tre sul corpo vertebrale di L3, due a sinistra e uno a destra. Per prevenirne la migrazione, i chiodi sono stati posizionati con un angolo di circa 30 gradi sul corpo vertebrale. Le estremità sono state inoltre ripiegate ad uncino per permetterne una migliore presa sul cemento. Dopo aver ridotto la frattura applicando una distrazione manuale sui processi spinosi di L1 ed L3, sono state applicate due barre di cemento inglobando l'estremità dei chiodi. A fine intervento sono state eseguite radiografie di controllo che hanno messo in evidenza una riduzione soddisfacente.





**Decorso:** il paziente è rimasto ricoverato presso l'Ospedale Didattico Veterinario per i cinque giorni seguenti la chirurgia. Ha manifestato ritenzione urinaria per i primi tre giorni successivi alla chirurgia ed è stato quindi assistito tramite spremitura

manuale. In quarta giornata ha cominciato a manifestare un miglioramento delle condizioni neurologiche con ripresa della capacità motoria dell'arto posteriore sinistro, pur non essendo in grado di deambulare. Il soggetto è stato dimesso ed è stata suggerito un periodo di fisioterapia presso un istituto specializzato. Ai controlli successivi il gatto si presentava in costante miglioramento, con una completa risoluzione della sintomatologia a sei mesi dall'intervento.



## CASO 8

**Segnalamento:** Cane Meticcio Maschio 4 anni 30 Kg

**Anamnesi:** il proprietario riferisce che due giorni prima dall'arrivo in clinica, durante una passeggiata, nel tentativo di saltare un fosso il cane aveva emesso un vocalizzo a seguito del quale aveva mostrato un intenso dolore alla colonna e incapacità di camminare. A detta dei proprietari, il giorno seguente il cane si presentava dolente ma nuovamente in grado di camminare, seppur con qualche difficoltà. Tuttavia il giorno successivo l'animale ha mostrato nuovamente problemi locomotori ed è stato quindi condotto presso la Clinica Universitaria.

**Esame obiettivo generale:** il soggetto presenta ferite cutanee multiple non recenti, verosimilmente provocate da pallini da caccia. L'animale è anoressico e non defeca da circa tre giorni. I proprietari non sanno dire se ha urinato nel corso dei tre giorni precedenti, ma al momento della visita la vescica si presenta moderatamente repleta e facilmente spremibile.

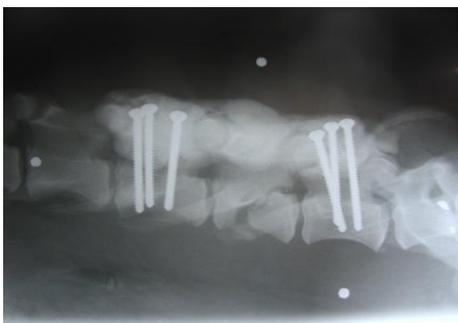


**Esame neurologico:** il soggetto si presenta in decubito permanente. All'esame dell'andatura si evidenzia una grave paraparesi non deambulante. Presenta una forte dolorabilità alla palpazione della porzione caudale del rachide lombare e al sollevamento della coda. La propriocezione

risulta normale nel bipede anteriore mentre è assente in quello posteriore. L'esame dei riflessi spinali mette in evidenza un'assenza bilaterale dei riflessi tibiale craniale e flessorio posteriore, mentre il patellare risulta normale. Si è evidenziata anche una diminuzione bilaterale del riflesso perineale.

**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico,

eseguito nelle due proiezioni ortogonali, ha messo in evidenza una frattura composta del corpo vertebrale di L5.



**Intervento:** dopo aver eseguito un accesso dorsale alla colonna, sono state applicate sei viti corticali, del diametro di 3,5 mm e di lunghezza compresa tra i 34 e 36 mm, ai corpi vertebrali di L4, una a destra e due a sinistra, ed L6, due a destra e una a sinistra. Dopo aver effettuato la riduzione tramite

trazione manuale sui processi spinosi delle vertebre limitrofe, si sono applicate due barre di cemento inglobando le teste delle viti. A fine intervento sono state eseguite radiografie di controllo che hanno mostrato una buona riduzione della lesione.

**Decorso:** il soggetto è rimasto ricoverato presso l'Ospedale Didattico Veterinario per i quattro giorni seguenti la chirurgia. Già a partire dal giorno successivo ha mostrato un rapido e progressivo miglioramento delle condizioni neurologiche ed è stato quindi dimesso con l'istruzione di restringere l'attività fino al controllo successivo. Quattro giorni dopo la dimissione il soggetto ha avuto un improvviso peggioramento acuto ed è stato quindi riportato alla



