

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA

Dottorato di ricerca in Ortopedia degli animali domestici

Ciclo XXII

TPLO e TTA per il trattamento della rottura del
legamento crociato craniale del cane. Tecniche a
confronto.

Coordinatore:
Chiar.mo Prof. Del Bue, Maurizio

Tutor Prof. Del Bue, Maurizio

Dottorando: Elena Zubin

INDICE

Introduzione	4
1. ANATOMIA E FISIOLOGIA DEL GINOCCHIO E DEL LEGAMENTO CROCIATO CRANIALE	6
1.1. Articolazione del ginocchio	6
2. LEGAMENTO CROCIATO CRANIALE (LCCr)	10
3. DINAMICA DEI LEGAMENTI CROCIATI	12
4. MECCANICA FUNZIONALE DELL'ARTICOLAZIONE DEL GINOCCHIO.....	15
5. BIOMECCANICA DEL GINOCCHIO	18
5. 1. Modello tradizionale o statico	18
5. 2. Modello attivo	20
6. EZIOPATOGENESI DELLA ROTTURA DEL LCCr	25
6. 1. Rottura traumatica	26
6. 2. Rottura non traumatica	27
7. DIAGNOSI DI ROTTURA DEL LCCr	30
7. 1. Segnalamento.....	30
7. 2. ANAMNESI	30
7. 3. ESAME CLINICO	32
7. 3. 1. Ispezione	32
Sit test	33
7. 3. 2. Palpazione	34
Segno del cassetto craniale o CrDS (Cranial Drawer Sign)	35
Il test di compressione tibiale, Tibial Compression Test (TCT)	37
7. 4. ESAMI COMPLEMENTARI DI DIAGNOSTICA PER IMMAGINI.....	39
7. 4. 1. Esame radiografico	39
7. 4. 2. Esame ecografico	40
7. 4. 3. Tomografia computerizzata (TAC)	41
7. 4. 4. Risonanza magnetica (RMI)	41
7. 4. 5. Artroscopia	43
8. TERAPIA	43
8. 1. LE TECNICHE CHIRURGICHE INTRACAPSULARI, ed EXTRACAPSULARI ...	43
8. 1. 1. Tecniche intracapsulari	43
8. 1. 2. Tecniche extracapsulari	45

9. OSTEOTOMIE CORRETIVE	46
9. 1. TCWO (TIBIAL Cranial Wedge Osteotomy)	49
9. 2. PTIO (Proximal Tibial Intraarticular Osteotomy)	50
9. 3. TTO (Triple Tibial Osteotomy)	50
9. 4. TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy)	51
9. 5. TTA (Tibial Tuberosity Advancement)	52
10. TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy)	54
10. 1. Studio radiografico per la TPLO	55
10. 2. Planing preoperatorio	59
10. 3. Descrizione dell'intervento chirurgico	60
11. TTA (Tibial Tuberosity Advancement)	63
11. 1. Planing preoperatorio	63
11. 2. Descrizione dell'intervento chirurgico	64
12. CURE POSTOPERATORIE	66
13. RECUPERO	66
14. COMPARAZIONE DELLE TECNICHE CHIRURGICHE TPLO E TTA NELLA CURA DELLA ROTTURA DEL LCCr DEL CANE	68
15. PROTOCOLLO	69
16. CONSIDERAZIONI CHIRURGICHE	72
17. CONCLUSIONI	75
18. BIBLIOGRAFIA	77

Introduzione

La rottura del legamento crociato craniale (LCCr) del ginocchio rappresenta una delle più frequenti cause di zoppia posteriore nel cane. Può derivare da un evento traumatico acuto, ma, più frequentemente, è il risultato finale della convergenza di più fattori eziologici: traumatici, degenerativi, conformazionali, anatomici e autoimmunitari (Johnson e Johnson, 1993; Lawrence et al, 1998; Lemburg et al, 2004; Comerford et al, 2004; de Rooster et al, 2006; Muir et al, 2007; de Bruin et al, 2007). In particolare, la progressiva degenerazione di specifici componenti del legamento (es. fibroblasti, fibre collagene) può essere legata all'avanzare dell'età (Whitehair et al, 1993), come dipendere dalla presenza di alterazioni biochimiche e biomeccaniche che predispongono alla rottura spontanea del legamento, anche in presenza di fattori favorenti come i microtraumi ripetuti, il sovrappeso o le alterazioni di appiombamento (Hayashi et al, 2004; Comerford et al, 2005; Comerford et al, 2006). Ne deriva che la rottura del LCCr può interessare tutte le razze di cani e a tutte le età (Hayashi et al, 2004), con prevalenza nei soggetti giovani/adulti di taglia grande/gigante (Whitehair et al, 1993; Duval et al, 1999) e negli adulti/anziani di taglia piccola (Whitehair et al, 1993).

L'instabilità articolare che si crea dopo la rottura del LCCr provoca l'insorgere di un'artrosi secondaria, che prende avvio in tempi piuttosto rapidi (Arnoczky, 1988; Brandt et al, 1991; Vasseur e Berry, 1992; Johnson e Johnson, 1993; Innes et al, 2000). Finora, le diverse tecniche chirurgiche intra- ed extra-capsulari impiegate hanno ottenuto buoni risultati in termini di parziale controllo dell'instabilità articolare e di recupero funzionale dell'arto. Non si sono altresì dimostrate efficaci nei confronti dell'artrosi secondaria alla rottura del LCCr (Elkins et al, 1991; Bennett e May, 1991; Dupuis et al, 1994; Monnet et al, 1995; Moore e Read, 1995; Chauvet et al, 1996; Innes et al, 1999; Innes et al, 2004; Guenego et al, 2007). Tale affermazione vale anche per le più recenti tecniche chirurgiche - l'osteotomia di livellamento del piatto tibiale (TPLO, Tibial Plateau Leveling Osteotomy) (Slocum e Devine, 1993) e TTA (Boudrieau, 2009) - basate sulla neutralizzazione della spinta tibiale craniale (Cranial Tibial Thrust, CTT) e, dunque, sulla stabilizzazione del ginocchio senza ricorrere all'aiuto del LCCr. Molti autori invece confermano che è possibile rilevare l'arresto o il rallentamento della formazione di processi degenerativi e che il recupero è molto più

veloce. Inoltre che ci sono pochissime recidive al confronto delle tecniche extracapsulari. Per analizzare al meglio le due tecniche e poter valutare i loro risultati abbiamo anche introdotto un protocollo di studio, dove veniva eseguito un controllo preoperatorio composto da visita ortopedica, visita radiologica e visita anestesiologicala. Inoltre per seguire il follow-up abbiamo ripetuto le visite ortopediche e radiologiche dopo il 30, 60 e 90 giorni. Nel protocollo sono visibili tutti i criteri che vengono valutati.

Scopo di questo studio è verificare se con tecniche chirurgiche quali TTA e TPLO il recupero funzionale sia sovrapponibile pur partendo da differenti presupposti biomeccanici e se una delle due tecniche presenti reali vantaggi rispetto all'altra.

1. ANATOMIA E FISIOLOGIA DEL GINOCCHIO E DEL LEGAMENTO CROCIATO

1.1. Articolazione del ginocchio

L'articolazione del ginocchio (*Articolato genus*) o femoro-tibio-patellare è un'articolazione sinoviale composta. E' una struttura anatomica composta da parti ossee e loro superfici articolari, da formazioni complementari, mezzi di unione quale capsula articolare e sinovia, legamenti della rotula e femorotibiali e ed è contenuta da mezzi complementari di unione.

E' una articolazione molto complessa ed è composta in realtà di due articolazioni strettamente solidali: l'articolazione femoropatellare (*Articolato femoropatellaris*) e l'articolazione femorotibiale (*Articolato femorotibialis*). La prima articolazione assicura i rapporti della rotula con la troclea del femore. La seconda oppone ai condili del femore l'estremità prossimale della tibia.

Le due articolazioni in realtà sono spesso descritte separatamente, ma hanno un funzionamento esattamente complementare, con connessioni strette, giungendo fino alla fusione, così da considerarle come un articolazione sinoviale composta. Quest'ultima è a tipo condiloideo o a cerniera imperfetta.

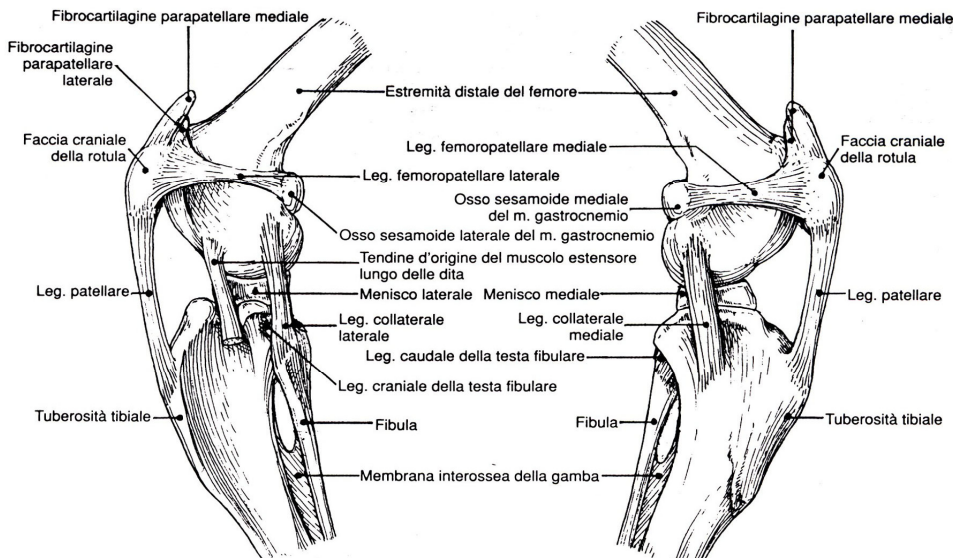


Fig. 1.: Articolazione del ginocchio, veduta laterale e mediale. (Barone, Robert: Anatomia comparative dei mammiferi domestici, Vol. 2°-parte I Artrologia. Edagricole)

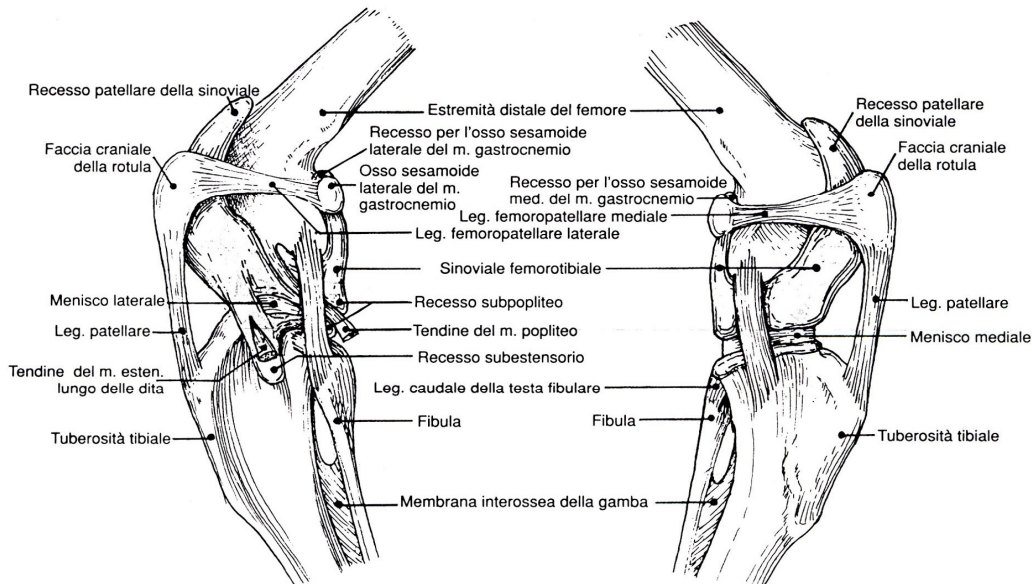


Fig. 2. : Veduta laterale e mediale dell'articolazione del ginocchio. (Barone, Robert: Anatomia comparativa dei mammiferi domestici, Vol. 2°-parte I Artrologia. Edagricole)

Le parti osee che compongono la struttura del ginocchio sono il femore, la tibia, la rotula, la fibula e due ossa sesamoidi. La fibula solidarizza con la tibia ma nei mammiferi domestici non ha contatto diretto con il femore.

Le superfici articolari sono quelle del femore e della troclea con i condili; della rotula lì dove si oppone alla troclea femorale, infine della tibia che presenta alla sua estremità prossimale una superficie articolare chiamata „piatto tibiale“ composta da condili tibiali mediale e laterale.

Le formazioni complementari sono composte da un apparato fibrocartilagineo patellare e da due voluminosi menischi (laterale e mediale) interposti tra i condili del femore e quelli della tibia. Questi sono indispensabili per fare corrispondere esattamente le strutture osee elencate poco corrispondenti.

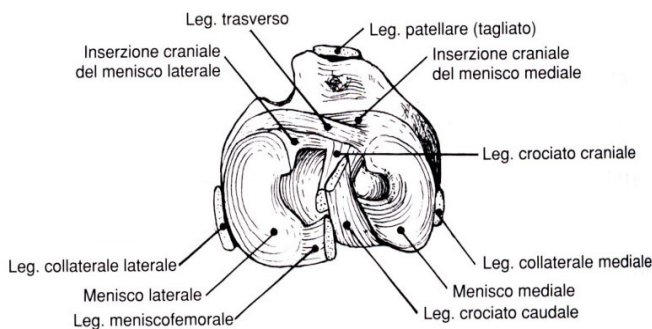


Fig. 3.: Veduta prossimale dei menischi e delle inserzioni legamentose dalla tibia. (Barone, Robert: Anatomia comparative dei mammiferi domestici, Vol. 2°-parte I Artrologia. Edagricole)

I mezzi di unione;

- capsula articolare (*Capsula articularis*) è costituita da un vasto manicotto attaccato attorno all'estremità distale del femore dall'altra parte attorno al piatto tibiale; la rotula è in qualche modo incastrata nella sua faccia craniale

- legamenti della rotula. Che sono composti da legamenti femoropatellari e legamento patellare o legamento rotuleo (laterale, mediale ed intermedio) con il suo corpo adiposo infrapatellare

- legamenti femorotibiali: che sono cinque.

Una membrana caudale: espansione fibrosa situata nella parte caudale della capsula articolare.

Ligamenti collaterali: che sono in due e a seconda della localizzazione vengono nominati legamento collaterale laterale (fibulare) e legamento collaterale mediale (tibiale).

Due legamenti crociati:

Questi legamenti (*Ligamenta cruciata genus*) sono collocati nella fossa intercondiloidea del femore e terminano sull'eminanza intercondiloidea della tibia. Cordoniformi, adiacenti e inversamente obliqui, sono in due, uno craniale e uno caudale.

Sinoviali.: L'articolazione del ginocchio e' lubrificata da tre sinoviali che comunicano tra di loro, più o meno ampiamente. Si dividono in sinovia femoropatellare, che è la più vasta e sinovia femorotibiale laterale e mediale. Fanno parte di queste strutture anche le borse sinoviali che sono presenti in prossimità della articolazione del ginocchio. Sono situate sulle terminazioni tendinee dove facilitano lo scorrimento dei piani ossei sottostanti. Altre sono sotto legamentose e sottocutanee. (Barone)

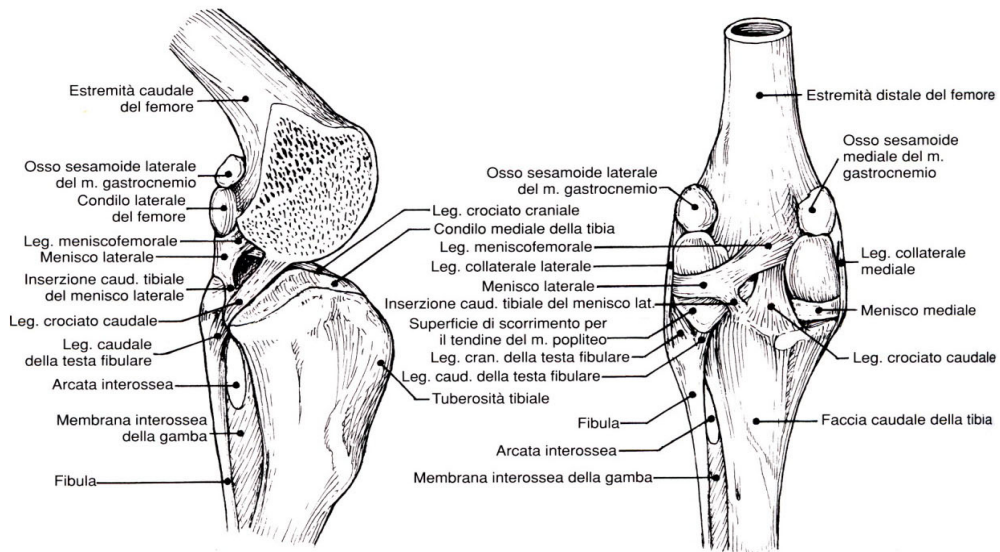


Fig. 4.: Veduta mediale e caudale dell'articolazione del ginocchio. (Barone, Robert: Anatomia comparativa dei mammiferi domestici, Vol. 2°-parte I Artrologia. Edagricole)