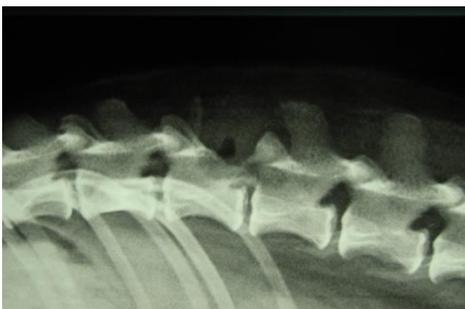
clinica. È stato eseguito nuovamente un esame radiografico che ha evidenziato la rottura del cemento. Il soggetto è stato sottoposto ad un nuovo intervento chirurgico durante il quale è stato asportato parte del cemento mediante fresatura e sono state posizionate due nuove barre di cemento più voluminose, tanto che abbiamo riscontrato qualche difficoltà nel suturare i tessuti molli soprastanti. La ripresa funzionale è stata ancora una volta rapida e già a tre mesi manifestava un completo recupero della funzione neurologica. A distanza di un anno il paziente si è ripresentato nuovamente in clinica in seguito alla comparsa di una fistola nella regione del dorso. È stato eseguito un esame radiografico, che ha messo in evidenza l'integrità dell'impianto, ed una fistolografia con mezzo di contrasto che ha rivelato la presenza di una sacca dorsalmente al cemento. La raccolta è stata drenata, è stato applicato un drenaggio e avviata una terapia antibiotica con Clindamicina al dosaggio di 10 mg/Kg per 20 giorni. La fistola è scomparsa e, a tutt'oggi, il problema non si è più ripresentato.

## CASO 9

**Segnalamento:** Cane Meticcio Maschio 4 anni 16 Kg

**Anamnesi:** il cane era stato operato due giorni prima per una compressione midollare tra L1-L2. È stata praticata un'emilaminectomia a destra ma durante la chirurgia una parte del materiale discale estruso risultava localizzato nel lato opposto all'apertura. L'emilaminectomia è stata quindi ampliata dorsalmente pur conservando i processi spinosi. Alla fine della chirurgia il grado di decompressione risultava soddisfacente ed il materiale discale presente sembrava essere stato completamente rimosso. Tuttavia due giorni dopo l'intervento il soggetto ha manifestato un improvviso peggioramento dello stato neurologico. È stato quindi sottoposto nuovamente ad una visita neurologica e ad un nuovo esame radiografico

**Esame obiettivo generale:** cifosi.



**Esame neurologico:** il soggetto si presentava in decubito permanente e con un ipertono degli arti posteriori. All'esame dell'andatura mostrava una paraparesi non deambulante. L'esame delle reazioni posturali mostrava una risposta

notevolmente ritardata mentre i riflessi spinali mettevano in evidenza una moderata iperriflessia in tutto il bipede posteriore.

**Diagnostica per immagini:** le radiografie, eseguite nelle due proiezioni ortogonali, non rivelavano né una dislocazione né linee di frattura evidenti. È stata quindi eseguita una TAC che ha rivelato una frattura del processo articolare caudale di L1 e la presenza di un frammento osseo all'interno del canale vertebrale.



**Intervento:** è stato eseguito un nuovo accesso ed è stato rimosso il processo articolare fratturato ed il frammento che, impegnandosi nel canale vertebrale, creava probabilmente un effetto compressivo. Avendo dovuto sacrificare anche il processo articolare caudale, si è deciso di stabilizzare le due vertebre applicando quattro viti corticali, del diametro di 2,7 mm e di lunghezza di 26 mm, una su ciascun lato dei corpi vertebrali di L1 ed L2. Sono state poi applicate due barre di cemento inglobando la testa delle viti. Le radiografie post operatorie confermavano il corretto posizionamento dell'impianto di fissazione.

**Decorso:** il soggetto è stato ricoverato presso l'Ospedale Didattico Veterinario per cinque giorni. Ha sempre conservato una minzione spontanea. Aiutato a sostenersi, il paziente ha rapidamente cominciato a migliorare, recuperando gradualmente la capacità di camminare. Si è progressivamente ridotto anche l'ipertono della muscolatura del bipede posteriore ed il soggetto è stato dimesso consigliando di seguire un periodo di fisioterapia presso un centro specializzato. A sei mesi dall'intervento chirurgico l'animale mostrava un completo recupero della funzione neurologica.

## CASO 10

**Segnalamento:** Cane Epagneul Breton Femmina 2 anni 12 Kg

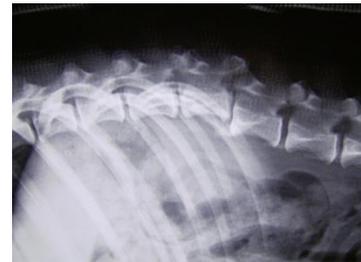
**Anamnesi:** il proprietario riferisce che il cane era stato investito da un'automobile quattro giorni prima. E' stato trattato inizialmente da un collega con una terapia cortisonica non meglio specificata. Non notando alcun miglioramento il proprietario ha deciso di portare il cane presso la Clinica Chirurgica Universitaria.

**Esame obiettivo generale:** il soggetto si presenta abbattuto. Il proprietario riferisce che in seguito al trauma il cane presenta anoressia e incontinenza urinaria.

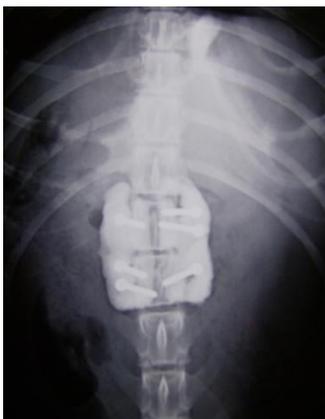


**Esame neurologico:** all'esame della postura il soggetto si presenta in decubito permanente con un ipertono estensorio degli arti posteriori. All'esame dell'andatura manifesta una grave paraparesi non deambulante. Le reazioni posturali sono assenti nel bipede posteriore. A causa dell'intenso ipertono estensorio, non è stato possibile valutare adeguatamente i riflessi spinali.