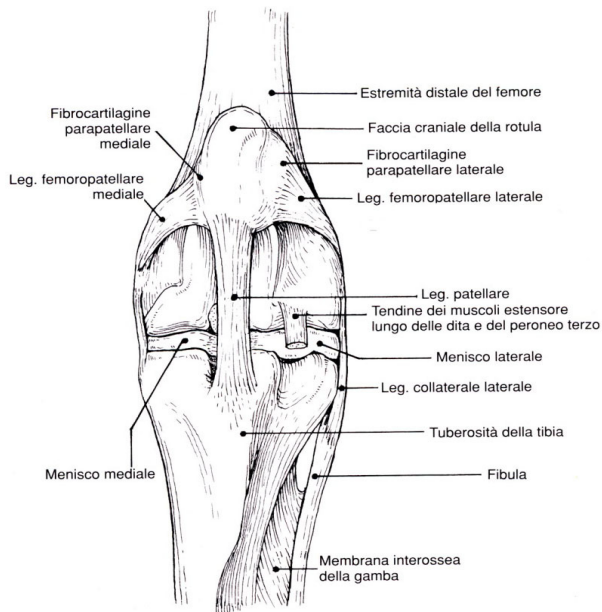


Fig. 5.: Veduta craniale dell'articolazione del ginocchio. (Barone, Robert: Anatomia comparativa dei mammiferi domestici, Vol. 2°-parte I Artrologia. Edagricole)

2. LEGAMENTO CROCIATO CRANIALE (LCCr)

Prende inserzione in una fossa sulla parte posteriore del lato mediale del condilo femorale laterale. Alcune fibre della parte cranio-dorsale del ligamento si inseriscono in un'area posta a livello postero laterale dello spazio intercondiloideo. L'inserzione femorale del LCCr ha la forma di un semicerchio. Il suo asse lungo è orientato in senso verticale, e la convessità caudale è parallela al margine articolare caudale del condilo. Il LCCr attraversa la fossa intercondiloidea con un andamento rivolto in senso craniale, mediale e distale per andarsi ad inserire sull'area intercondiloidea craniale della tibia. L'inserzione tibiale del LCCr è a forma di virgola ed ha un orientamento cranio-caudale. Alcune fibre del LCCr si inseriscono sulla porzione cranio-laterale del tubercolo intercondiloideo mediale. (Bojrab)

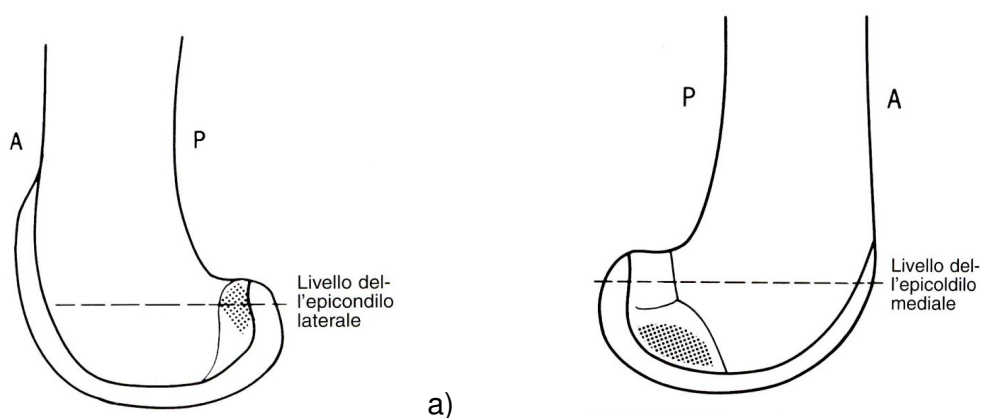


Fig. 6.: Inserzione del legamento crociato anteriore (a), e del crociato posteriore (b), sui epicondili femorali. A – parete craniale, B – parete caudale. (Da Arnoczky, S. P., e Marshall, J.L.: The cruciate legaments of the canine stifle joint, Am. J. Vet. Res., 38:1807.1997)

A causa dell'orientamento delle sue fibre a livello delle sue inserzioni femorale e tibiale, il LCCr descrive una spirale laterale esterna in direzione prossimo distale di circa 90 (gradi).

Il LCCr e' composto da una banda cranio-mediale (CMB) e da una banda caudo-laterale (CLP).

L'inserzione del LCCr al femore e alla tibia avviene per interdigitazione delle fibre di collagene del LCCr con quelle dell'osso adiacente. Il passaggio improvviso del tessuto flessibile del LCCr a quello rigido dell'osso e' mediato da una zona di

transizione fibrocartilaginea. Questo consente un cambiamento graduale nella rigidità e impedisce la concentrazione di stress sul sito di inserzione. (Bojrab)

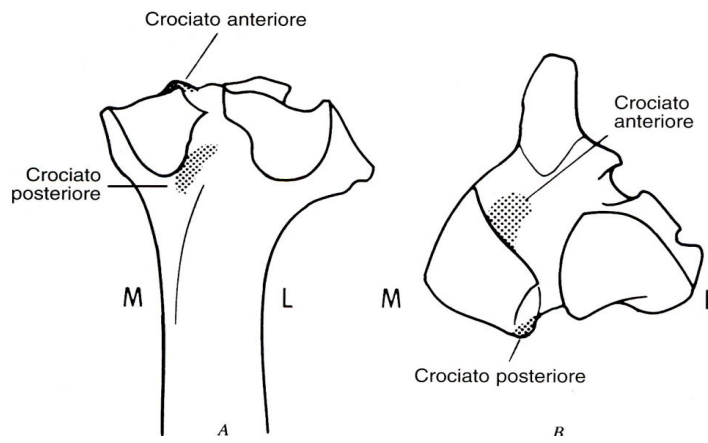


Fig.7: Raffigurazione delle superfici caudale (A) e dorsale (B) della tibia, in cui si mostrano la forma ed i rapporti delle inserzioni tibiali dei legamenti crociati craniale e caudale. (Da Arnoczky, S. P., e Marshall, J.L.: The cruciate ligaments of the canine stifle joint, Am. J. Vet. Res., 38:1807.1997)

3. DINAMICA DEI LEGAMENTI CROCIATI

Ciascun legamento crociato consta in due componenti che funzionano in modo indipendente durante la flessione e l'estensione.

Il LCCr e' composto da una banda cranio-mediale (CMB) e da una banda caudo-laterale (CLP). La CMB è formata da un fascio di fibre che traggono origine, cranio dorsalmente, nel sito di inserzione femorale e si estendono cranio-medialmente fino alla sua inserzione tibiale. La CMB rimane tesa sia durante l'estensione che durante la flessione. La CLB rappresenta la restante parte del LCCr, è tesa durante l'estensione e rilassata durante la flessione.

Il LCCa è costituito per la maggior parte dalla porzione craniale, tesa in flessione e rilassata a ginocchio esteso, mentre la porzione caudale è formata da un gruppo di fibre che rimangono tese durante l'estensione e si rilassano con la flessione.

La trama del LCCr è tesa durante l'estensione e rilassata durante la flessione. La CMB rimane tesa durante l'estensione e durante la flessione. La CLP rappresenta la parte restante del LCCr ed è tesa durante la estensione e rilassata durante la flessione.

La dinamica delle parti che costituiscono i legamenti crociati, può essere meglio compresa osservando i cambiamenti di posizione del loro punto di inserzione durante i movimenti di flesso estensione. Le inserzioni femorali di entrambi i legamenti si trovano dietro l'asse di flessione, mentre solo l'inserzione tibiale del LCCr si trova davanti rispetto a questo.

Quando si flette l'articolazione del ginocchio, l'inserzione orizzontale del LCCr sul femore assume un orientamento verticale. In questo modo la parte craniale (CMB) si porta anteriormente e lontano dalla rispettiva inserzione tibiale. In questo modo le fibre sono tese. Le origini delle fibre della banda caudale (CLP) si portano ventralmente e piu' vicine all'inserzione tibiale.

Le componenti funzionali del LCCr , conferiscono specifica stabilità al ginocchio in estensione ed in flessione. Poiché la CMB del LCCr, è tesa in estensione ed in flessione, essa costituisce la principale limitazione al movimento del cassetto craniale. Finché la CMB è intatta, la lacerazione della porzione caudale del legamento non determina instabilità. Nel caso la CMB fosse danneggiata, il ginocchio è stabile in estensione, ma non in flessione, perché la CLB è rilassata e consente la traslazione craniale della tibia. Poiché il LCCr durante l'estensione è teso in tutte le

sue componenti, esso costituisce la principale struttura che si oppone all'iperestensione del ginocchio. Nel caso in cui si dovesse danneggiare il LCCr, il LCCa diventerebbe il nuovo elemento di limitazione all'eccessiva estensione dell'articolazione. (Martini, 2006)

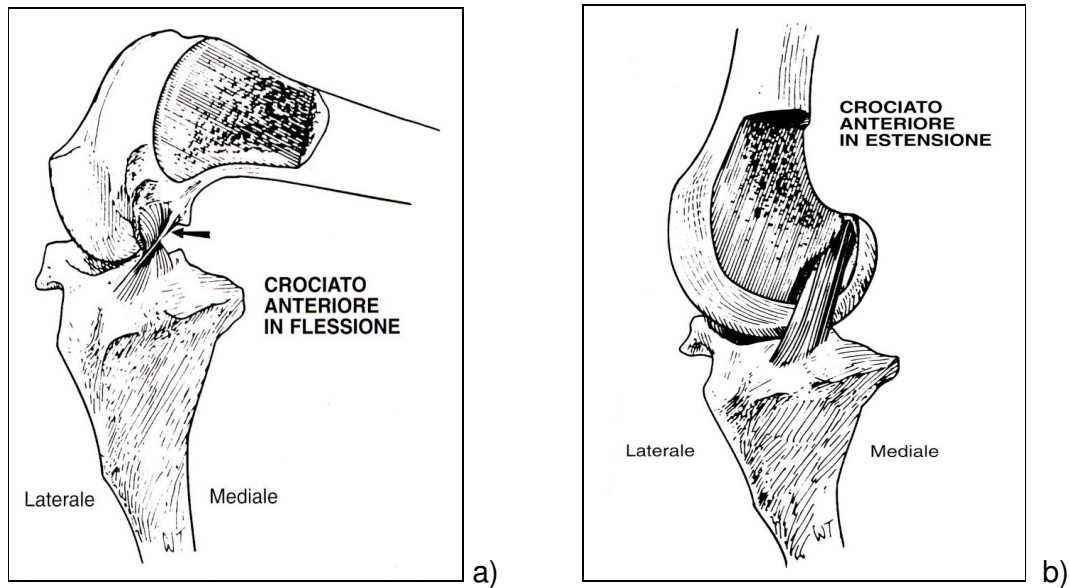
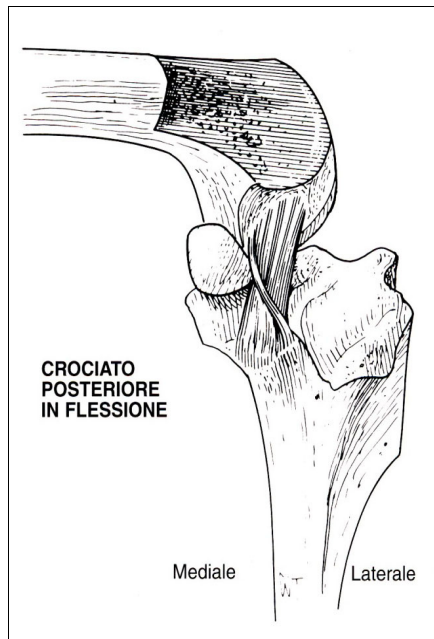
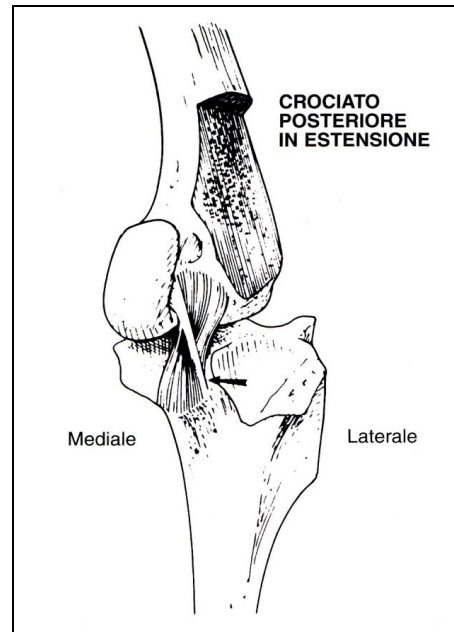


Fig. 8.: a) Il legamento crociato craniale in flessione. Si nota la bandacranio-mediale che e' tesa (freccia), mentre la parte caudo-laterale e' rilassata.
b) Campione sezionato che mostra il legamento crociato in estensione. Da notare che l'intero legamento crociato e' teso. (Da Arnoczky, S. P., e Marshall, J.L.: The cruciate legaments of the canine stifle joint, Am. J. Vet. Res., 38:1807.1997)



a)



b)

Fig. 9.: a) il legamento crociato caudale in flessione. Si noti che la parte craniale e' tesa, mentre quella caudale e' rilassata.

b) Campione sezionato che mostra il legamento crociato caudale in estensione. Si noti che solo la parte caudale (freccia) e' tesa. (Da Arnoczky, S. P., e Marshall, J.L.: The cruciate legaments of the canine stifle joint, Am. J. Vet. Res., 38:1807.1997)

4. MECCANICA FUNZIONALE DELL'ARTICOLAZIONE DEL GINOCCHIO

Per capire il funzionamento dei ligamenti crociati e' necessario capire la meccanica dell'articolazione del ginocchio e descrivere il normale movimento di questa articolazione.

Il ginocchio e' un articolazione complessa che prevede un movimento principale in due piani. La flessione e l'estensione avvengono su un solo asse, presso ch  trasversale. I movimenti rotatori della tibia sul femore avvengono attorno al relativo asse longitudinale. Questo movimento rotatorio e controllato dalla geometria dei condili e dall'azione limitante delle strutture legamentose. Nel momento in cui il ginocchio si flette, le inserzioni femorale e fibulare del ligamento collaterale laterale si avvicinano ed il ligamento inizia a rilassarsi. Questo consente lo spostamento caudale del condilo femorale laterale pi  piccolo sul piano tibiale e determina la rotazione interna (mediale) della tibia sul femore. (Bojrab).



Fig. 10.: Rappresentazione dell'aspetto craniale del ginocchio durante la flessione. Il legamento collaterale laterale si rilassa, permettendo la rotazione interna della tibia. (Da Bojrab MJ Le basi patogenetiche delle malattie chirurgiche nei piccoli animali, Giraldi)

Quando il ginocchio si estende, il legamento collaterale laterale (fibulare) si tende ed il condilo femorale laterale si muove, sul piano tibiale, cranialmente causando la rotazione esterna (laterale) della tibia sul femore.

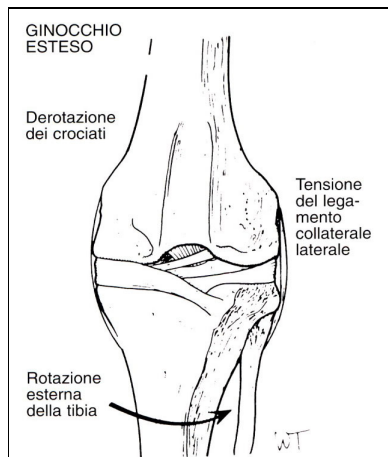


Fig. 11.: Rappfigurazione dell'aspetto craniale del ginocchio durante l'estensione. Quando il legamento collaterale laterale si tende la tibia ruota esternamente. I legamenti crociati si "detorcono" e di conseguenza non hanno nessun effetto individuale nel limitare la rotazione esterna della tibia.

A causa dei loro rapporti anatomici, i legamenti crociati iniziano a torcersi l'uno sull'altro quando il ginocchio si flette e la tibia ruota internamente sul femore. Questa azione di torsione limita l'entità della normale rotazione interna della tibia. La rottura di entrambi i ligamenti crociati determina un anomalo aumento nella rotazione interna della tibia.

Nel momento in cui il ginocchio si estende i legamenti crociati si "de torcono" e, per questo loro non hanno un effetto individuale nel limitare la rotazione esterna. Un'eccessiva rotazione esterna, associata alla lesione del legamento crociato si manifesta solo quando vi e' una concomitante rottura del legamento collaterale.

I ligamenti crociati sono responsabili anche della stabilità cranio-caudale del ginocchio. Il LCCr impedisce lo spostamento craniale della tibia sul femore (movimento del cassetto craniale), mentre il LCCa impedisce lo spostamento caudale della tibia sul femore (movimento del cassetto caudale).

I componenti funzionali del LCCr forniscono una specifica stabilità al ginocchio in flessione ed estensione. (Bojrab)

Siccome il CMB del LCCr rimane teso durante la flessione e l'estensione, e' facile capire come esso costituisca la principale limitazione al movimento del cassetto craniale. La lacerazione della parte caudale del LCCa non determina instabilità fino

a che la CMB e' intatta . Nel caso in cui la CMB è danneggiata, il ginocchio e' stabile in estensione, perché la CLP del LCCr in tensione si oppone al movimento del cassetto craniale. In flessione invece la CLP e' rilassata e permette un movimento del cassetto craniale. (Martini, 2006).