**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico, eseguito nelle due proiezioni ortogonali, ha messo in evidenza una lussazione L1-L2 con dislocazione sia latero-laterale che dorso-ventrale



**Intervento:** dopo aver eseguito un accesso dorsale sono state applicate sei viti corticali, del diametro di 2,7 mm e di 28 mm di lunghezza, nei corpi vertebrali di L1, una a destra e due a sinistra, e di L2,



due a destra e una a sinistra. Dopo aver ridotto la lussazione tramite trazione manuale sui processi spinosi, sono state applicate due barre di cemento inglobando le teste delle viti. Le radiografie di controllo hanno mostrato una corretta applicazione dell'impianto e una buona riduzione della lussazione.

**Decorso:** il soggetto è stato ricoverato presso l'Ospedale Didattico Veterinario per i dieci giorni successivi all'intervento. Nei primi giorni è rimasta una grave paraparesi non deambulante con un marcato ipertono estensorio degli arti posteriori. Il soggetto è stato incoraggiato a muoversi facendolo passeggiare sostenuto da fasce. Sono stati fatti esercizi di movimentazione passiva delle articolazioni dell'arto posteriore. Al quarto giorno il soggetto era in grado di sostenersi autonomamente pur non essendo in grado di camminare in maniera coordinata. Considerati i problemi urinari presenti prima dell'intervento è stato applicato per i primi due giorni un catetere urinario permanente collegato ad un sistema di raccolta chiuso. Alla rimozione del catetere, permaneva ritenzione urinaria ed il soggetto è stato aiutato ad urinare tramite spremitura manuale per i successivi tre giorni. Una volta recuperata la funzione urinaria, il paziente



è stato dimesso, suggerendo un periodo di fisioterapia presso un centro specializzato. Ai controlli successivi l'animale si presentava in progressivo miglioramento; a tre mesi di distanza dall'intervento era in grado di camminare spontaneamente, pur conservando un'ataxia di grado moderato, mentre a sei mesi il quadro neurologico era completamente risolto.

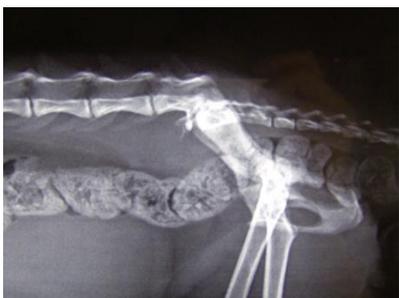
## CASO 11

**Segnalamento:** Gatto Europeo Maschio 3 anni 3,4 Kg

**Anamnesi:** il gatto, che appartiene ad un'oasi felina, è stato ritrovato, incapace di camminare, nei pressi dell'oasi stessa, dopo essere scappato due giorni prima.

**Esame obiettivo generale:** il soggetto presenta una lieve disidratazione ed uno stato di nutrizione discreto. Non mangia, non urina e non defeca dal momento del ritrovamento.

**Esame neurologico:** l'esame della postura mostra un soggetto in decubito permanente mentre all'andatura presenta una grave paraparesi non deambulante con monoplegia



dell'arto posteriore destro. Le reazioni posturali sono assenti nel bipede posteriore e i riflessi spinali assenti a destra e diminuiti a sinistra.

**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico, eseguito nelle due proiezioni ortogonali, ha messo in evidenza una frattura del corpo vertebrale di L7 con

una tipica dislocazione cranioventrale del moncone caudale.

**Intervento:** dopo aver esposto la parte interessata tramite un accesso dorsale, la frattura è stata ridotta manualmente posizionando la punta di una pinza emostatica curva sotto la lamina della prima vertebra sacrale e facendo leva su quella di L7. Una volta ridotta la frattura sono stati applicati quattro chiodi di



Steinmann del diametro di 1,5 mm, due sul corpo vertebrale di L7 e due attraverso i processi articolari di L7-S1 e attraverso le ali dell'ileo. Sono state quindi applicate due barre di cemento inglobando l'apice dei chiodi.

**Decorso:** l'associazione si è dichiarata in grado di gestire il gatto che quindi è stato ricoverato solamente per i primi tre giorni. L'animale è stato quindi dimesso con l'indicazione del riposo in gabbia e di fargli seguire un periodo di fisioterapia presso un

centro specializzato. Ai controlli successivi il gatto si presentava in rapido e progressivo miglioramento e a sei mesi dall'intervento il recupero funzionale era pressoché completo.

## CASO 12

**Segnalamento:** Gatto Europeo Maschio (Castrato) 5 anni 4,1 Kg

**Anamnesi:** il proprietario riferisce che tre giorni prima il gatto, dopo essere caduto dal sesto piano del condominio, non riusciva a camminare. Il veterinario curante lo ha inizialmente trattato con fluidi e corticosteroidi. Non notando miglioramenti ha eseguito un esame radiografico al rachide che ha mostrato una frattura del corpo vertebrale di L6 con dislocazione prossima al 100%. In accordo con i proprietari ha deciso quindi di riferire il caso alla Clinica Universitaria.