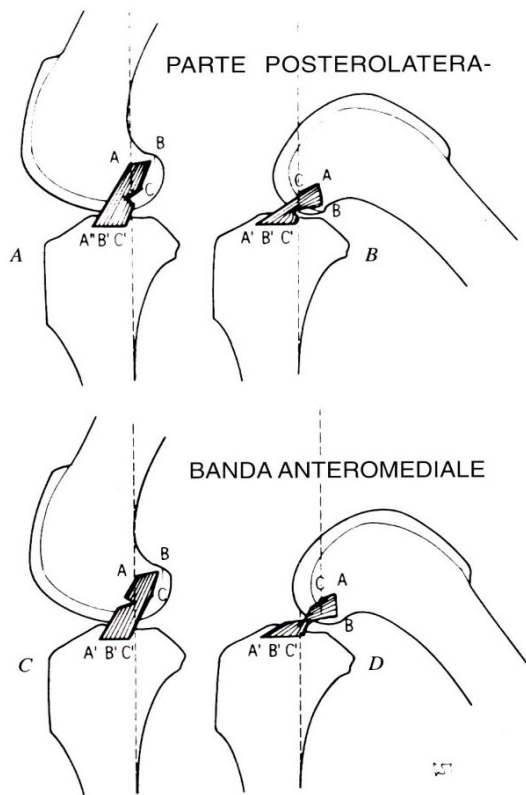


Fig. 12.: La lesione della parte caudo-laterale (da C a C') della banda antero-mediale non causa instabilità in estensione (a) o in flessione (B), a causa della presenza della banda antero-mediale intatta (da A a A', da B a B'). La lesione della banda antero-mediale (da A ad A', da B a B') del legamento crociato anteriore non causa instabilità in estensione (C) perché la parte caudale (da C a C') e' tesa. In flessione (D), invece, il rilassamento della parte caudo-laterale permette un movimento del cassetto craniale. (Da Arnoczky, S. P., e Marshall, J.L.: The cruciate ligaments of the canine stifle joint, Am. J. Vet. Res., 38:1807.1997)

Poiché il LCCr e' teso in tutte le sue componenti durante l'estensione, ne deriva che esso costituisce la principale struttura che si oppone all'iperestensione del ginocchio. In caso di trauma del LCCa il LCCr diventerebbe il nuovo elemento di limitazione per l'eccessiva estensione dell'articolazione del ginocchio. (Martini 2006)

5. BIOMECCANICA DEL GINOCCHIO

5. 1. Modello tradizionale o statico

Il modello tradizionale considera le strutture all'interno ed attorno all'articolazione le uniche responsabili della stabilità articolare. Il movimento del ginocchio in flessione-estensione si crea per la connessione con quattro barre. Queste componenti sono il LCCr, il LCCa, la porzione del femore tra le estremità prossimali dei legamenti e la porzione della tibia tra le estremità distali dei legamenti. (Fig. 13) Il ginocchio dipende totalmente dai legamenti per determinare la stabile relazione tra femore e tibia, perchè questi limitano passivamente il verificarsi di qualsiasi altro movimento.

Quando avviene la rottura del LCCr si verifica la traslazione della tibia sul femore. Questo movimento viene confermato dal veterinario che effettua il movimento del cassetto.

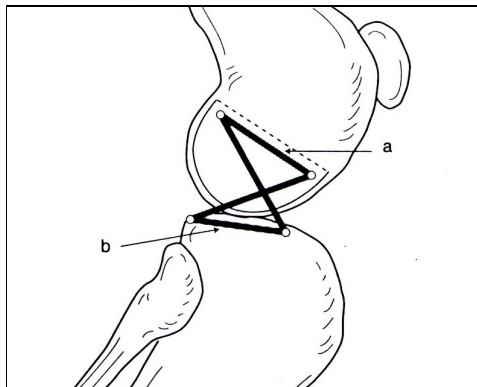


Fig. 13. La connessione con quattro barre. Queste componenti sono il LCCr, il LCCa, la porzione del femore tra le estremità prossimali dei legamenti e la porzione della tibia tra le estremità distali dei legamenti. a - porzione del femore tra le estremità prossimali dei legamenti; b - porzione della tibia tra le estremità distali dei legamenti. (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Nel modello tradizionale la flessione del ginocchio è limitata dal contatto tra la coscia e la gamba. (fig 14)

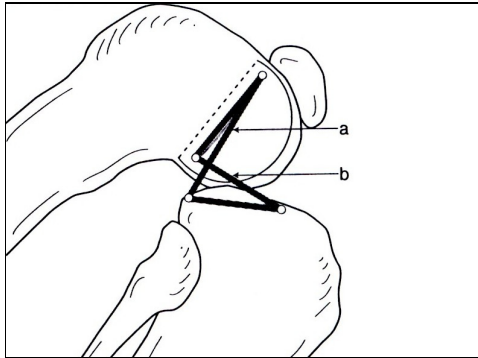


Fig. 14.: Modello tradizionale. Il contatto coscia-gamba limita la flessione del ginocchio e non il LCCr (a), o il LCCa (b). (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

L'estensione del ginocchio e' limitata dal contatto tra il LCCr e la fossa intercondiloidea craniale del femore (fig 15).

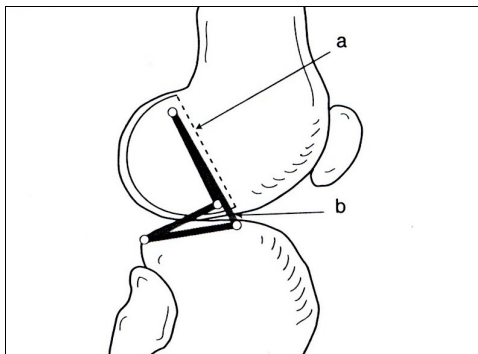


Fig. 15.: Modello tradizionale. Il contatto tra la fossa intercondiloidea (a) ed il LCCr (b) limita l'estensione del ginocchio. (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

In caso di iperestensione, il LCCr viene sottoposto ad eccessivo stiramento con possibile rottura, poiché la distanza tra le inserzioni femorale e tibiale supera la sua lunghezza (fig 16).

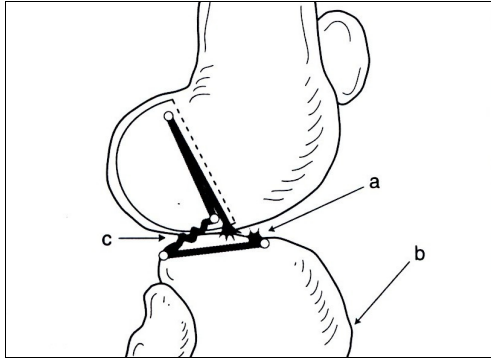


Fig. 16.: Modello tradizionale. La rottura per iperdistensione si verifica quando la distanza tra l'inserzione femorale e tibiale del LCCr diventa maggiore di quella del legamento stesso. a – LCCr; b – traslazione craniale del piatto tibiale, c – LCCa. (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

In questo modo possiamo spiegare il meccanismo di iperdistensione del LCCr che è caratteristico in quelle razze che possiedono angoli articolari molto aperti. Non chiarisce invece la patologia, come la rottura parziale o completa del LCCr in assenza della conformazione di iperestensione. Con l'eccezione di trauma acuto e artropatia degenerativa di origine sconosciuta.

Inoltre i pazienti possono riportare la rottura del LCCr in assenza di traumi esterni durante una normale attività quotidiana. (Martini, 2006).

5. 2. Modello attivo

Amplia semplicemente il modello tradizionale introducendo le forze determinate dalle contrazioni muscolari e quelle del carico corporeo.

Il modello tradizionale è un modello di forze passive dove femore e tibia rimangono in posizione fisiologica sia in presenza dei legamenti normali sia in caso di rottura del LCCr o di una lacerazione del corno caudale del menisco mediale. La tibia si sposta cranialmente rispetto al femore solo in caso venga esercitata una forza esterna come quando eseguiamo il test del cassetto.

Nel modello attivo, le masse muscolari che determinano la flessione e l'estensione del ginocchio garantiscono, assieme ai legamenti la stabilità del ginocchio. Attraverso un equilibrio dei movimenti delle loro forze evitano che l'arto collassi.

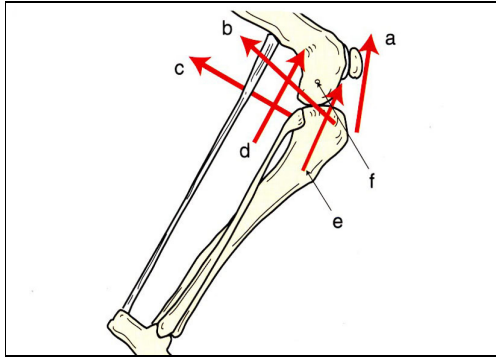


Fig. 17: Modello attivo. I movimenti attorno al centro di rotazione del ginocchio (f) sono in equilibrio quando i movimenti dei muscoli estensori del ginocchio (a – quadricipite ed e – estensore lungo delle dita) eguagliano quelli dei muscoli flessori (b – bicipite femorale, c – *pes anserinus*) e d – flessore superficiale delle dita). (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Quando la somma dei movimenti di flessione equivale a quella dei momenti di estensione, il ginocchio non si flette ne si estende perché il ginocchio si trova in uno stato di equilibrio di forze.

Un secondo elemento che influisce significativamente sulla biomeccanica del ginocchio e la sua conformazione anatomica. L'inclinazione del piatto tibiale rispetto all'asse della tibia rappresenta un piano inclinato su cui si esercita la spinta tibiale craniale chiamata *Cranial Tibial Thrust* (CTT) che viene contrastata principalmente dal LCCr.

Individuando che l'eccessiva inclinazione del piatto tibiale del ginocchio del cane varia da 15 a 60° e invece nel uomo circa 5-7° e che tanto più è elevata tanto più è maggiore la CTT, concludiamo che questa è il fattore principale che sta alla base delle lesioni del LCCr del cane.

Quindi il CCT viene contrastato passivamente dal LCCr e attivamente dai muscoli posteriori della coscia. Mentre è favorito dal carico ponderale che, scaricandosi sul piano inclinato della tibia, si scompone in una forza, che agisce sulla tibia e diretta a terra attraverso il garretto ed il piede, ed in un'altra forza, che agisce sempre sulla tibia spingendola in avanti, tanto maggiore quanto più è elevata l'inclinazione del piatto tibiale.

Il CCT e' anche favorito dalle forze dei muscoli estensori che, attraverso il legamento tibiorotuleo e con la rotula che agisce da fulcro, esercitano una trazione craniale sulla tibia. Per tanto il CTT viene contrastato durante il movimento dei muscoli posteriori della cosci, in particolare dal muscolo bicipite femorale, dai muscoli mediali che confluiscono nel *pes anserinus* e dalla tenuta del LCCr.

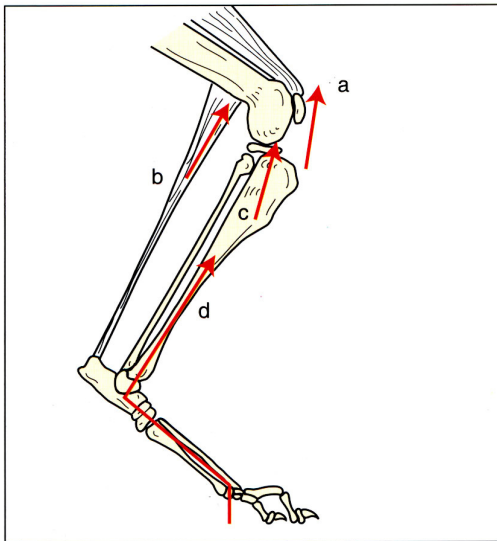


Fig.18: La compressione tibiale e' determinata dall'azione dei muscoli estensori della gamba: quadricipite femorale(a) ed estensore lungo delle falangi (c), dagli estensori del tarso – gastrocnemio e flessore superficiale delle falangi (b) -, associati alla forza di carico del peso (d). (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Quando queste forze muscolari risultano insufficienti a prevenire la CCT, questa viene contrastata unicamente dal LCCr.

In questo modo si spiega perche' si puo' verificare la rottura parziale o completa del LCCr anche senza trauma diretto, in particolare nei cani pesanti, rispetto alla propria struttura scheletrica, come soggetti sovrappeso o obesi, in quelli con scarse masse muscolari o in quelli che presentano un piatto tibiale eccessivamente inclinato.

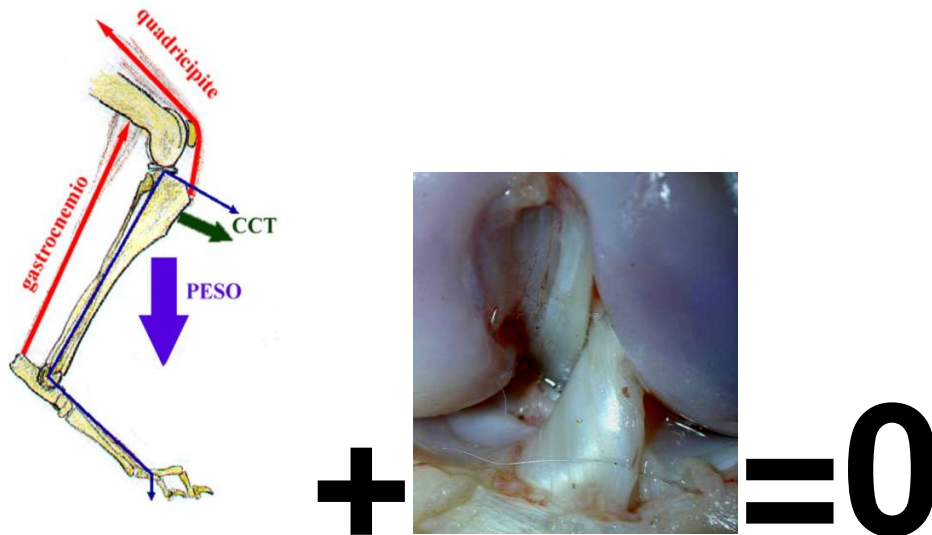


Fig.19: In condizioni normali l'inclinazione del piatto tibiale produce una spinta tibiale craniale contrastata dal LCCr e dalla contrazione muscolare attiva. (Per gentile concessione del Prof. Martini Filippo Maria).

Nel modello tradizionale il meccanismo della rottura implica due tipi di lesione: trauma acuto o osteoartrosi cronica degenerativa. Abbiamo aggiunto anche l'iprestensione dell'articolazione, nei cani di grossa taglia.

Il modello attivo si concentra sul origine del trauma come una progressione del processo degenerativo.

Nel modello tradizionale il trauma e' ritenuto di origine esterna, legato alla rotazione interna o all'iperestensione della tibia. Cio' non corrisponde all'osservazione secondo cui i pazienti subiscono la rottura del LCCr durante lo svolgimento della normale attivita' della vita quotidiana.

Nel modello attivo il trauma esterno puo'provocare la rottura del LCCr, ma una ossrevazione piu' frequente e' che tale lesione ligamentosa e' causata daun trauma interno dovuto ad uno squilibrio di forze. La CTT eccede la resistenza del LCCr, la cui rottura avviene per una forza generata internamente, passando attraverso una serie progressiva di lesioni, fino alla totale scontinuaazione del ligamento.

Dall'anamnesi, emerge spesso la presenza di una zoppia che non impedisce lo svolgimento dell'attivita', ma che compare dopo esercizio fisico e scompare con il

riposo. Cio' indica una rottura parziale del LCCr, che puo' in ultima analisi, progredire in una rottura completa.

Il modello tradizionale riconosce l'esistenza di rotture parziali, che imputa alla degenerazione cronica del LCCr. La rottura completa viene attribuita all'azione di un trauma esterno su di un legamento alterato.

Il modello attivo considera invece le rotture parziali come un risultato di un continuo processo di sovraccarico del LCCr ad opera della CTT.

Nel modello tradizionale il menisco puo' lacerarsi in modo acuto al momento del trauma, ma piu' spesso viene danneggiato da un'instabilita cronica del ginocchio.

Il nuovo modello riconosce la lesione meniscale come conseguenza della rottura del LCCr e ne spiega il meccanismo; Quando la forza attiva prodotta dai muscoli flessori del ginocchio diviene inefficace nel neutralizzare la CTT e permette il sovraccarico e di conseguenza la rottura del LCCr (primo stabilizzatore passivo di questa forza), il corno caudale del menisco mediale (secondo stabilizzatore del passivo) e' la successiva struttura che viene danneggiata dagli effetti del CTT.

Quando la tibia prossimale si muove sotto l'influenza del CTT, il corno caudale del menisco mediale si sposta cranialmente fino ad incunearsi tra il piatto tibiale e il condilo femorale mediale, che lo comprimono.

Come risultato dallo studio di questo modello, la funzione del LCCr e quella di contrastare passivamente la spinta craniale della tibia che e' soggetta al carico ponderale, viene sollecitata in tale direzione dallo scorrimento del condilo femorale sul piano inclinato del piatto tibiale.

Tutte le tecniche chirurgiche intra ed extracapsulari, devono svolgere la funzione di contrastare la spinta craniale della tibia, quando sottoposta al carico ponderale.

Se la rottura del LCCr e' causata da mancato equilibrio biomeccanico tra forze attive (muscoli craniali della coscia) e passive (inclinazione del piatto tibiale) che provocano la spinta craniale della tibia, continua a perdurare, come conseguenza si provoca il cedimento della ricostruzione protesica del LCCr. (Martini, 2006)

6. EZIOPATOGENESI DELLA ROTTURA DEL LCCr

La rottura del LCCr e' una delle piu' comuni patologie che interessano l'arto pelvico del cane. Il LCCr rappresenta la piu' importante struttura anatomica di stabilizzazione articolare, in quanto impedisce la translazione craniale della tibia rispetto al femore, la rotazione della tibia e l'iperestensione del ginocchio. Descritta la prima volta da Carlin nel 1926, questa patologia viene trascurata fino al 1952, quando Paatsama pubblico' un ampio lavoro in cui descrisse le lesioni acute e croniche del LCCr, la presenza di lesioni complete e di lesioni parziali, l'importanza del segno del cassetto come elemento diagnostico e l'associazione tra rottura del LCCr e lesioni del corno caudale del menisco mediale.

La rottura del LCCr non e' spiegabile sulla base di un unico fattore eziologico o di una serie particolare di eventi, ma nel suo determinismo rientra una notevole molteplicita' di fattori: traumatici, anatomici, autoimmunitari, degenerativi e conformazionali.

Indipendentemente dalla causa, l'instabilita' dell'articolazione del ginocchio che si crea dopo la rottura del LCCr determina, durante la fase di appoggio dell'arto un anormale carico del peso sulla cartilagine articolare danneggiandola. La cartilagine danneggiata espone le fibrille di collagene, la matrice extracellulare e gli enzimi intracellulari, sostanze che normalmente non entrano in contatto diretto con l'ambiente intraarticolare, e che determinano quindi la stimolazione del sistema immunitario come sostanze estranee, con formazione di autoanticorpi. Questi autoanticorpi si legano ai corrispondenti antigeni, formando immunocomplessi che si accumulano in cavita' articolare. Questo circolo vizioso e' responsabile dell'artropatia degenerativa progressiva (DJD) che si instaura nel ginocchio a seguito della rottura del LCCr.

La rottura del LCCr nel cane puo' essere dovuta sia a un trauma acuto, sia a fenomeni degenerativi che si instaurano a carico del LCCr. Queste due cause non devono pero' essere considerate indipendenti l'una dall'altra, in quanto il legamento indebolito da un processo degenerativo puo' rompersi piu' facilmente se sottoposto a stress e traumi minimi che normalmente non determinerebbero lesioni a carico di un legamento sano. (Martini, 2006)

6. 1. Rottura traumatica

Nel caso di rottura traumatica ha esito acuto, non sempre si può escludere che non era presente un fenomeno degenerativo che avendo indebolito il legamento ha facilitato la rottura in caso di trauma acuto. Spesso il proprietario riporta che il cane ha manifestato grave zoppia di 4. grado dopo il gioco, precisamente dopo aver bruscamente cambiato direzione con una repentina svolta a destra o a sinistra. Il cane ha usato l'arto posteriore come perno dove ha caricato l'intero peso corporeo. Facendo così è avvenuta una rotazione improvvisa del ginocchio con l'articolazione in flessione da 20 a 50 gradi. In questa posizione i legamenti crociati iniziano a torcersi l'uno sull'altro, proprio per limitare la rotazione interna della tibia rispetto al femore. Con l'eccessiva intrarotazione tibiale il LCCr va facilmente incontro a lesione ed è anche soggetto all'azione traumatica del condilo laterale del femore, quando questo ruota verso il legamento. Sforzando così il LCCr che era già degenerato o non capace di reggere lo sforzo o forza eccessivi, lo stesso cede e va in contro a rottura nella sua zona centrale. Nel caso di cane giovane è possibile che si manifesti un avulsione dell'osso al livello della sua inserzione tibiale. E' possibile che il cane sviluppi anche una rottura parziale del LCCr, che di solito progredisce in un a rottura completa dello stesso.

La rottura traumatica completa del LCCr si manifesta con un insorgenza acuta, zoppia di 3 grado, versamento articolare, elevata instabilità o può essere successiva ad una pregressa rottura parziale (in questo caso saranno visibili segni di artrosi). La rottura parziale traumatica e' caratterizzata da insorgenza acuta, zoppia di I-II grado di breve durata, instabilità modesta in flessione, tende ad una evoluzione cronica ed infine a una rottura completa, con o senza artrosi.

In caso di rottura parziale il ginocchio è instabile solo in flessione mentre in estensione è perfettamente stabile. Quindi eseguire il Test del cassetto e TCC anche in flessione, valutare microinstabilità, segni artrosi (anche ginocchio controlaterale). (Martini, 2006)

6. 2. Rottura non traumatica

La rottura non traumatica è un risultato di alterazioni croniche su base degenerativa a carico dei legamenti stessi. La variazione di conformazione, la deformità valga e vara del ginocchio e gli stress reiterati di lieve entità possono determinare la malattia articolare degenerativa progressiva del ginocchio. Queste alterazioni sono frequentemente bilaterali e sono state definite "artrosi posturale". La lussazione della rotula è un problema clinico comune che contribuisce a fare aumentare il carico sul LCCr, viene a mancare il supporto del muscolo quadricipite e del tendine patellare.

Si è ipotizzata anche una causa immunomediata. L'ambiente intraarticolare ostile che si crea in corso di alcune artropatie immunomediate (artrite immunomediata, sinovite autoimmune) può causare la degenerazione dei legamenti intraarticolari e predisporre alla rottura del LCCr. Neubauer e Menzel hanno dimostrato significative concentrazioni di immunocomplessi nel 79 % dei sieri e nel 69 % dei liquidi sinoviali prelevati dai cani con rottura del LCCr. Non è chiaro se questi composti immunitari siano la causa o il risultato della rottura del LCCr, o la loro presenza suggerisce comunque di prenderla in considerazione come nuova causa. In un altro studio, più recente, nel liquido sinoviale prelevato da cani con rottura del LCCr i risultati ottenuti non hanno sostenuto la teoria che gli anticorpi anticollagene svolgono un ruolo importante come promotori della degenerazione del LCCr, ma piuttosto avrebbero un ruolo attivo nel perpetuare il processo infiammatorio a livello articolare.

Le lesioni degenerative sono caratterizzate da insorgenza progressiva, parziali o complete, zoppia di I-II grado ricorrente, tende ad una evoluzione cronica, presenza di artrosi (spesso bilaterale), instabilità da modesta ad elevata

Mettendo a confronto il modello tradizionale ed attivo ed analizzando gli aspetti biomeccanici del ginocchio è possibile dare un senso a paradossi precedentemente irrisolti. La principale causa della rottura del LCCr è l'inclinazione del piatto tibiale oltre i limiti fisiologici. Un'elevata inclinazione del piatto tibiale favorisce un maggior sforzo del LCCr per l'elevata spinta craniale tibiale.

L'elevata spinta craniale tibiale che esercita una forza eccessiva sullo stesso, il quale, già indebolito, cede. Per poter spiegare l'influenza della spinta craniale tibiale sul LCCr, bisogna spiegare come essa viene creata.

Nel uomo l'inclinazione del piatto tibiale è di 5-7 gradi, nel cane in media di 23 gradi. La sua inclinazione nel confronto al terreno nell'uomo è praticamente parallela, l'impegno muscolare è modesto e la CTT è assente.

Nel cane il ginocchio è instabile sia in stazione, sia in movimento. La sua stabilizzazione e il movimento vengono "gestiti" da un elevato impegno delle masse muscolari e dai legamenti

Gli effetti che neutralizzano la spinta tibiale craniale sono l'inclinazione del piatto tibiale normale (fisiologico), il buon tono muscolare, un peso normale e il ginocchio flesso. I fattori che aumentano la spinta tibiale e quindi sottopongono il LCCr sotto eccessivo stress sono l'inclinazione eccessiva del piatto tibiale, ipotrofia muscolare, sovrappeso e il ginocchio stangato.

Quando il piatto tibiale non è parallelo al terreno, si crea uno squilibrio di forze che favorisce la CTT, di conseguenza, si esercitano delle forze maggiori sul LCCr. Il piatto tibiale deve essere il più possibile parallelo al terreno per annullare la spinta tibiale e le forze muscolari così si possono neutralizzare. In questo modo le forze dei legamenti e dei muscoli sono pari a zero.

Bisogna aggiungere anche che non esiste differenza statistica dell'inclinazione del piatto tibiale tra soggetti sani e con rottura LCA.

Il ginocchio stangato fa sì che il piatto tibiale risulti più inclinato di quello che sarebbe se il cane avesse un angolo di flessione del ginocchio fisiologico.

Ecco perché il pastore tedesco, avendo un angolo di flessione del ginocchio fisiologico e avendo così il piatto tibiale parallelo al terreno, non è una delle razze predisposte alla rottura del LCCr.

L'obesità aumenta la carica ponderale che va a scomporsi in due forze la prima che agisce sulla tibia e diretta a terra attraverso il garretto ed il piede, ed in un'altra forza, che agisce sempre sulla tibia spingendola in avanti, tanto maggiore quanto più è elevata l'inclinazione del piatto tibiale. In questo modo stressa il LCCr.

Un altro fattore del quale dobbiamo tenere conto è la presenza della lassità articolare, che è fisiologica nei cuccioli e in certi cani adulti di grossa taglia. L'articolazione dei cani giovani è molto plastica e la presenza di lassità articolare è causa la deformazione e rimodellamento dell'articolazione per poi avere una incongruenza articolare. Inoltre la lassità articolare stressa in eccesso il LCCr, perché l'articolazione del ginocchio non ha più il supporto stabile delle masse muscolari, dei legamenti e della capsula articolare. (Martini, 2006)



Fig. 20: Un cane con il ginocchio stangato. Le articolazioni sono state evidenziate per rendere più evidente la postura del cane. (Per gentile concessione del prof. Martini, Filippo Maria).

7. DIAGNOSI DI ROTTURA DEL LCCr

7. 1. Segnalamento

E' stata riscontrata una preesposizione in razze di grossa taglia, quali mastino napoletano, akita inu, san bernardo, mastiff, rottweiler e labrador retriever. Razze non predisposte sono: bassotto, basset hound, schnauzer, levrieri, collie, carlino, shih tzu, pechinese, pastore tedesco. (Martini, 2006)

In razze predisposte e' possibile la rottura bilaterale in quasi meta' dei casi. La causa maggiore e' la rottura degenerativa del legamento e molto spesso durante l'esame radiologico sono visibili segni di artrosi bilaterali.

Tende a verificarsi di piu' in cani obesi. Secondo alcuni c'e' piu' incidenza nelle femmine ed altri ritengono che ci sia una distribuzione piu' equilibrata tra i sessi. L'incidenza maggiore nelle femmine per alcuni autori puo' essere correlata con l'aumento del peso nelle cagne castrate per l'obesita' delle stesse che molto spesso e' un esito inevitabile.

L'età' varia in media dai 5 ai 10 anni di età', per alcuni puo' avvenire ad ogni età', tende ad essere piu' alta in cani di mezza età' e piu' bassa in soggetti che non hanno ancora raggiunto la maturita' scheletrica. (Johnson e Johnson)

7. 2. ANAMNESI

L'anamnesi del paziente con rottura del LCCr e' tipicamente causa dipendente. I cani che hanno subito un trauma acuto manifestano zoppia di 3 grado con l'arto tenuto in flessione e sottratto al carico.



Fig 21: Postura del cane con rottura del LCCr. (Per gentile concessione del prof. Martini, Filippo Maria)

E' più frequente un'insorgenza più insidiosa, con zoppia subdola e ingravesciente. L'anamnesi tende a variare anche in base all'intervallo di tempo trascorso tra la rottura e il momento in cui l'animale viene portato dal veterinario. Spesso si tratta di settimane o di mesi. Di solito i proprietari riferiscono che il cane aveva ricominciato ad usare l'arto a distanza di 1-2 settimane dall'insorgenza della zoppia e che tutto sembrava procedere in modo soddisfacente nelle settimane o mesi successivi, fino a quando il cane non aveva ricominciato a zoppiare vistosamente.

Questa anamnesi riflette la cessazione dell'infiammazione acuta e dell'emartro ed una maggiore stabilità del ginocchio, dovuta all'ispessimento della capsula articolare. La ripresa della zoppia può essere dovuta a lacerazioni dei menischi, a continua instabilità, a lacerazione legamentosa parziale divenuta completa o a progressione di malattia degenerativa articolare.

Un altro tipo di anamnesi che attualmente sembra essere riferita di frequente, è quella riferita ad un giovane cane di grossa taglia con zoppia intermittente, di grado lieve o marcato; in molti di questi casi la lesione è una lacerazione parziale del LCCr.

Immediatamente dopo una lesione acuta al LCCr, nel ginocchio interessato si instaura un'infiammazione ed emartro, che causano dolore. In questa fase il cane mostra una zoppia grave di 4° grado. A distanza di 2-3 settimane, la flogosi iniziale si esaurisce e, grazie alla fibrosi ed all'ispessimento dei tessuti periarticolari, aumenta la

stabilita' articolare: il cane comincia a caricare l'arto, il cui uso migliora per un periodo che va' da poche settimane a qualche mese.

Durante questa fase di miglioramento, il cane puo' mostrare alcuni brevi periodi di lieve zoppia, che sono il risultato del danno articolare creatosi a seguito dell'instabilita' articolare. Dopo il periodo di miglioramento si assiste poi a improvviso aggravamento nell'uso dell'arto.

L'improvvisa insorgenza di zoppia puo' essere attribuita a danno meniscale o alla rottura completa di un legamentoparzialmente lesionato. Mentre un graduale aggravamento della zoppia e dovuto all'progressione dell'osteoartrite, conseguenza dell'instabilita' articolare.

Il grado di zoppia esibito alla visita ortopedica dipende quindi dall'intervallo temporale trascorso tra l'instaurarsi della lesione al LCCr ed il momento della visita.

Un click udibile o palpabile puo' essere percepito alla flessione o all'estensione del ginocchio ed e' dovuto allo spostamento caudale del corno caudale del menisco mediale sotto la spinta del condilo femorale mediale.

7. 3. ESAME CLINICO

La diagnosi di rottura del LCCr e' essenzialmente clinica. Indagini complementari quale l'esame radiografico, l'analisi del liquido sinoviale, l'artroscopia, la TC e risonanza magnetica possono essere di ausilio nel caso l'esame ortopedico dia risultati dubbi, come spesso accade nei casi di rottura parziale.

7. 3. 1. Ispezione

Prima di esaminare l'arto interessato il medico veterinario deve valutare presenza di alterazioni posturali o di conformazione con il cane in stazione. Ginocchia e garretti iperestesi, valgismo e varismo del ginocchio, possono sostenere il sospetto diagnostico, in quanto indici di predisposizione alla rottura del LCCr.

In seguito procedera' all'esame obiettivo particolare che si basa sulla palpazione dell'articolazione del cane, sul legamento tibiorotuleo e tuberosita' tibiale del cane in stazione aggiungendo anche l'esame di escursione articolare (Range Of Motion R.O.M.), il Segno del cassetto craniale o CrDS (Cranial Drawer Sign), il test di

compressione tibiale, Tibial Compression Test (TCT), e la presenza di rumori di crepitio.

Sit test

Tale test risulta utile per individuare, nel ginocchio principalmente e nel tarso secondariamente, al sede della lesione. Si chiede al proprietario di far sedere l'animale. Un cane sano si siede flettendo completamente il ginocchio, in modo che il calcaneo risulti in contatto con la tuberosita' ischiatica. Il tarso e' sufficientemente flessa e appoggia sulla parte posteriore della coscia.

Il sit test e' considerato positivo se il paziente rimane in posizione semiseduta, mantenendouna certa distanza tra calcaneo e tuberosita ischiatica. Questo atteggiamento e' particolarmente evidente nei cani ben adestrati, in quelli meno addestrati il cane si siede mantenendo il ginocchio e il garetto in estensione. I soggetti con patologia cronica possono mantenere il ginocchio quasi cpletamente esteso. I pazienti con rottura parziale o recente del LCCr spesso si siedono correttamente al primo comando, ma in breve tempo spostano il peso sul lato controlaterale, per poter estendere il ginocchio. Nel momento in cui il cane si alza per tornare in stazione quadrupedale, spesso sposta il peso sugli arti anteriori, piuttosto che semplicemente estendere gli arti posteriori, in modo da ridurre la tensione del quadricipite e le sollecitazioni sul ginocchio infiammato. Questo test ha dimostrato elevato indice di sensibilita' nell'individuazione delle patologie del ginocchio, ma non e' specifico per la diagnosi di rottura del LCCr.

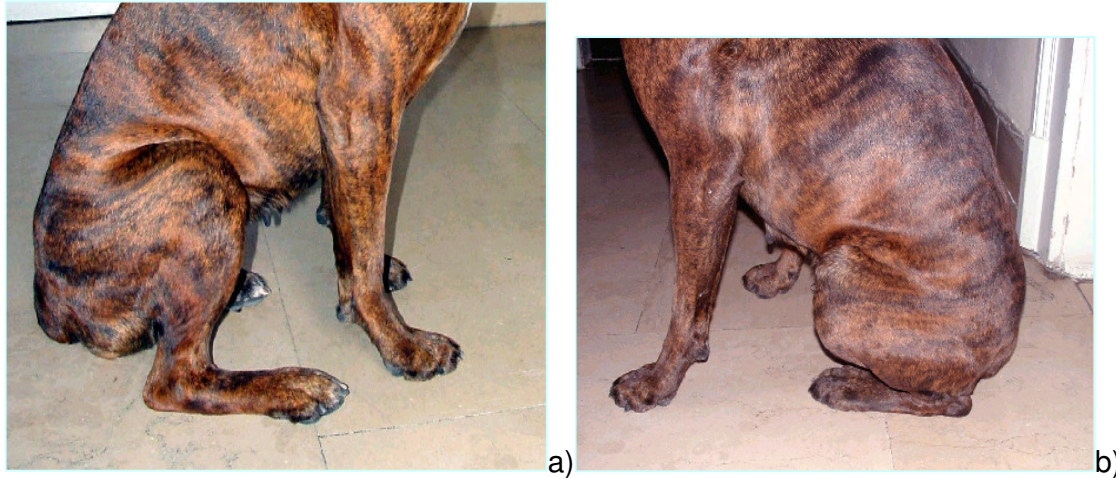


Fig. 22: Sit test positive (a) Sit test negativo (b). (Per gentile concessione del prof. Martini, Filippo Maria).

7. 3. 2. Palpazione

La palpazione dell'animale inizia con il paziente in stazione. Vengono palpati simultaneamente entrambi gli arti pelvici, per identificare atrofie muscolari, tumefazioni, reazioni algiche o asimmetrie. Un paziente con rottura cronica del LCCr presenta atrofia del quadricipite, palpabile ispessimento della capsula articolare, specialmente sul lato mediale ed ispessimento del legamento tibiorotuleo.

Di seguito si pone il cane in decubito laterale e si palpa nuovamente il ginocchio, per determinare la presenza di ispessimento fibrotico della capsula articolare, espressione di alterazioni croniche, o di versamento articolare, più tipico di infiammazione acuta.