**Esame obiettivo generale:** lieve stato di disidratazione e anoressia. A detta dei proprietari il soggetto urina e defeca spontaneamente.

**Esame neurologico:** all'esame della postura il soggetto si presenta in decubito mentre all'andatura manifesta una grave paraparesi non deambulante. Le reazioni posturali sono assenti nel bipede posteriore; il riflesso patellare e tibiale craniale sono bilateralmente assenti, mentre il flessorio risulta diminuito.



**Diagnostica per immagini:** l'esame radiografico, eseguito nelle due proiezioni ortogonali, mostra una frattura obliqua del corpo vertebrale di L6 con dislocazione dorsoventrale del moncone caudale prossima al 100%.

**Intervento:** dopo aver esposto la parte interessata tramite un accesso dorsale, la frattura è stata ridotta applicando una trazione manuale sui processi spinosi di L5 ed L7. Sono stati inseriti due fili di Kirschner attraverso le faccette articolari di L6-L7 per mantenere la riduzione. Si è provveduto quindi al posizionamento di due chiodi di Steinmann del diametro di 1,5 mm attraverso le due articolazioni sacro-iliache in direzione cranio-midiale/caudo-laterale. Si è tentato di posizionare due ulteriori chiodi da 1,5 mm nel corpo vertebrale di L5 ma già dopo averli posizionati sembravano allentati e non garantivano una buona tenuta. Sono stati posizionati quindi altri due fili da 1 mm





attraverso le due faccette articolari di L5-L6 in direzione opposta ai precedenti. È stato quindi applicato il cemento inglobando tutti i mezzi di fissazione. A fine polimerizzazione, applicando movimenti alle vertebre circostanti, è stata testata la stabilità dell'impianto che è risultata soddisfacente. Le radiografie di controllo eseguite a fine intervento mostravano una buona riduzione anatomica del focolaio di frattura.

**Decorso:** il gatto è stato ricoverato presso l'Ospedale Didattico Veterinario per i cinque giorni successivi all'intervento. Sorprendentemente, considerata la gravità della lesione, il gatto ha continuato ad urinare spontaneamente già dal primo giorno ed al terzo



giorno ha cominciato a tentare di alzarsi e a mantenere la stazione quadrupedale. È stato quindi dimesso suggerendo di frequentare un periodo di fisioterapia presso un centro specializzato. Al controllo a tre mesi era in grado di camminare pur manifestando ancora una leggera atassia che coinvolgeva in particolare il posteriore sinistro, mentre a sei mesi dall'intervento mostrava un completo recupero della funzione neurologica.

### 4.3 RISULTATI

Ad un follow-up superiore ai sei mesi per tutti gli animali, dieci soggetti hanno recuperato completamente le funzioni neurologiche deficitarie, un soggetto ha mantenuto una lieve atassia mentre un soggetto è stato sottoposto ad eutanasia per mancata ripresa funzionale.

I risultati ottenuti possono essere schematizzati come segue:

Caso	Sede lesione	Grado neurologico	Miglioramento/ Grado neurologico residuo	Complicazioni a breve termine	Complicazioni a lungo termine
Caso 1	Lux T12-T13	4	Si/0	Nessuna	Nessuna
Caso 2	Lux T12-T13	5	No/Soppresso	-	-
Caso 3	Fx/Lux L6-L7	4-5	Si/0	Nessuna	Nessuna
Caso 4	Fx/Lux L2-L3	4	Si/0	Nessuna	Fistola
Caso 5	Fx L2	3	Si/0	Nessuna	Nessuna
Caso 6	Fx L2	4	Si/1	Nessuna	Nessuna
Caso 7	Fx L2	3-4	Si/0	Nessuna	Nessuna
Caso 8	Fx L5	3	Si/0	Rottura cemento	Fistola
Caso 9	Fx L1	3	Si/0	Nessuna	Nessuna
Caso 10	Lux L1-L2	4	Si/0	Nessuna	Nessuna
Caso 11	Fx/Lux L7	4	Si/0	Nessuna	Nessuna
Caso 12	Fx/Lux L6	3	Si/0	Nessuna	Nessuna

### 4.4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le fratture-lussazioni vertebrali riconoscono per oltre il 90% dei casi un'etiologia traumatica. I traumi in grado di determinare tali lesioni alla colonna sono solitamente ad elevata energia e sono spesso causa di lesioni concomitanti ad altri organi e apparati che possono costituire un rischio per la vita del paziente. Ai traumi della colonna vertebrale, in ogni caso, succede spesso una prognosi riservata a causa delle gravi lesioni al midollo spinale che ne conseguono. Infatti, tale tipo di lesioni, esitano spesso in un'instabilità di grado variabile della colonna, evento che mette a rischio l'integrità del midollo spinale. Quando si ha a che fare con un paziente in cui si abbia il sospetto di un trauma alla colonna si devono mettere in atto tutte quelle misure che preservino dal peggioramento della lesione. È di fondamentale importanza eseguire un attento esame clinico generale

e uno scrupoloso esame neurologico onde evitare di tralasciare possibili lesioni che possono essere mascherate da altre più eclatanti. La diagnostica per immagini, ed in particolare la radiologia normale, è di fondamentale importanza nella diagnosi di questo tipo di lesioni e nella scelta del trattamento; in accordo con Shores (Shores A, 1992) e Griffiths (Griffiths IR, 1982), riteniamo invece che il ricorso alla mielografia con mezzo di contrasto sia necessario solamente quando, sulla base dell'esame radiografico in bianco, vi sia il forte sospetto che il danno da compressione prevalga sul danno da concussione midollare. È importante comunque ricordare che la diagnostica per immagini non rappresenta che una fotografia della situazione di un preciso momento e che non può fornire un quadro esaustivo della situazione dinamica, e spesso ben più grave, avvenuta al momento del trauma. Ne risulta quindi la fondamentale importanza dell'esame neurologico come strumento per valutare la gravità della lesione ed emettere un giudizio prognostico, prestando particolare attenzione alla sensibilità dolorifica profonda, che spesso risulta l'elemento discriminante tra una prognosi favorevole ed una infausta. Come sostenuto da McKee (McKee WM, 1990), riteniamo fondamentale intervenire chirurgicamente in maniera tempestiva poichè il danno midollare tende ad un peggioramento in tempi rapidi e la disfunzione nervosa è solitamente progressiva. Analogamente a quanto riportato in letteratura, la presenza della sensibilità dolorifica profonda è risultato l'elemento prognostico più indicativo; il Caso 2 infatti, l'unico in questo studio in cui se ne era riscontrata l'assenza, è stato l'unico a non aver recuperato la funzionalità nervosa. Riteniamo quindi che la valutazione della sensibilità dolorifica profonda sia l'elemento discriminante per decidere se sottoporre o meno il paziente a intervento chirurgico. La tecnica viti-chiodi e cemento è una tecnica relativamente semplice, che non richiede uno strumentario altamente specialistico e si è dimostrata una tecnica molto versatile, applicabile a soggetti di dimensioni molto diverse e in diversi tratti del rachide. Valutato il follow-up possiamo sostenere che questa tecnica dia buoni risultati, in particolare se valutata nel lungo periodo. È d'obbligo sottolineare comunque l'insorgenza di complicazioni post chirurgiche a breve (Caso 8 dopo pochi giorni) e a lungo termine (Caso 4 dopo tre mesi; Caso 8 dopo un anno). In entrambi i casi le complicazioni a lungo termine sono consistite nella formazione di fistole nella regione dell'impianto. In nessuno dei casi era presente una sintomatologia algica o segni radiografici di lisi ossea imputabili ad infezione dell'interfaccia tra impianto e osso. In entrambi i casi abbiamo notato una reazione di polimerizzazione irregolare del cemento stesso che è esitata nella formazione di irregolarità sulla superficie, possibile causa di

un'irritazione meccanica dei tessuti circostanti. Possiamo ipotizzare, in alternativa, che un eccesso di cemento possa aver in qualche modo determinato un trauma alla muscolatura sovrastante determinandone la necrosi, oppure che le fistole siano l'espressione di un'intolleranza al materiale nonostante la dimostrata biocompatibilità.

Riteniamo inoltre di dover sottolineare l'importanza della gestione del dolore intra e perioperatorio in questo tipo di pazienti. Questo genere di lesioni e le conseguenti procedure chirurgiche sono infatti causa di un dolore intenso. L'utilizzo di oppioidi agonisti puri rappresenta la scelta più efficace per controllare il dolore acuto intraoperatorio e consente inoltre di ridurre significativamente l'utilizzo dell'anestetico generale volatile riducendone gli effetti collaterali. L'associazione con Ketamina garantisce un'analgesia molto efficace e consente di prevenire le modificazioni del sistema nervoso centrale indotte dalla percezione del dolore e la conseguente comparsa di iperalgesia secondaria. Inoltre, uno stato algico nel periodo post operatorio, può rallentare significativamente la ripresa funzionale. Un paziente in preda a dolore è soggetto infatti ad una serie di modificazioni metaboliche e comportamentali che rallentano i normali processi di guarigione. Come già ricordato, in questo tipo di pazienti è di fondamentale importanza una rapida ripresa dell'attività motoria, fatto che velocizza considerevolmente la ripresa funzionale e la risoluzione della sintomatologia neurologica, oltre a prevenire i problemi connessi ad un periodo prolungato di decubito permanente. È quindi fondamentale garantire un'adeguata analgesia post operatoria poiché la percezione di un dolore forte e continuo potrebbe stimolare il soggetto a muoversi con riluttanza.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Auger J et al: Surgical treatment of lumbosacral instability caused by discospondylitis in four dogs. *Vet Surg* 29: 70, 2000
2. Bagley RS: Exogenous spinal trauma: clinical assessment and initial management. *Comp Cont Ed* 21:1938, 1999
3. Bagley RS: Spinal fracture or luxation. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 133-154, 2000
4. Basinger RR et al: Cervical spinal luxation in two dogs with entrapment of the cranial articular process of C6 over the caudal articular process of C5. *J Am Vet med Assoc* 188:865, 1986
5. Basso DM et al: Graded histological and locomotor outcomes after spinal cord contusion using the NYU weight-drop device versus transection. *Exp Neur* 139: 244, 1996
6. Beaver DP et al: Methylmethacrylate and bone screw repair of seventh lumbar vertebral fracture-luxation in dogs. *J Small Anim Pract* 37: 381, 1996
7. Bernardini M, "Neurologia del cane e del gatto" Poletto editore 2002
8. Berry WL e Reyers L: Nursing care of the small animal neurological patient. *J South Afr Vet Ass* 61: 188, 1990
9. Blight AR e Decriscito V: Morphometric analysis of experimental spinal cord injury in the cat: the relation of injury intensity to survival of myelinated axons. *Neuroscience* 19: 321, 1986
10. Bocksthaler B et al: Effect of a rehabilitation program for dogs undergoing decompressive spinal cord surgery. *Vet Surg* 31: 293, 2002
11. Bracken MB et al: Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1 year follow-up data. *J Neurosurg* 76:23-31, 1992
12. Brown SA e Hall ED: Role of oxygen-derived free radicals in the pathogenesis of shock and trauma, with focus on central nervous system injuries. *J Am Vet Med Assoc* 200:1849, 1992
13. Carberry CA et al: Non surgical management of thoracic and lumbar spinal fractures and fracture-luxation in the dog and cat: a review of 17 cases. *J Am Anim Hosp Assoc* 25: 43, 1989