Identificata quindi la rotula si eseguono quindi alcuni movimenti passivi per tutto il *range* di movimento dell'articolazione, al fine di valutare eventuali variazioni dei gradi di flessione, estensione, intra- ed extrarotazione. Durante queste manovre si possono notare rumori di crepitio, in concomitanza di una lesione meniscale o di sviluppo di un'artropatia degenerativa, o reazioni di dolore.

Segno del cassetto craniale o CrDS (Cranial Drawer Sign)

Viene evocato mediante manipolazione del ginocchio con l'omonimo test. Il CrDS e' determinato dalla rottura del LCCr, unica struttura in grado di opporsi allo scorrimento craniale della tibia rispetto al femore. Tale segno e' patognomonico della rottura del LCCr, se bene la sua assenza non la possa escludere.

Il test del cassetto craniale viene inizialmente eseguito con il ginocchio nella posizione di stazione (leggera flessione). Con il cane in decubito sul lato opposto rispetto a quello dell'aerto da esaminare.

L'operatore pone l'indice sulla rotula e il pollice in corrispondenza del sesamoide laterale, mentre con l'altra mano posiziona l'indice sulla cresta tibiale e il pollice sulla testa della fibula.

A questo punto tenendo fermo il femore, si esercita una forza in direzione craniale sulla tibia, cercando di determinare la translazione rispetto al femore.

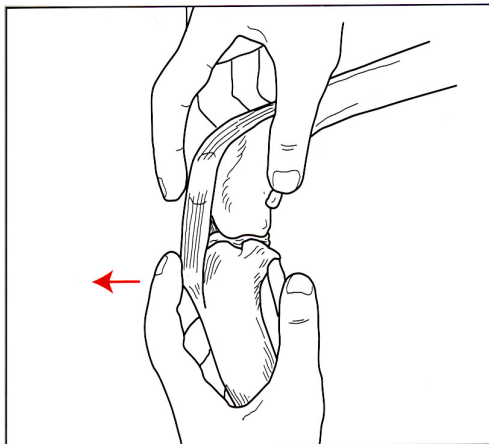


Fig 23: Disegno che mostra i punti di repere per l'esecuzione del test del cassetto craniale. Con il femore tenuto fermo si imprime alla tibia una forza in direzione craniale (freccia). (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Un segno del cassetto nettamente positivo e' inconfondibile ed e' patognomonico di rottura del LCCr: la tibia scorre in direzione craniale ed il condilo femorale mediale schiaccia il menisco mediale. Tale lesione meniscale e' secondaria alla rottura del LCCr e, con il suo progredire, il corno caudale del menisco puo' subire una

lacerazione a “manico di secchio”, in cui la porzione libera puo’ dislocarsi cranialmente, bloccando il condilo nella sua posizione. In questo caso il segno del cassetto non e’ piu’ evocabile.

Il test del cassetto deve essere eseguito sull’animale rilassato, sedato o anestetizzato, perche’ un cane ansioso o in preda al dolore, contraendo i muscoli della coscia, puo’ stabilizzare il ginocchio con possibili risultati falsi negativi.

Alla possibile causa di falsa negativita’ e’ la rottura del LCCr, in cui la fibrosi periarticolare stabilizza l’articolazione.

Gli animali giovani presentano fisiologicamente un certo grado di lassita’ articolare, che puo’ essere difficile da discriminare rispetto ad una lassita’ patologica. Per questo motivo il ginocchio interessato deve sempre confrontato con il controlaterale. Nella rottura completa, quando si effettua il test del cassetto, c’e’ un punto finale “morbido”, dovuto alla limitazione della dislocazione da parte delle strutture periarticolari.

Nei casi di lacerazione parziale, inizialmente si apprezza lieve lassita’, con translazione craniale di soli 1-2mm, seguita da brusco arresto del cassetto, perche’ i residui del LCCr intatto entrano in tensione causando un punto finale “duro”. In questi casi il CrDS e’ raramente rilevabile con il ginocchio in estensione ed e’ necessario flettere l’articolazione ad almeno 60 gradi per ottenere il movimento.



Fig.24: Test del cassetto in posizione neutra (A), ed in flessione (B). (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Questo perché la rottura della sola banda craniomediale non consente il movimento craniale in estensione, in quanto le fibre della banda caudolaterale rimangono in

tensione. Con il ginocchio in flessione, la banda caudolaterale si rilassa, rendendo evidente il segno del cassetto.

Il test di compressione tibiale, Tibial Compression Test (TCT)

Questo test evidenzia il movimento craniale della tibia rispetto al femore, dovuto alle forze muscolari che si sviluppano quando il garretto viene flesso. Il test viene eseguito con il paziente in decubito laterale, ponendo l'indice di una mano lungo la cresta tibiale, mentre il pollice e le altre dita afferrano la porzione distale del femore. Con l'indice si applica una pressione sulla cresta tibiale in direzione caudale, per apprezzare lo spostamento della tibia. Con l'altra mano si afferra il piede e si flette ed estende il garretto.

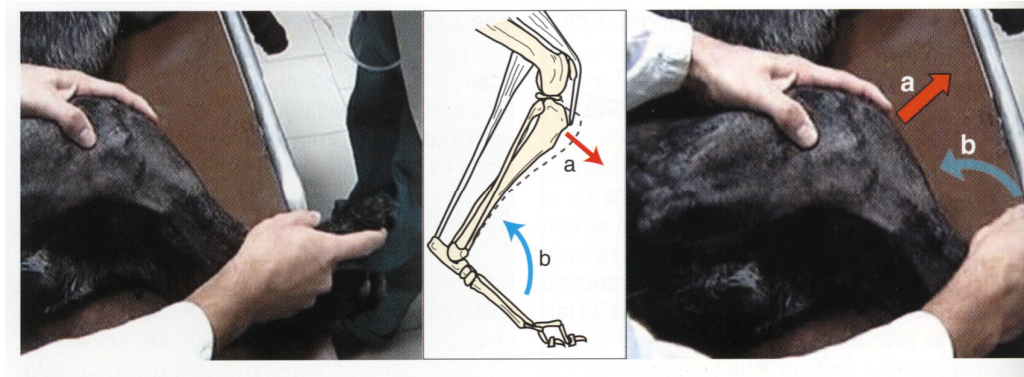


Fig. 25: Test di compressione tibiale. Posizionamento dell'operatore ed esecuzione del test. La flessione del garretto (freccia blu) determina la contrazione del muscolo gastrocnemio e dà inizio alla compressione tibiale, che determina la traslazione craniale della tibia (freccia rossa). Il test è positivo se la tibia si sposta cranialmente (linea tratteggiata del disegno). (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

In caso di rottura del LCCr, la contrazione del muscolo gastrocnemio, stimolata dal movimento del garretto, dà inizio al meccanismo di compressione tibiale e consente la traslazione craniale della tibia rispetto al femore.

Anche con questo test la presenza di fibrosiperiarticolare rende possibile falsi risultati negativi.

Il TCT e' utile quando il test del segno del cassetto e' inconcludente, a causa delle dimensioni del paziente o di una tecnica impropria. Questo test e' facile da eseguire nei soggetti di taglia grande o gigante, nei quali l'arto e' abbastanza grande da permettere un corretto posizionamento delle mani dell'esaminatore. Nei stessi soggetti puo' offrire un lieve vantaggio meccanico, quando non si ha adeguato miorilassamentoddurante la prova. Inoltre se quando si effettua il test del cassetto si afferrano circonferenzialmente i muscoli della coscia, la stabilita' del ginocchio aumenta e il segno del cassetto puo' risultare falsamente negativo.

Il test del cassetto e quello della compressione tibiale registrano il grado di lassita' articolare, tuttavia ci puo' essere disparita' tra questi test e la reale funzione articolare. Un cane con un ginocchio stabile alla manipolazione, puo' manifestare zoppi aper una rottura parziale o completa del LCCr. Questo fenomenopuo' essere spiegato con il concetto di stabilita' funzionale, costituita da componenti statiche e dinamiche.

La stabilita' funzionale statica e' presente quando le forze e l'angolo articular esi mantengono costanti, come quando si sta fermi e richiede una contrazione muscolare attiva.

La stabilita' funzionale dinamica esiste quandole forze e la posizione dell'articolazione si modificano, come per esempio durante il movimento.

La stabilita' funzionale e' mantenuta da componenti restrittive attive (muscoli) e passive (legamenti e geometria muscolare).

Durante il test del cassetto, specialmente in cani di grossa mole, si applica una forza relativamente piccola e comunque di molto inferiori a quelle che agiscono sul ginocchio durante l'attivita' fisica. Nei casi di lacerazione parziale o di rottura completa del LLCr, parte del meccanismo restrittivo passivo viene abolito, mentre persiste il meccanismo attivo, e in funzione delle condizioni fisiche e della taglia del paziente, il test puo' risultare negativo, pur permanendo la lassita' articolare in movimento.

7. 4. ESAMI COMPLEMENTARI DI DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

7. 4. 1. Esame radiografico

Le radiografie del ginocchio nella proiezione cranio-caudale e medio-laterale facilitano la diagnosi di rottura del LCCr ed escludere altre alterazioni ossee e dei tessuti molli. L'esame radiografico serve anche a documentare il grado dell'artropatia degenerativa fornendo informazioni di base sullo stato dell'articolazione e in seguito sull'efficacia dei trattamenti.

Dopo la rottura acuta del LCCr sarà visibile un versamento articolare che sposta il cuscinetto infrarotuleo e distende la superficie caudale della capsula. Nei casi di rottura cronica alterazioni visibili sono la dislocazione o l'obliterazione del cuscinetto adiposo infrarotuleo ad opera dei tessuti molli e la distensione della superficie caudale della capsula articolare del ginocchio nell'immagine laterale e cranio-caudale. Nelle lesioni più croniche si possono notare osteofiti periarticolari che compaiono sui margini trocleari femorali, mediale, laterale e sul bordo distale della rotula. In seguito gli osteofiti periarticolari si sviluppano anche attorno ai condili femorali e tibiali.

Radiograficamente nella proiezione medio-laterale si può apprezzare anche l'allineamento spaziale dell'articolazione femorotibiale che viene eseguita stressando l'articolazione, flettendo e spostando la tibia cranialmente. Un normale allineamento radiografico non può escludere la rottura del LCCr. Radiograficamente si può anche identificare la lussazione della rotula che aumenta l'indice di sospetto di rottura del LCCr. (Johnson e Johnson).

Sulla base dei segni radiografici, la artropatia degenerativa (DJD) può essere classificata in tre gradi: lieve, moderata e grave. Nei soggetti con lieve DJD sono presenti osteofiti di dimensioni minori o uguali a 1 mm sulla porzione prossimale e/o distale del solco trocleare femorale. Una DJD moderata è caratterizzata da osteofiti da 1 a 2 mm sull'aspetto prossimale e distale della patella ed al livello del solco trocleare femorale. Nelle forme gravi si osservano osteofiti più grandi di 2 mm, oltre che nelle sedi già indicate, anche a livello della porzione cranio prossimale della tibia.

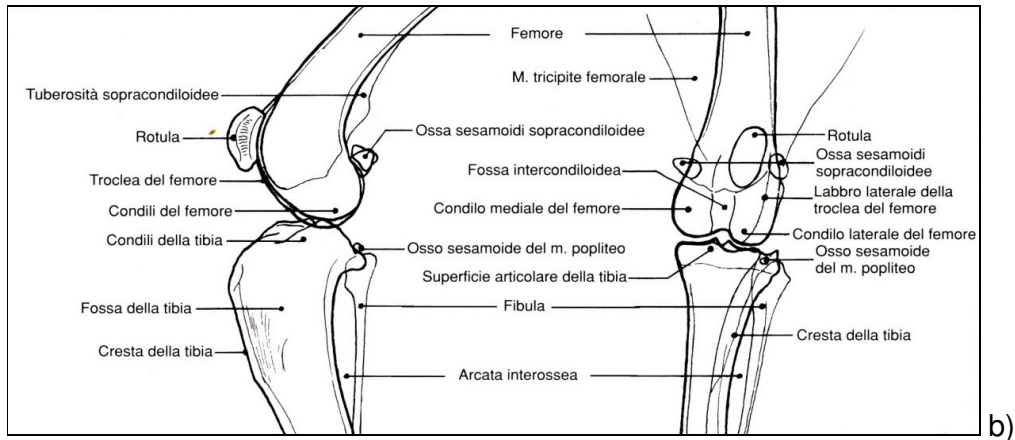


Fig. 26: Radiografia (a) e schema (b) comparativo del ginocchio di un cane in proiezione latero-laterale a sinistra e a destra in proiezione cranio-caudale.

7. 4. 2. Esame ecografico

L'esame ecografico è una procedura non invasiva che può dare una risposta diagnostica molto buona. La rottura delle strutture intraarticolari, la flogosi e frammenti sono ben visibili all'occhio esperto dell'ecografista.

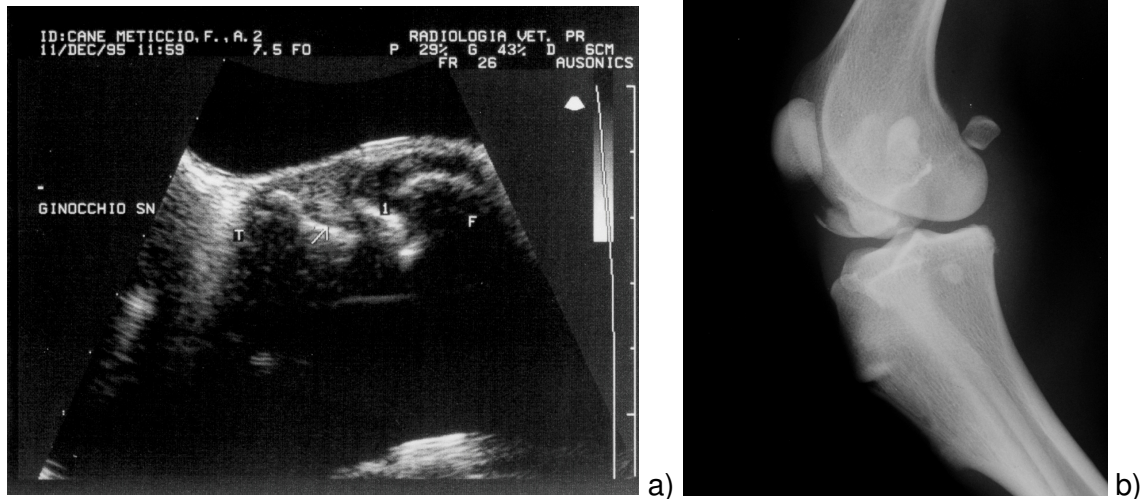


Fig. 27: a) Immagine ecografica dell'articolazione dell'ginocchio, T- tibia, F- femore, freccia- legamento crociato craniale, 1- frammento avulso del condilo femorale.b) immagine radiologica dell'articolazione del ginocchio dove e' visibile distacco della superficie articolare causato da avulsione dei legamenti crociati. (GNUDI G., BERTONI G.: Radiographic and echographic examination of the stifle joint affected by cranial cruciate ligament rupture in the dog. Vet Radiol & Ultrasound, 40 (5), 558, 1999.)

7. 4. 3. Tomografia computerizzata (TAC)

Molto costosa e necessita anche di avere il cane in sedazione profonda o anestesia. Inoltre si corre il rischio di esposizione a raggi ionizzati. Le immagini che possiamo ottenere sono altamente diagnostiche e possono essere fatte in vari piani. Inoltre possiamo effettuare dei prelievi Tac-guidati.

7. 4. 4. Risonanza magnetica (RMI)

E' una procedura non invasiva, non richiede l'esposizione del paziente o dell'operatore alle radiazioni ionizzanti e permette di ottenere immagini in ogni piano. Nelle immagini sono ben evidenziabili graficamente i legamenti crociati e la cartilagine dei menischi. Il costo della RMI e la sua generale non disponibilita in campo veterinario ne limitano l'applicazione come modalita diagnostica. Con il suo ingresso nei grandi centri veterinari, la sua fondamentale utilita nella diagnosi della lacerazione parziale o completa del LCCr e delle lesioni di menischi si dimostrera

particolarmente preziosa nella valutazione non invasiva di zoppie problematiche non diagnosticate con mezzi convenzionali. (Johnson e Johnson, 1993)



Fig. 28: Immagine di risonanza magnetica dell'articolazione del ginocchio (Da Chief, Magnetic Resonance Imaging, Hospital for Special Surgery, Professor of Radiology, Weill Medical College of Cornell University G.I.O.T. 2005;31(Suppl.2):S157-S159)

7. 4. 5. Artroscopia

L'artroscopia permette di visualizzare delle strutture intra-articolari con una minima invasività e morbilità. La zoppia dell'arto pelvico dovuta ad una patologia del ginocchio che non può essere diagnosticata con i mezzi convenzionali, può giustificare l'uso dell'artroscopia come mezzo per ottenere una diagnosi. Con una specifica strumentazione si possono curare determinate patologie come la OCD e diagnosticare con assoluta certezza la rottura completa o parziale del LCCr. In alcuni casi non è possibile usufruire di questa tecnica diagnostica, in particolare in cani di piccola taglia (6 kg e meno) causa la grandezza dell'endoscopio e della cannula. (Johnson e Johnson, 1993)

8. TERAPIA

Per la risoluzione della sintomatologia legata alle lesioni del LCCr sono stati descritti trattamenti di tipo conservativo e chirurgico. L'approccio conservativo, al fine di ridurre il dolore articolare, prevede rigoroso confinamento dell'animale, associato ad un breve ciclo di terapia con FANS. La terapia conservativa puo' dare risultati accettabili in cani di peso corporeo inferiore ai 15 kg. Mentre in pazienti di peso superiore si e' osservato un miglioramento clinico in appena il 20 % dei soggetti. (Martini, 2006)

8. 1. LE TECNICHE CHIRURGICHE INTACAPSULARI ed EXTRACAPSULARI

Le metodiche chirurgiche sono state tradizionalmene suddivise, sulla base dell'interazione tra componenti protesiche e giuntura in due grandi classi: intraarticolari (o intracapsulari) ed extraarticolari (o extracapsulari). Mentre queste ultime stabilizzano la giuntura tramite l'applicazione di suture extracapsulari che si "sostituiscono" nell'azione di contenimento passivo operato dal LCCr, le tecniche intraarticolari tendono al ripristino della stabilita' articolare attraverso la ricostruzione del LCCr con autoinnesti, alloinnesti, xenoinnesti o protesi sintetiche. Tutte le tecniche chirurgiche intra ed extracapsulari, devono svolgere la funzione di contrastare la spinta craniale della tibia, quando sottoposta al carico ponderale.