14. Carlson GD et al: Early time-dependent decompression for spinal cord injury: vascular mechanism of recovery. *J Neurotrauma* 14: 951, 1997
15. Clark DM: An analysis of intraoperative and early postoperative mortality associated with cervical spine decompressive surgery in the dog. *J Am Anim Hosp Assoc* 22: 739, 1986
16. Crawford MW et al: Hemodynamic and organ blood flow responses to sevoflurane during spontaneous ventilation in the rat: a dose-response study. *Can J Anaest* 39: 270, 1992
17. Culbert LA et al: Complications associated with high-dose prednisolone sodium succinate therapy in dogs with neurological injury. *J Am Anim Hosp Assoc* 34:129, 1998
18. Davies JV et al: A comparison of conservative treatment and fenestration for thoracolumbar intervertebral disc disease in the dog. *J Small Anim Pract* 24:721, 1983
19. Delamarter RB et al: Pathophysiology of spinal cord injury. Recovery after immediate and delayed decompression. *J Bone Joint Surg Am* 77:1042, 1995
20. Endoh H et al: Cerebral autoregulation during sevoflurane or isoflurane anesthesia: evaluation with transit hyperemic response. *Masui* 50: 1316, 2001
21. Epstein MD et al: The role of gastrointestinal tract in the development of burn sepsis. *Plast Reconstr Surg* 90: 524, 1992
22. Feeney DA e Oliver JE: Blunt spinal trauma in the dog and cat: neurologic, radiologic and therapeutic correlations, *J Am Anim Hosp Assoc* 16: 664, 1980
23. Fehlings MG et al: The optimal radiologic method for assessing spinal canal compromise and cord compression in patients with cervical spinal cord injury: result of a multicenter study. *Spine* 24:605-613; 1999
24. Fehlings MG et al: The role and timing of decompression in acute spinal cord injury: what do we know? What should we do? *Spine* 26: 605, 2001
25. Fossum TW, in "Small animal surgery - 2<sup>nd</sup> edition" Teresa Welch Fossum; Mosby inc. 2002.
26. Fox M et al: Clinical outcome and radiological instability following decompressive lumbar laminectomy for degenerative spinal stenosis: a

- comparison of patients undergoing concomitant arthrodesis versus decompression alone. *J Neurosurg* 85: 793, 1996
27. Gopal MS e Jeffery ND: Magnetic resonance in diagnosis and treatment of canine spinal cord injury. *Journal of Small Animal Practice* 42: 29-31, 2001
  28. Gracia JNP et al: Biomechanical study of canine spinal fracture fixation using pins or bone screws with polymethylmethacrylate. *Vet Surg* 23: 322, 1994
  29. Griffiths IR: Spinal disease in the dog. *In Pract* 3: 44, 1982
  30. Hawthorn JC et al: Cervical vertebral fractures in 56 dogs: a retrospective study. *J Am Anim Hosp Assoc*, 35:135, 1999
  31. Hinton LE et al: Spontaneous gastro-duodenal perforation in 16 dogs and 7 cats. *J Am Anim Hosp Assoc* 38: 176, 2002
  32. Hurlbert RJ: Methylprednisolone for acute spinal cord injury: an inappropriate standard of care. *J Neurosurg* 93:1, 2000
  33. Jeffery ND e Blakemore WF: Spinal cord injury in small animals 2. Current and future options for therapy. *Vet Rec* 145: 183, 1999
  34. Kovacic JP: Trauma management: assessment and treatment of life threatening chest, abdominal and head trauma. *Proc 12th ACVIM Forum*, 14,1994
  35. Kraus MS et al: Diagnosis of C5-C6 spinal luxation using tridimensional tomographic reconstruction. *Vet Radiol Ultrasound* 38:39, 1997
  36. Kunz CA e Bonagura JD: Sacral fractures and sacro-coccygeal injuries in dogs and cats. In: RW Kirk and JD Bonagura (eds) "Kirk's current veterinary therapy XIII: Small Animal Practice" 1023, Philadelphia: WB Saunders. 2000
  37. Kunz CA et al: Sacral fractures in dogs: a review of 32 cases. *J Am An Hosp Assoc* 31: 142, 1995
  38. Lanz OI et al: Use of an external fixator to correct spinal fracture/luxation and instability in three dogs. *Vet Neurol Neurosurg* 2:1, 2000
  39. LeCouteur RA e Grandy JR: Disease of the spinal cord. In Ettinger SJ, Feldman EC: *Textbook of veterinary internal medicine*, 5<sup>th</sup> ed. WB Saunders, Philadelphia, 2000
  40. Levitski RE et al: Magnetic resonance imaging of the cervical spine in 27 dogs. *Vet Radiol Ultrasound* 40:322, 1999

41. Lewis DD et al: Repair of sixth lumbar vertebral fracture-luxation, using trans-ileal pin and plastic spinous process plate in six dogs. *J Am Vet Med Assoc* 194: 538, 1989
42. Lewis DD e Hosgood G: Complication associated with the use of iohexol for myelography of the cervical vertebral column in dogs: 66 cases. *J Am Vet Med Assoc* 200: 1381, 1992
43. Maki DG e Tambyah PA: Engineering out the risk for infection with urinary catheters. *Em Infect Dis* 7: 324, 2001
44. Matsumoto T et al: Early complications of high dose of methylprednisolone sodium succinate treatment in the follow-up of acute cervical spine injury. *Spine* 26:426, 2001
45. McAfee PC et al: Failure of the stabilization of spine with methylmethacrylate. A retrospective analysis of 24 cases. *J Bone Joint Surg – Am* 68: 1145, 1986
46. McAnulty JF et al: Modified segmental spinal instrumentation in repair of spinal fractures and luxation in dogs. *Vet Surg* 15: 143, 1986
47. McKee WM: Spinal trauma in dogs and cats: a review of 51 cases. *Veterinary Records* 126: 285-289, 1990
48. Mills DL e Martinez SA: Bone Grafts. In: D. Slatter (ed.) “Textbook of small animal surgery” 3<sup>rd</sup> edn, 1875. Philadelphia: Elsevier Science, 2003
49. Moore RW e Withrow SJ: Gastrointestinal hemorrhage and pancreatitis associated with intervertebral disk disease in the dog. *J Am Vet Med Assoc* 180: 1443, 1982
50. O’Brien B: Neurogenic disorders of micturition. *Vet Clin North Am: Small Anim Pract* 18: 529, 1988
51. Olby N: Current concepts in the management of acute spinal cord injury. *J Vet Inter Med* 13: 399, 1999
52. Olby NJ e Jeffery ND: Pathogenesis of disease of the central nervous system. In: D. Slatter “Textbook of Small Animal Surgery” 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: Elsevier Science 2003
53. Papadopoulos SM et al: Immediate spinal cord decompression for cervical spine cord injury: feasibility and outcome. *J Trauma* 52:323, 2002

54. Pare B et al: Open reduction of sacra fractures using transarticular implants at the articular facets of L7-S1: 8 consecutive canine patients. *Vet Surg* 30: 476, 2001
55. Parent C et al: Respiratory function and treatment in dogs with acute respiratory distress syndrome: 19 cases. *J Am Vet Med Assoc* 208: 1428, 1996
56. Patterson RH e Smith GK: Back splinting for treatment of thoracic and lumbar fracture-luxation in the dog: principles of application and case series. *Vet Comp Orthop Traum* 5: 179, 1992
57. Perrouin-Verbe B et al: Post-traumatic syringomyelia and post-traumatic spinal canal stenosis: direct relationship: review of 75 patients with a spinal cord injury. *Spinal Cord* 36: 136, 1998
58. Poncelet L et al: Study of spinal cord evoked injury potential by use of computer modeling and in dogs with naturally acquired thoracolumbar spinal cord compression. *Am J Vet Res* 54: 1935, 1998
59. Prolux J e Dhupa N: Severe brain injury, Part 1: Pathophysiology. *Comp Contin Ed*, 20: 897, 1998
60. Ramon S et al: Clinical and magnetic resonance correlations in acute spinal cord injury. *Spinal Cord* 35: 664-673, 1997
61. Rosenfeld JF et al: The benefits of early decompression in cervical spinal cord injury. *Am J Orthop* 27: 23, 1998
62. Rouse GP e Miller JI: The use of methylmethacrylate for spinal stabilization. *J Am An Hosp Assoc* 11: 418, 1975
63. Salisbury SK e Cook JR: Recovery of neurological function following focal myelomalacia in a cat. *J Am An Hosp Assoc* 24: 227, 1988
64. Schulz KS et al: Biomechanics of the thoracolumbar ventral column of dogs during lateral bending. *Am J Vet Res* 57: 1228, 1996
65. Schulz KS et al: Application of ventral pins and polymethylmethacrylate for the management of atlanto-axial instability: results in nine dogs. *Vet Surg* 26: 317, 1997
66. Schwarz T et al: Fatal pulmonary fat embolism during humeral fracture repair in a cat. *J Small Anim Pract* 42: 195, 2001
67. Seim HB 2002 in "Small animal surgery - 2<sup>nd</sup> edition" Teresa Welch Fossum; Mosby inc.