Se la rottura del LCCr e' causata da mancato equilibrio biomeccanico tra forze attive (muscoli craniali della coscia) e passive (inclinazione del piatto tibiale) che provocano la spinta craniale della tibia, continua a perdurare, come conseguenza si provoca il cedimento della ricostruzione protesica del LCCr.

8. 1. 1. Tecniche intracapsulari

Delle tecniche chirurgiche intracapsulari la prima di questo tipo fu proposta da Paatsama, negli anni cinquanta e prevedeva la ricostruzione del LCCr tramite l'impiego di una striscia di fascia lata inserita in fori praticati nell'epifisi distale del femore e nell'epifisi prossimale della tibia, seguendo il decorso anatomico del legamento. In seguito Arnoczky descrisse la tecnica *over-the-top* basata sull'utilizzo di una protesi autologa, (fig. 32) costituita da una porzione di legamento patellare, di

rotula e di fascia lata, che attraversata l'articolazione in senso prossimocaudale, fuoriuscita dalla regione itercondiloidea e suturata al periosteo dell'epicondilo laterale del femore, mima anatomia e funzione del LCCr.

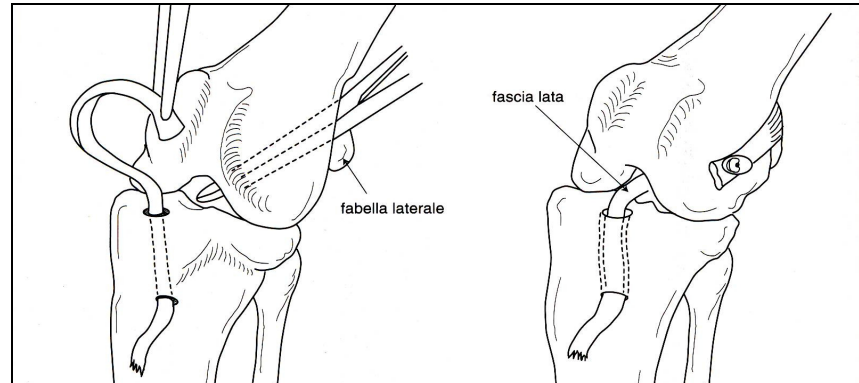


Fig. 29: Tecnica di ricostruzione intracapsulare del LCCr utilizzando una porzione di fascia lata. (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Nel corso degli anni, sono state ideate e descritte numerose variazioni tecniche, alcune implicanti l'ottenimento dell'innesto a parte da differenti componenti tissutali, altre presentanti variazioni nel passaggio e nell'orientamento della protesi all'interno delle strutture articolari. Una di queste e' la tecnica *under-and-over*, nella quale la banderella di fascia lata viene prima introdotta al di sotto del legamento intermeniscale, poi direzionata in maniera analoga alla tecnica *over-the-top*.

I risultati clinici ottenuti con le diverse tecniche intraarticolari si sono rivelati nel complesso positivi, in quanto all'analisi della bibliografia emerge che nel 85-95 % dei cani operati si ottiene buon recupero funzionale dell'arto.

Le tecniche di ricostruzione intracapsulari che prevedono l'impiego di autotrapianti mirano alla ricostituzione anatomica del legamento crociato lesionato, confinando nella trasformazione in tal direzione nell'innesto. Arnoczky ha dimostrato che a 12 mesi dall'intervento chirurgico, l'autoinnesto assume l'aspetto istologico simile a quello di un LCCr normale. Tuttavia un tale processo di trasformazione e' lento e passa attraverso fasi di degenerazione, rivascolarizzazione e riorganizzazione, che lo rendono in tali momenti biomeccanicamente incompetente e vulnerabile anche in seguito a carichi non massimali.

Numerosi studi successivi hanno sperimentato l'utilizzo di materiali sintetici, con l'obiettivo di ridurre il periodo di vulnerabilità postoperatoria, tipico delle situazioni con strutture autologhe, ma nessuno dei materiali impiegati ha dimostrato caratteristiche di resistenza al carico ed all'usura idonee allo scopo. (Martini, 2006)

8. 1. 2. Tecniche extracapsulari

Le metodiche extracapsulari, che prevedono l'impiego di protesi sintetiche, sono state originariamente proposte per il trattamento di lesioni del LCCr in cani di peso inferiore ai 15-20 kg, in quali si temeva che gli animali di taglia maggiore si generassero sollecitazioni tali da compromettere l'integrità di tali impianti. In seguito sono stati riportati buoni risultati anche in cani di grossa mole, cosicché attualmente queste tecniche vengono applicate da alcuni autori indipendentemente dal peso corporeo dei soggetti. Una delle prime tecniche descritte fu quella di De Angelis e Lau, nel 1970, caratterizzata dall'applicazione di una sutura con materiale non riassorbibile tra fabella laterale e legamento patellare. Successive modifiche, hanno previsto, in un caso, il passaggio del filo in un tunnel praticato nella cresta tibiale, in un altro l'applicazione di tre suture fabellotibiali, due laterali ed una mediale

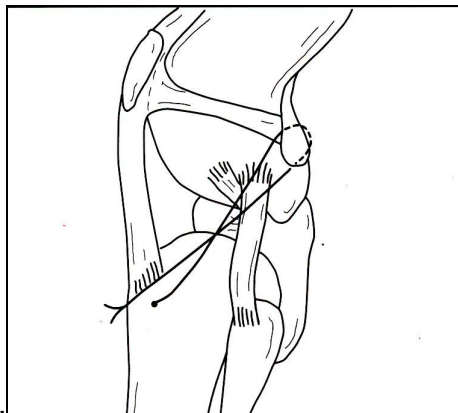


Fig. 30: Ricostruzione extracapsulare del LCCr con la tecnica fabellotibiale modificata (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Le protesi extraarticolari, pur non mimando il decorso anatomico del LCCr, sono in grado di esercitare un'azione di contenimento contro il movimento di scivolamento

craniale della tibia, sufficiente a garantire buona stabilita' articolare a breve termine. Considerato che nel lungo periodo tutte le protesi sintetiche tendono a cedere alle sollecitazioni meccaniche a cui sono fisiologicamente sottoposte, appare ragionevolmente ritenere che tale contenimento svolga la sua funzione per un tempo limitato del periodo postoperatorio e che successivamente intervenghano sistemi di stabilizzazione secondari, quali fibrosi capsulare e pericapsulare, che non sempre, soprattutto in cani di grande mole particolarmente muscolosi ed attivi, sembrano in grado di garantire sufficiente stabilita' articolare. Il cedimento precoce della protesi e/o l'insufficiente stabilita' a lungo termine rappresentano infatti le piu' frequenti complicanze associate a tali tecniche.

Una seconda tecnica extracapsulare che non prevede il ricorso a protesi sintetiche e' la trasposizione della testa della fibula, proposta da Smith e Torg, nel 1985.

Questa procedura prevede la trasposizione craniale della testa della fibula e quindi, dell'inserzione distale del legamento collaterale laterale. In tal modo il legamento assume una direzione simile a quella del LCCr ed, esercitando azione biomeccanica sovrapponibile, mantiene la tibia nella corretta posizione, impedendole la traslazione craniale e l'intrarotazione. Nonostante siano riportati ottimi risultati clinici, le difficolta' operative insite nella tecnica e le potenziali serie complicanze intra- e postoperatorie tipiche di questo intervento ne hanno impedito un'ampia diffusione nel mondo veterinario.

Malgrado la continua ricerca voluta ad un perfezionamento tecnico ed all'impegno di materiali, sempre piu' resistenti, nessuna delle nuove tecniche protesiche extraarticolari ha assicurato un significativo incremento delle percentuali di successo, rispetto a quanto garantito dalle tecniche intarcapsulari. La diatriba tra sostenitori ed oppositori nella scelta tra i due tipi di tecnica e', ancora oggi, aperta.

A discreto degli numerosi studi clinici e sperimentali volti alla comparazione delle due filosofie di ricostruzione non si e' ancora giunto ad una valutazione definitiva e l'unico dato certo e che in seguito all'applicazione di qualsiasi intervento ricostruttivo, intra- od extracapsulare, residua a lungo termine un certo grado di instabilita' articolare.

La sostanziale sovrapponibilita' dei risultati clinici a lungo termine, associata alle minori difficolta' tecniche, alla piu' rapida esecuzione chirurgica ed al piu' rapido recupero postoperatorio (quest'ultimo non condiviso da tutti gli autori) ed alla base

dell'ampio favore che le tecniche extracapsulari che hanno ottenuto negli anni presso il mondo veterinario nazionale ed internazionale.

La necessita' di sostituire il LCCr e' discutibile perche' gli follow-up riportati in letteratura dimostrano una scarsissima variazione nei risultati clinici tra le tecniche di sostituzione e quelle di stabilizzazione. Poiche' la stabilita' del ginocchio e' dinamica (dipendono dal controllo muscolare) e si affida anche al supporto statico di vari legamenti, dei menischi e dei tendini, e' probabile che i risultati a lungo termine siano simili a causa della capacita' di adattamento delle varie strutture periarticolari. Tutto cio' rende difficile stabilire se una tecnica sia piu' o meno efficace di un'altra nel ripristinare la normale funzione.

Pur risultando evidente negli anni che i risultati del trattamento conservativo, ci si e' anche resi conto del fatto che nessun trattamento chirurgico si e' dimostrato in grado di eliminare completamente l'instabilita' articolare (anchese contenuta dalla fibrosi reattiva periarticolare), responsabile della continua usura delle superfici articolari, con l'esposizione dell'osso subcondrale e progressione dell'artrosi, e di permettere un completo recupero della funzionalita' articolare. Nella maggior parte dei soggetti trattati e' possibile riscontrare questa instabilita' non tanto mediante i test del cassetto, quanto con il test di compressione tibiale, eseguito congiuntamente all'esame radiografico in anestesia o sedazione profonda.

La grande varieta' di tecniche sperimentate e scritte testimonia la difficolta' di trovare un intervento che ripristini effettivamente la funzionalita' del ginocchio effettuato dalla rottura del LCCr, particolarmente nei cani attivi e di taglia medio-grande, nei quali le forze esercitate su tale legamento sono maggiori.

Alla luce di quanto analizzato fino ad ora, la causa del fallimento o della non completa guarigione, con conseguente zoppia o riduzione funzionale significativa, a seguito degli interventi tradizionali, trova la sua spiegazione nel fatto che la spinta craniale della tibia (CTT), che ha causato la rottura del legamento, rimane e continua ad esercitare la sua influenza negativa sui materiali (autologhi o sintetici) utilizzati per la riparazione o per la stabilizzazione. Questo si verifica piu' di frequente nei cani di taglia grande o gigante, in cui il peso esercita notevole forza sulla tibia, nei cani particolarmente attivi e nevrili, nei quali il carico avviene precocemente e continuamente, impedendo la stabilizzazione spontanea del ginocchio, e nei cani che presentano inclinazione del paitto tibiale particolarmente elevata.

Nelle tecniche di stabilizzazione intraarticolari il LCCr viene sostituito con materiale autologo o sintetico, posto in articolazione nell'esatta posizione del LCCr originale con l'obiettivo di contrastare la CTT. Se il legamento sostitutivo non subisce stiramenti per i primi 2 mesi, il paziente comincerà a caricare l'arto ed a diventare più attivo. Poiché nel periodo postoperatorio si evidenzia spesso un'atrofia dei muscoli dovuto all'immobilizzazione o all'innattività/limitazione fisica, l'azione del CTT non verrà neutralizzata dai muscoli flessori del ginocchio. Il nuovo legamento verrà sottoposto ai pieni effetti del CTT, in una misura maggiore di quella sopportata anche da un LCCr sano. Nelle riparazioni extracapsulari, sono la capsula articolare o le altre strutture periarticolari a subire le conseguenze della CTT. Il problema in questo tipo di approccio è che le suture sono applicate con una elevata tensione costante: lo stiramento o la necrosi del collagene attorno al punto di sutura ne provoca l'allentamento e la mancata tenuta.

Tutte le tecniche di ricostruzione del LCCr, propongono di stabilizzare il ginocchio per almeno 2-3 mesi, affinché la fibrosi periarticolare conseguente all'intervento chirurgico ed all'artrosi risulti sufficiente a mantenere il ginocchio adeguatamente stabile nel tempo. Con l'evidenza dei segni radiografici di artrosi, tipici di sofferenza articolare cronica. In molti casi si riscontra una ripresa funzionale accettabile, soprattutto in quei soggetti che conducono una vita sedentaria e di poca attività.

Ciò è probabilmente dovuto all'instaurarsi di un equilibrio tra forze che tendono a spingere cranialmente la tibia e contenimento opposto dalla fibrosi periarticolare. In molti soggetti, questo equilibrio non si raggiunge, in particolare in cani atleti e da lavoro, rendendo insoddisfacente il risultato del trattamento chirurgico.

Le cause del fallimento di una corretta ricostruzione chirurgica del LCCr trovano spiegazione nel fatto che il CTT, causato dall'inclinazione del piatto tibiale, risulta eccessivo. Questo risulta più frequente nei cani di taglia gigante in cui il peso esercita notevole forza sulla tibia, nei cani particolarmente attivi e nevrili, nei quali il carico dell'arto avviene precocemente e continuamente, impedendo la stabilizzazione spontanea del ginocchio, e nei cani che presentano un piano articolare tibiale particolarmente inclinato. Non sembra esistere un valore di riferimento dei gradi di inclinazione del piatto tibiale oltre il quale si possa anticipare l'insuccesso di una ricostruzione tradizionale del LCCr, perché le componenti del peso e dell'attività dell'animale sono altrettanto importanti. Permanendo un certo grado di instabilità anche se contenuto dalla fibrosi reattiva periarticolare, le superfici articolari sono

sottoposte ad usura continua e progressione dell'artrosi. Nella maggior parte dei soggetti trattati, e' possibile riscontrare questa instabilità mediante il test della compressione tibiale che viene eseguito in congiunta all'esame radiografico in anestesia generale o sedazione profonda. (Martini, 2006)

Un'altra tecnica di stabilizzazione intraarticolare e quella delle osteotomie correttive.

9. OSTEOTOMIE CORRETIVE

Fanno parte delle tecniche intraarticolari e sono caratterizzate da un:

- Recupero più rapido
- % maggiore di successo
- Minor numero di reinterventi
- Miglior recupero del ROM fisiologico
- Minor sviluppo di artrosi
- Maggior soddisfazione del proprietario

Il LCCr non viene sostituito, il test di compressione tibiale si negativizza, ma rimane positivo il segno del cassetto.

Tecniche. TCWO, PTIO, TTO, TPLO, TTA

9. 1. TCWO (Tibial Cranial Wedge Osteotomy)

- Osteotomia in zona corticale
- Trazione tibiorotuleo
- Osteotomia ad elevata instabilità
- Ritardi di consolidazione

Utile nei soggetti con fisi aperte in cui non è possibile eseguire osteotomie epifisarie (TPLO, TTA, TTO, PTIO)

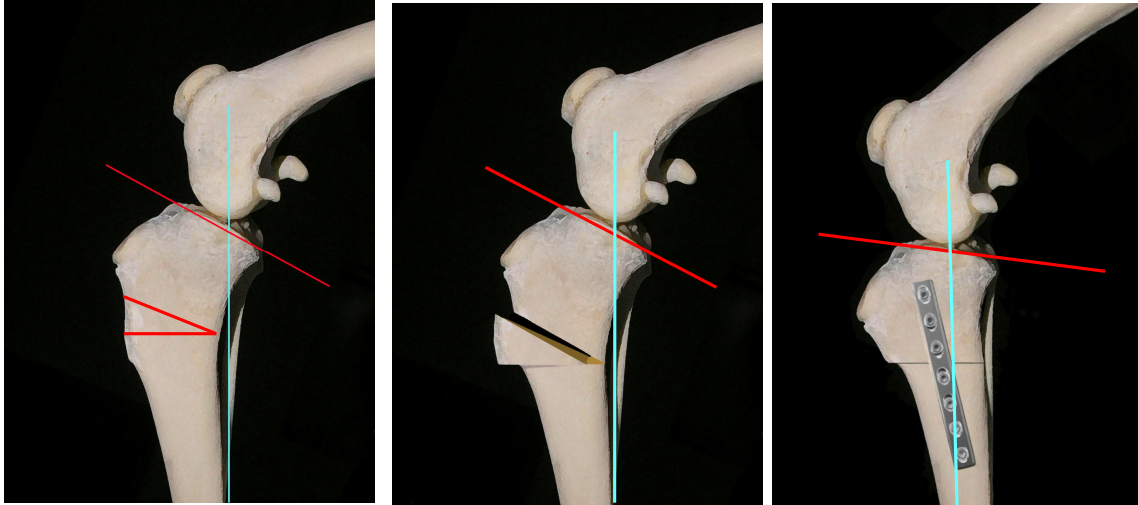


Fig. 31.: TCWO(Tibial Cranial Wedge Osteotomy) (Per gentile concessione del Prof. Martini, Filippo Maria).

9. 2. PTIO (Proximal Tibial Intraarticular Osteotomy

- Osteotomia instabile
- Vite difficile da posizionare
- Pochissimi casi clinici
- Non ha reali vantaggi rispetto a TPLO

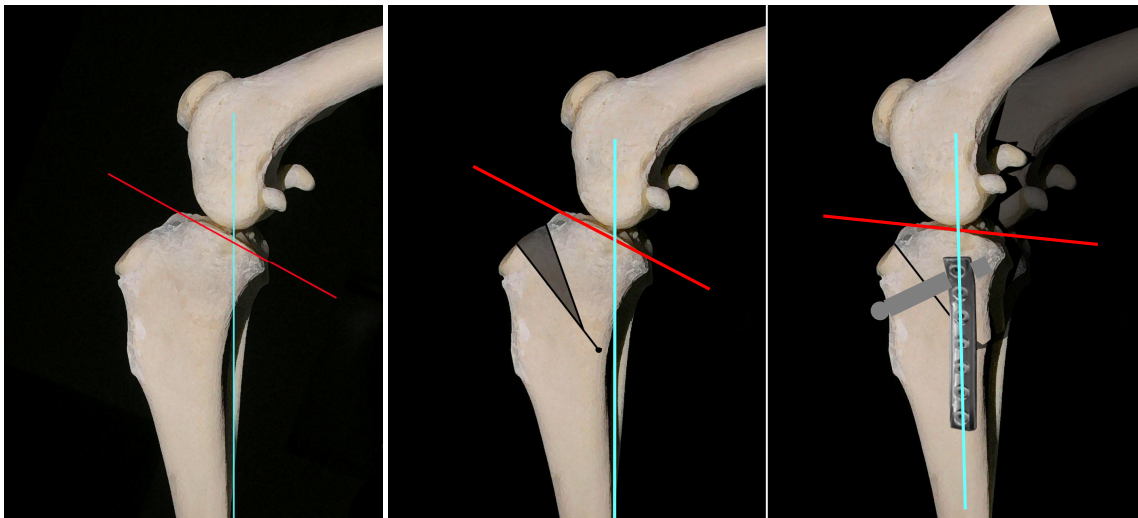


Fig. 32.: PTIO (Proximal Tibial Intraarticular Osteotomy)(Per gentile concessione del Prof. Martini, Filippo Maria).

9. 3. TTO (Triple Tibial Osteotomy)

- Mix tra TTA e TPLO
- Vantaggi dell'una e dell'altra
- Difficili misurazione pre ed intra operatorie
- Punto critico: Osteotomia della cresta tibiale
- Pochissimi casi clinici

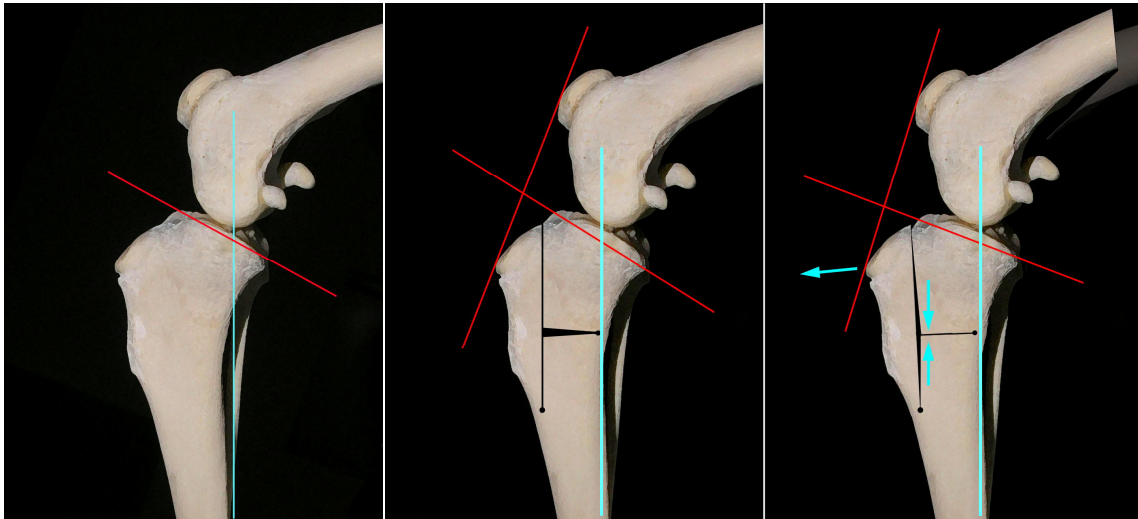


Fig. 33.: TTO (Triple Tibial Osteotomy) (Per gentile concessione del Prof. Martini, Filippo Maria).

9. 4. TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy)

Osteotomia curvilinea del piatto tibiale che viene incinato affinché le forze di carico vengano scaricate perpendicolarmente dal condilo femorale al piatto tibiale.

Stabilizza l'articolazione del ginocchio, negativizzando il CTT, rendendo inutili le tecniche di ricostruzione del LCCr o di sostituzione delle sue funzioni.

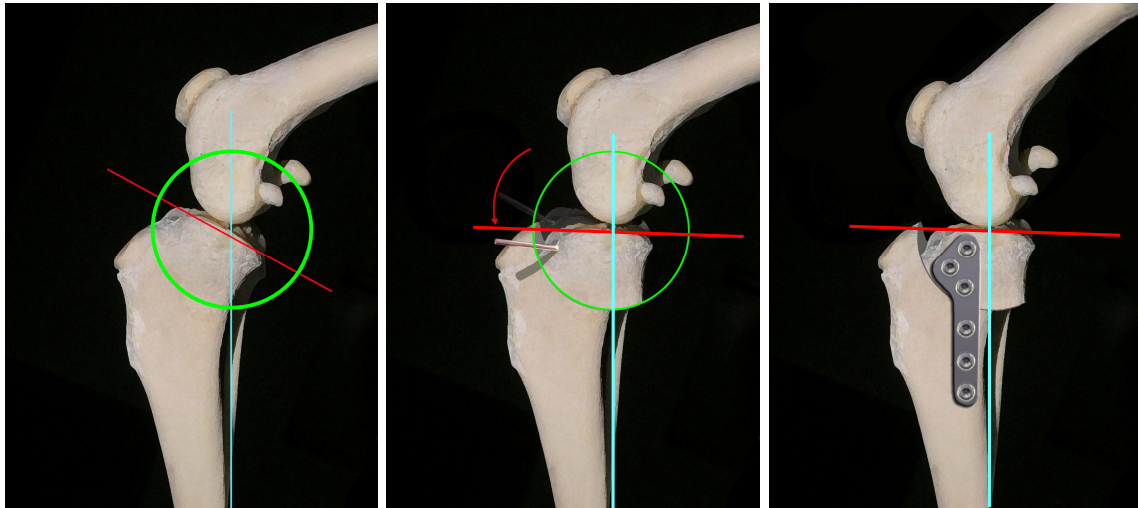


Fig. 34.: TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy) (Per gentile concessione del Prof. Martini, Filippo Maria).

9. 5. TTA (Tibial Tuberosity Advancement)

- Recupero post-op più rapido ? Da dimostrare
- Minor invasività
- Specificità degli impianti
- Elevato costo degli impianti
- Difficoltà tecnica simile a TPLO
- No soggetti con fisi aperte

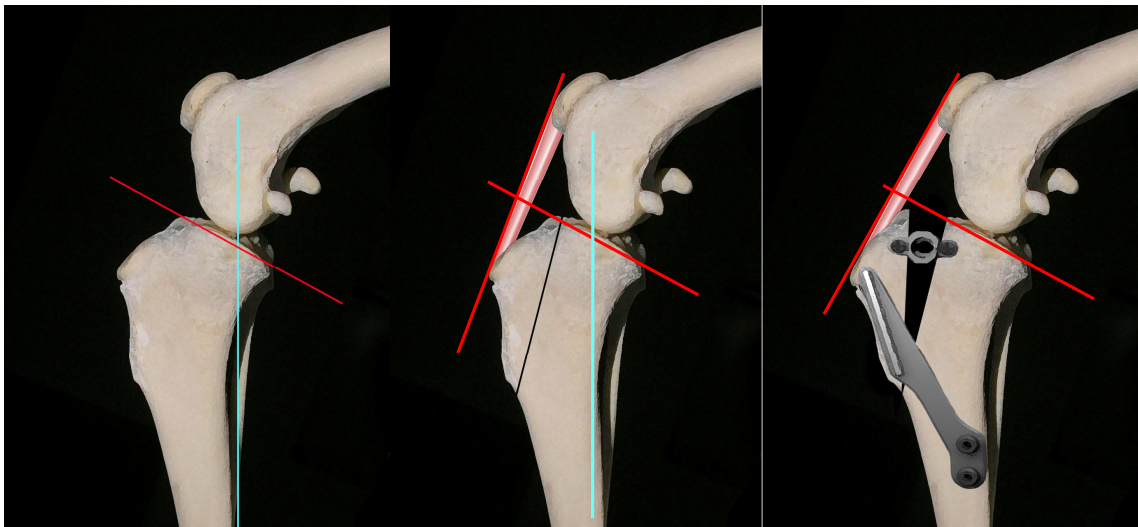


Fig. 35.: TTA (Tibial Tuberosity Advancement) (Per gentile concessione del Prof. Martini, Filippo Maria).

Tecniche intracapsulari ed extracapsulari A CONFRONTO

- 85-94% miglioramento clinico *indipendentemente* dalla tecnica usata (15-6% nessun miglioramento clinico)
- 50% zoppia intermittente - progressione artropatia degenerativa – riduzione escursione articolare *indipendentemente* dalla tecnica usata
- tempo di recupero *simile* per le varie tecniche
- trasposizione testa della fibula: unica tecnica che sembra distaccarsi dalle altre per maggiore incidenza di complicanze e minore % di successo.
- moltissime variabili rendono il confronto fra varie tecniche di difficile interpretazione !

10. TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy). Osteotomia di livellamento del piatto tibiale.

E' un innovativa tecnica chirurgica proposta da Slocum, che propone di modificare l'anatomia dell'articolazione del ginocchio per stabilizzare l'articolazione e neutralizzare la CCT. Per fare cio' si effettua una osteotomia curvilinea del piatto tibiale che viene incinato affinche' le forze di carico vengano scaricate perpendicolarmente dal condilo femorale al piatto tibiale. L'intervento chirurgico non propone di ricostruire le forze di contenimento passivo del CTT, ma di controllare la stessa mediante la correzione del piatto tibiale. La TPLO di Slocum prevede un'osteotomia curvilinea del piatto articolare tibiale, la correzione dell'inclinazione dello stesso fino a raggiungere circa 5-7 gradi, e la fissazione dell'osteotomia con apposita placca. La nuova inclinazione del piatto tibiale genera un limitato CCT, che viene totalmente bilanciato dall'azione del muscolo bicipite femorale e dei muscoli posteriori della coscia, che agiscono sulla tibia con una forza di trazione diretta in senso caudale.

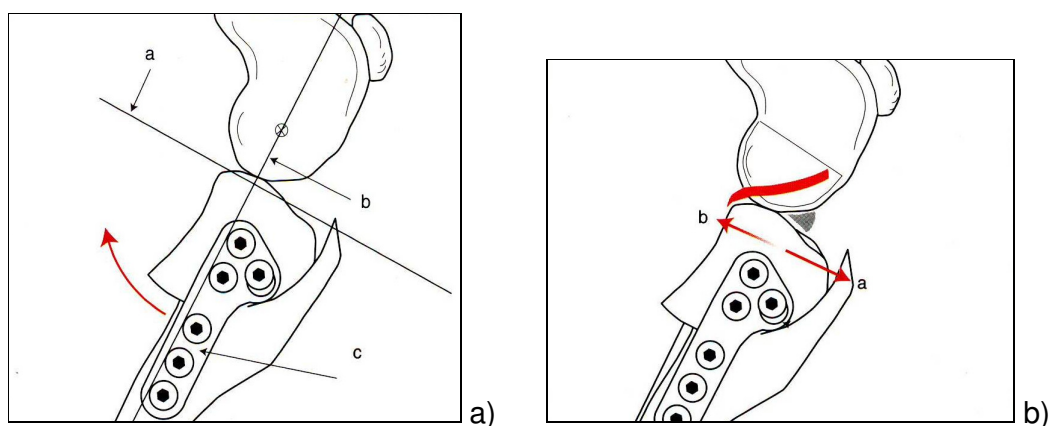


Fig. 36.: a) Intervento di TPLO. In seguito all'osteotomia curvilinea, il piatto tibiale (a) viene ruotato ed inclinato di 5-8 gradi rispetto alla perpendicolare della linea tra i centri di rotazione del ginocchio e del garretto (b). L'osteotomia viene poi fissata con una specifica placca (c).

b) La nuova inclinazione del piatto tibiale ottenuto con la TPLO neutralizza il CCT (a), che risulta in equilibrio con la trazione esercitata dai muscoli posteriori della coscia e dal muscolo bicipite femorale (b). La trazione caudale (b), contrastata passivamente da LCCa, stabilizza funzionalmente la tibia. (Bojrab MJ, Ellison GW, Slocum B. Tecnica chirurgica, 2- Chirurgia ortopedico-traumatologica: rachide, scheletro appendicolare, 1131-1157, UTET)

L'intervento proposto da Slocum risponde ai criteri di biomeccanica che stanno alla base delle lesioni del LCCr del cane: modificando l'inclinazione del piatto tibiale, e quindi diminuendo le forze di spinta in senso craniale della tibia, si ristabilisce l'equilibrio tra forze attive e passive che agiscono sull'articolazione del ginocchio. Dopo un intervento di TPLO, il segno del cassetto craniale è ancora presente, perché si tratta di un movimento passivo, esercitato dalla manovra dell'operatore, mentre il test di compressione tibiale, che simula il carico ponderale, si negativizza. I risultati descritti da Slocum indicano l'arresto dell'artrosi e completa ripresa funzionale, soprattutto nei soggetti molto attivi e che sono stati sottoposti precocemente al trattamento chirurgico. Risultati positivi si ottengono anche nei soggetti con rottura parziale del LCCr. In questi soggetti, trattati precocemente, eseguendo la TPLO, la parte integra del LCCr ed il menisco mediale sono protetti dagli effetti della CTT, che viene annullato.

Un principio fondamentale della TPLO è che il piatto tibiale non deve essere ruotato fino ad essere perpendicolare all'asse longitudinale della tibia, ma è necessario mantenere una inclinazione di 5-8 gradi. Secondo Slocum, una eccessiva rotazione del piatto tibiale, con l'angolo di inclinazione residuo inferiore ai 5 gradi, sottopone il LCCa a stress che potrebbero causare lo stiramento o addirittura la rottura. (Martini, 2006)

10. 1. Studio radiografico per la TPLO

Lo studio radiografico viene eseguito in sedazione o anestesia generale, prevede due proiezioni: mediolaterale per valutare l'inclinazione del piatto tibiale; e caudocraniale, per individuare eventuali deviazioni dell'arto. La proiezione medioletrale, viene eseguita con il fascio radiogeno centrato sul ginocchio, deve comprendere oltre all'articolazione del ginocchio, anche quella del tarso. Il cane viene posto in decubito laterale, sul lato dell'arto interessato. Gli angoli che devono formare le articolazioni femorotibiale e tibiotarsica devono essere di 90 gradi, con grande trocantere, testa della fibula e maleolo laterale in contatto con il tavolo o cassetta radiografica. Nella radiografia i due condili devono essere perfettamente sovrapposti.

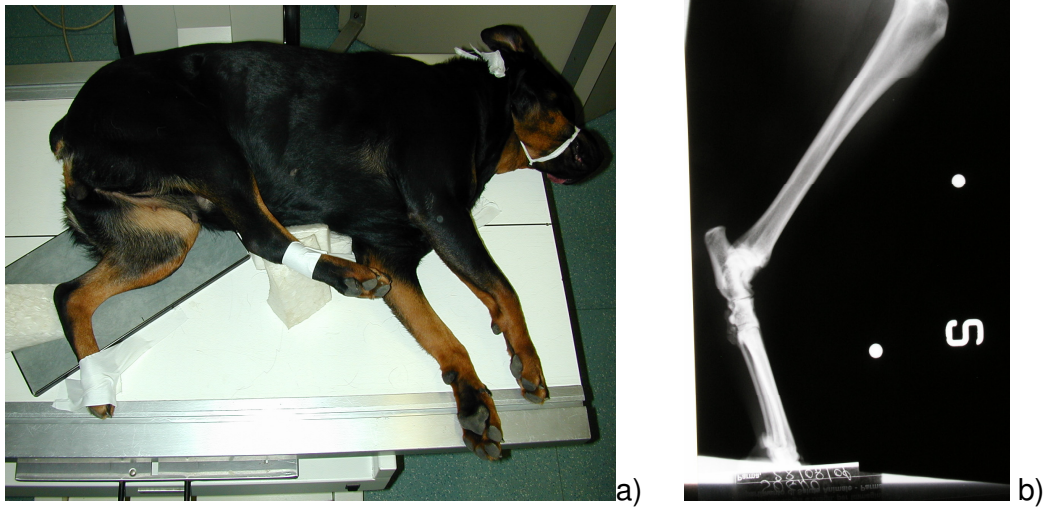


Fig. 37.: Posizionamento del cane in decubito laterale per proiezione medio laterale a) e radiografia ottenuta da cane in decubito laterale. (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Per eseguire la proiezione craniocaudale, il cane deve essere posto in decubito sternale, con l'arto interessato completamente esteso in direzione caudale. Il fascio di raggi x viene centrato a livello della porzione media della diafisi tibiale. Nella radiografia di un arto normale la rotula si trova al centro della troclea, le fabelle sono divise a meta' dalla corticale femorale e la porzione mediale del calcaneo e' in linea con il centro della troclea astragalica.