68. Selcer RR et al: Management of vertebral column fractures in dogs and cats: 211 cases (1977-1985), *J Am Vet Med Assoc* 198:1965, 1991
69. Sharp NJH et al: Long term follow-up of spinal fracture fixation using screws or pins and bone cement in 30 dogs. *Vet Orthop Soc Snowmass*, CO 1998
70. Sharp NJH, Wheeler SJ: *Small Animal Spinal Disorders: Diagnosis and Surgery*. 2<sup>nd</sup> Ed Elsevier Mosby 2005
71. Shires PK et al: A biomechanical study of rotational instability in unaltered and surgically altered canine thoracolumbar vertebral motion units. *Progr Vet Neuro* 2: 6, 1991
72. Shores A: Spinal trauma. Pathophysiology and management of traumatic spinal injuries. *Vet Clin North Am: Small Anim Prac* 22: 859, 1992
73. Siemering GB e Vroman ML: High dose methylprednisolone sodium succinate: an adjunct to surgery for canine intervertebral disc herniation. *Vet Surg* 21:406, 1992
74. Smeak DD e Olmstead ML: Fracture-luxations of the sacro-coccygeal area in the cat. A retrospective study of 51 cases. *Vet Surg* 14: 319, 1985
75. Smith GK e Walter MC: Fracture and luxations of the spine. In : CD Newton and D Nunamaker "Textbook of Small Animal Orthopedics" 307, Philadelphia, JB Lippincot, 1985
76. Smith GK e Walter MC: Spinal decompressive procedures and dorsal compartment injuries: comparative biomechanical study in canine cadavers. *Am J Vet Res* 49: 266, 1988
77. Smith LJ et al: Permanent cystotomy catheter as a paliative treatment for urine outflow obstruction from presumed transitional cell carcinoma. *American College of Veterinary Surgeons Annual Conference* 1994; 426
78. Smith-Swintosky VL et al: Metapyrone, an inhibitor of glucocorticoid production, reduces brain injury induced by focal and global ischemia and seizures. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism* 16: 585, 1996
79. Stauffer JR et al: Cardiac dysrhythmias during anesthesia for cervical decompression in the dog. *Am J Vet Res* 49: 1143, 1988
80. Strombeck DR e Guilford WG: In "Small animal gastroenterology" 2nd ed. Davis CA: Stonegate Publishing Company, 1990

81. Sturgess BK e LeCouteur RA, 2003 in “ Textbook of small animal surgery - 3<sup>rd</sup> edition” Douglas Slatter; W.B. Saunders Company- Philadelphia, Pennsylvania.
82. Taylor RA: Post surgical physical therapy: the missing link. *Comp Cont Pract Vet* 14: 1583, 1992
83. Tator CH et al: Current use and timing of spinal surgery for management of acute spinal cord injury in North America: results of a retrospective multicenter study. *J Neurosurg* 91: 12, 1999
84. Tidwell AS et al: Computed tomography of an acute hemorrhagic cerebral infarct in a dog. *Vet Radiol Ultrasound* 35:290-6, 1994
85. Turner WD: Fractures and fractures-luxations of the lumbar spine: a retrospective study in the dog. *Journal of the American Animal Hospital Association* 23: 459-464; 1987
86. Vaccaro AR et al: Spinal applications of bioabsorbable implants. *Orthopedics* 25 (10 Suppl): s1115, 2002
87. Viganò F e Colombo A, 2003 in “ Medicina d’urgenza e terapia intensiva del cane e del gatto” Fabio Viganò, Masson
88. Viguier E et al: In-vitro biomechanical evaluation of unstable T13-L1 stabilization procedures in dogs. *Vet Surg* 31:288, 2002
89. Walker TM et al: External fixation of the lumbar spine in a canine model. *Vet Surg* 31: 181, 2002
90. Walter Mc et al: Canine lumbar spinal internal fixation techniques. A comparative biomechanical study. *Vet Surg* 15: 191, 1986
91. Waters DJ et al: Myelopathy in a dog secondary to a scar tissue (cycatrix) formation: a complication of vertebral articular facet fracture. *Progr Vet Neuro* 5: 105, 1994
92. Wheeler JL et al: A comparison of the accuracy and safety of vertebral pin placement using a fluoroscopically guided versus an open surgical approach: an in vitro study. *Vet Surg* 3: 468, 2002
93. Wheeler SJ e Davies JV: Iohexol myelography in the dog: a series of one hundred cases, and comparison with metrizamide and iopamidol. *J Small Anim Pract* 26: 247, 1985

94. Willer RL et al: Comparison of stainless steel versus acrylic for the connecting bar of external skeletal fixators. *J Am Anim Hosp Assoc* 27: 541, 1991
95. Yarrow TG e Jeffery ND: Dura mater laceration associated with acute paraplegia in three dogs. *Vet Rec*146:138, 2000
96. Zindrick MR et al: A biomechanical study of intrapeduncular screw fixation in the lumbar spine. *Clin Orthop Rel Res* 203: 99, 1986