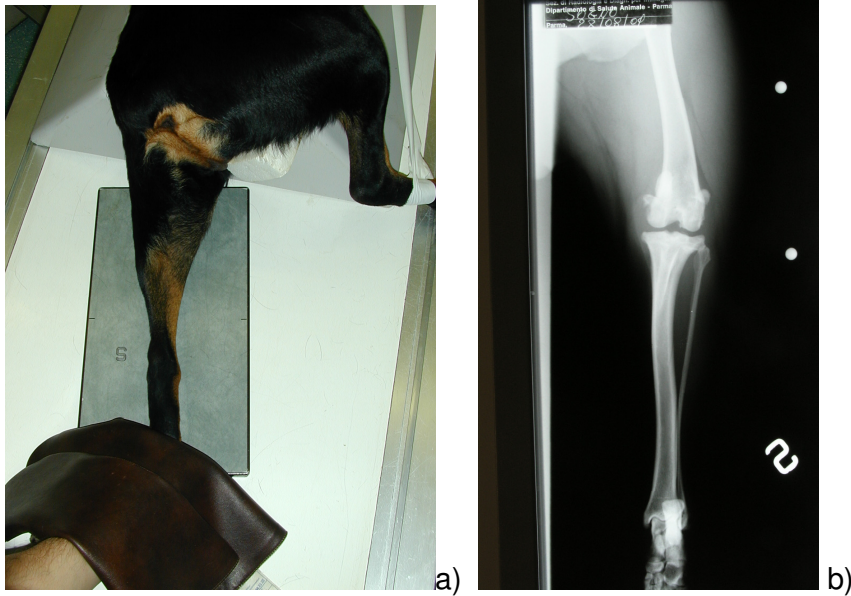


Fig. 38.: Posizionamento corretto del cane in decubito sternale a), radiografia in proiezione cranio-caudale b). (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

La valutazione dell'inclinazione del piatto tibiale viene eseguita sul radiogramma in proiezione mediolaterale. Per determinare la misura sono necessari una riga di circa 30 cm, il goniometro fornito dalla Slocum Enterprise ed un cerchiometro. Per calcolare l'inclinazione del piatto tibiale e' necessario individuare l'asse longitudinale della tibia, la linea del piatto tibiale, e la perpendicolare all'asse tibiale passante per il punto d'inserzione tra questo e la linea del piatto tibiale. Il piatto tibiale viene individuato attraverso due punti evidenziabili sulla radiografia; cranialmente il margine della superficie articolare e' definito da un piccolo gradino dove si inserisce il LCCr, caudalmente, la superficie articolare termina nel punto di inserzione del LCCa. La linea tracciata attraverso questi due punti corrisponde alla linea del piatto tibiale. L'asse longitudinale della tibia e' costituito da una retta passante attraverso due punti ben codificati. Il punto piu' prossimale si trova nella porzione centrale, tra le due eminenze intercondiloidee, il punto distale e' costituito dal centro di rotazione dell'articolazione tibiotarsica, localizzato a meta' tra superfici articolari craniale e caudale dell'astragalo.

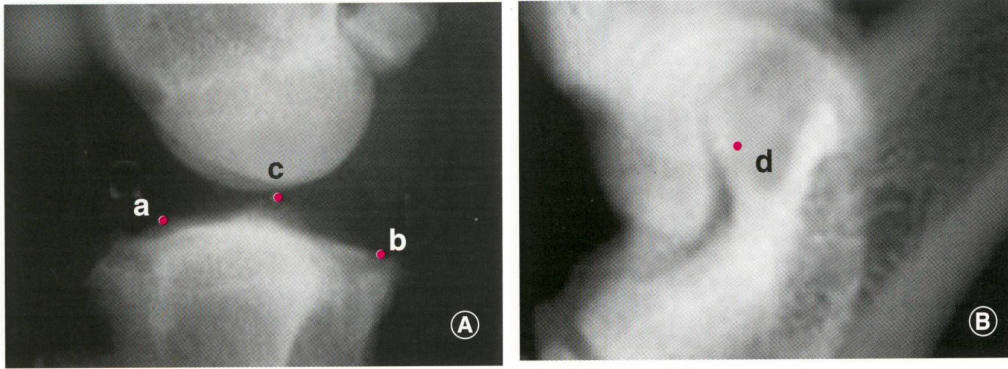


Fig. 39.: Punti di repere per il calcolo dell'inclinazione del piatto tibiale sulla tibia prossimale (A) e sull'articolazione tibiotarsica (B). a= inserzione del LCCR; b= inserzione del LCCa; c= porzione centrale tra le due eminenze intercondiloidee; d=centro di rotazione dell'articolazione tibiotarsica (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

Identificati questi due assi, si traccia la perpendicolare all'asse ibiale passante per il suo punto d'intersezione con la linea del piatto tibiale. L'angolo compreso tra la linea del piatto tibiale e la perpendicolare all'asse tibiale corrisponde al grado di inclinazione del piatto tibiale.

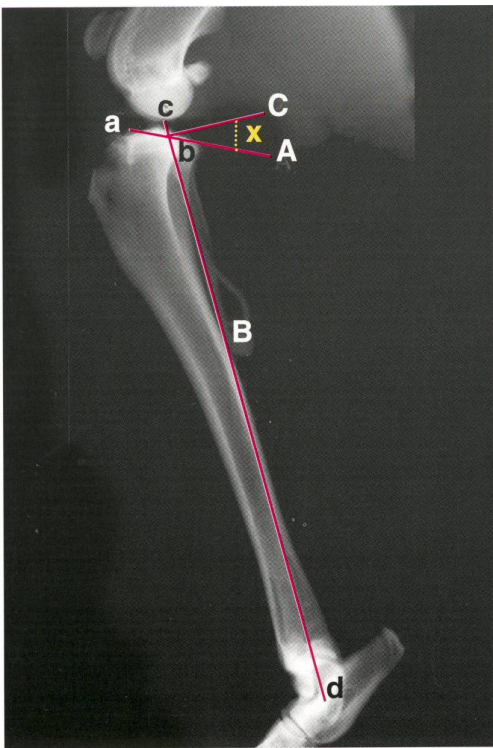


Fig. 40.: Misurazione dell'inclinazione del plateau tibiale. A=plateau tibiale; B= asse funzionale della tibia; C= perpendicolare all'asse funzionale della tibia; x=angolo di inclinazione del plateau tibiale a=

inserzione del LCCr; b= inserzione del LCCa; c= porzione centrale tra le due eminenze intercondiloidee; d=centro di rotazione dell'articolazione tibiotarsica (Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

10. 2. Planing preoperatorio

La valutazione preoperatoria del paziente e' molto importante e in questa viene determinata l'inclinazione del piatto tibiale, le misure della lama e la placca che verra' utilizzata, l'entita' della rotazione da imporre al frammento prossimale della tibia dopo l'osteotomia e la lunghezza delle viti necessarie a fissare la placca. La prima misurazione che verra' effettuata e quella relativa all'angolo d'inclinazione del piatto tibiale (Tibial Plateau Angle, TPA). Seguendo scrupolosamente le indicazioni nel paragrafo precedente. Una volta eseguita la misurazione del TPA, sempre sulla radiografia in proiezione medio laterale, si deve selezionare la lama idonea per l'osteotomia. Questa valutazione puo' essere facilmente eseguita, utilizzando la porzione centrale del goniometro, fornito dalla Slocum Enterprise, in cui sono riportati alcuni semicerchi di misura uguale a quello delle lame a disposizione.

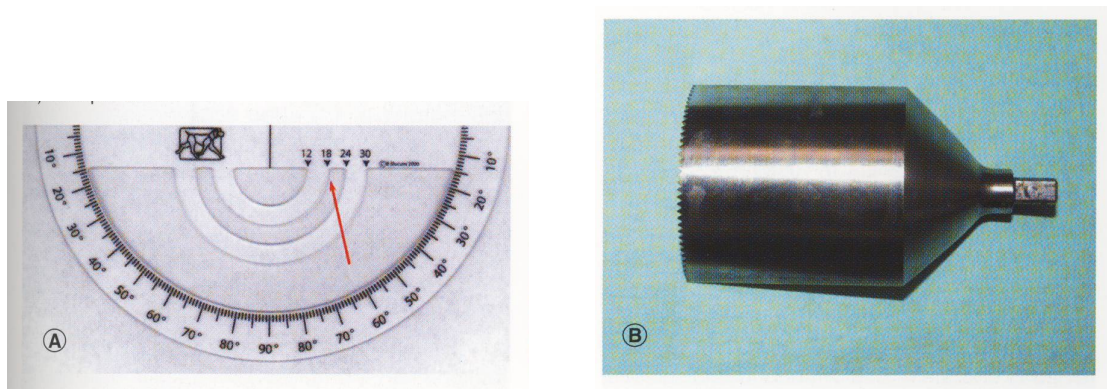


Fig. 41: Goniometro fornito dalla Slocum Enterprise (A), e lama per TPLO (B).(Da Martini, Filippo Maria: Patologie articolari nel cane e nel gatto. Poletto editore. 2006)

La misura idonea è quella che permette all'estremità caudale della lama di sporgere perpendicolarmente alla corticale caudale. Ciò consente di avere il centro di rotazione della lama nel terzo distale del condilo femorale ad un adeguato spessore di cresta tibiale cranialmente all'osteotomia. Dopo aver eseguito la misurazione del TPA ed aver stabilito la lama da utilizzare, servendosi delle tabelle di conversione

fornite dalla Slocum Enterprise, si individuerà l'entità di rotazione da applicare al frammento prossimale della tibia.

Utilizzando la medesima proiezione, si dovrà poi stabilire quale placca utilizzare: per fare ciò si sovrappongono alla radiografia le varie placche, fino ad individuare quella più idonea. L'ultima misurazione da rilevare è relativa alla lunghezza delle viti che serviranno a fissare la placca. Sulla radiografia di proiezione cranio-caudale si deve misurare lo spessore della tibia nei punti in cui verranno posizionate le viti. La prima misurazione viene fatta 0.5 cm al di sotto del piano articolare, punto in cui viene inserita la vite più prossimale, poi spostandosi in direzione distale, si eseguono le altre misurazioni fino al terzo prossimale della diafisi tibiale, punto in cui viene inserita la vite più distale. Si può anche scegliere le viti in sede intraoperatoria con l'ausilio di un misuratore di profondità che prende a misura da corticale a corticale, misuriamo la profondità del buco di trapanazione. La vite che sceglieremo in questo caso sarà più lunga di 2 mm della profondità misurata.

Poiché la TPLO permette di modificare in sede intraoperatoria eventuali deviazioni assiali presenti nell'arto affetto da rottura del LCCr, durante la valutazione preoperatoria è possibile stabilire se è necessario apportare correzione dell'asse longitudinale dell'arto ed in quale proporzione.

10. 3. Descrizione dell'intervento chirurgico

Per l'eseguire la TPLO è necessaria una ampia tricotomia e disinfezione dell'arto dall'anca al garretto. Il paziente viene posizionato in decubito dorsale, con l'arto libero di essere posto sia in posizione verticale che orizzontale.

L'intervento inizia con una incisione cutanea sulla porzione cranio mediale del ginocchio, partendo 1 cm prossimalmente e medialmente alla rotula, per estendersi distalmente a tutto il terzo prossimale della tibia.

Dopo l'incisione della cute e del sottocute si incide il capo distale del muscolo vasto mediale e si prosegue fino allo spazio compreso tra piatto tibiale e legamento tibiorotuleo, attraverso il gruppo dei muscoli del *pes anserinus* ed il margine mediale della fascia del muscolo tibiale craniale. Con uno scolla periostio si separa il muscolo tibiale craniale dalla faccia cranio laterale della tibia, la fascia e l'estensione tendinea del *pes anserinus* vengono scollati dalla loro inserzione sulla faccia cranio mediale della tibia e retratti causalmente, per esporre il legamento collaterale mediale ed il

muscolo popliteo. Con una lama da bisturi numero 11 si effettua una miniartrotomia lungo il margine caudale del legamento collaterale mediale e si procede al *meniscal release*.

Isolato il legamento collaterale mediale, con uno scolla periosteale si allontana il muscolo popliteo dalla tibia facendo attenzione a non lesionare muscolo, arterie e vene poplitee, che decorrono sulla faccia caudolaterale della tibia. A questo punto si applica e si fissa con 2 fili di Kirschner, uno prossimale ed uno distale, la maschera guida (jig) fornita dalla Slocum Enterprise. Il jig deve essere parallelo al piano sagittale, medialmente alla tibia, con il corpo rivolto caudalmente e le braccia rivolte cranialmente. Presso la Clinica di chirurgia e medicina d'urgenza della Facoltà di medicina veterinaria di Parma, l'intervento di TPLO viene fatto senza l'ausilio del JIG. Unica condizione per poterlo fare è il corretto posizionamento del cane in decubito laterale dalla parte del arto che verrà operato. L'arto deve appoggiare bene sulla superficie del tavolo che deve essere perfettamente parallelo con il pavimento. In questo caso l'osteotomia viene fatta in modo corretto usando la lama che deve essere in asse perpendicolare in confronto al piano sagittale dell'arto. In questo ci aiuta il tavolo operatorio che essendo parallelo con il pavimento è facile da tenere sotto controllo. I fili di Kirschner devono essere paralleli al piano di flessione estensione del ginocchio e tra di loro e perpendicolari al piano sagittale. Si inseriscono poi alcune garze umidificate con soluzione fisiologica sterile caudalmente, medialmente e lateralmente alla tibia, e con l'ausilio di un retrattore di Hohman, si protegge il legamento tibiorotuleo. A questo punto, si pone la placca sulla porzione mediale della tibia e si traccia con l'elettrobisturi la linea guida per l'osteotomia. È essenziale che la lama sia perpendicolare al piano sagittale. La sua curvatura craniale deve essere craniale al piatto tibiale, mentre la sua curvatura caudale deve sporgere perpendicolarmente dalla corticale caudale della tibia.

Attraversata la prima corticale, si segnano sulla linea di taglio i punti di riferimento (tacche), alla distanza indicata dalla tabella di conversioni, successivamente si completa l'osteotomia. Per ruotare il frammento prossimale della tibia, si inserisce il filo di Kirschner, sulla porzione mediale della tibia, appena sotto il piatto tibiale, e lo si ruota caudalmente, finché non si ottiene l'allineamento tra le due tacche segnate in precedenza. Fissata momentaneamente l'osteotomia con un filo di Kirschner, si prepara la sede della placca, livellando la superficie mediale della tibia con un osteotomo o con la sega biradiale; qualunque prominente esistente nella diafisi

tibiale, deve essere asportata, in modo da poter posizionare la placca, appena cranialmente al legamento collaterale mediale. La placca deve essere modellata in modo che segua perfettamente il profilo dell'osso a livello dell'osteotomia: quando il suo margine prende perfettamente contatto con l'osso da entrambi i lati dell'osteotomia, il suo modellamento è adeguato. La placca viene quindi collocata sulla porzione diafisaria della tibia, in modo che il suo bordo caudale sia a ridosso della corticale tibiale, e fissata con viti secondo un ordine ben definito.

Si comincia applicando le viti da corticale sulla porzione diafisaria della tibia, con la vite adiacente alla linea dell'osteotomia per prima, seguita dalle altre. Sul segmento del piatto tibiale, la vite del 4° foro viene applicata in compressione e quella del 5° in posizione neutra. Una volta rimosso il jig ed il filo di fissazione temporanea, si applica la vite del 6° foro con il puntatore direzionato verso la testa della fibula per evitare di penetrare in articolazione. Fissata l'osteotomia si suturano la mini artrotomia ed i piani continuati secondo stratigrafia.

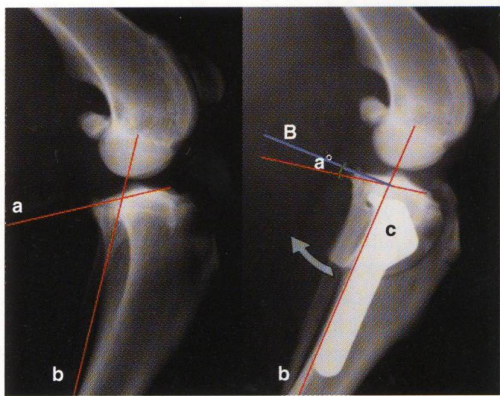


Fig. 42: Correzione del TPA a = piatto tibiale pre - TPLO; b = asse funzionale della tibia; c = placca; B = piatto tibiale post TPLO; a° = TPA post correzione. (Per gentile concessione del prof. Martini, Filippo Maria).

11. TTA (Tibial Tuberosity Advancement), Avanzamento della cresta tibiale

E' un intervento chirurgico intracapsulare per la terapia della rottura del LCCr. Il trattamento della rottura del LCCr del ginocchio del cane si basa sulla biomeccanica del ginocchio. Le forze interne ed esterne che agiscono sul bilanciamento dell'articolazione del ginocchio quasi parallele al ligamento tibio rotuleo. Se il piatto tibiale non risulta perpendicolare al ligamento tibiorotuleo, le forze che circondano il ginocchio saranno in squilibrio. Con l'avanzamento della cresta tibiale, il legamento tibiorotuleo viene posizionato perpendicolarmente al piatto tibiale, neutralizzando così le forze trasversali e alleviando (liberano) la tensione causata dal carico ponderale sul LCCr. Con l'avanzamento della cresta tibiale si aumenta la forza del braccio di leva del muscolo quadricipite e diminuisce la trazione che esercita sul legamento femorotibiale. In questo modo le due forze associate (del muscolo quadricipite e del legamento femoro patellare) riducono il rischio di osteoartrite.

La tecnica chirurgica e' meno invasiva delle altre procedure, con i tempi minori e bassa morbidity perioperatoria. Non e' necessario effettuare il meniscal release siccome il ROM fisiologico dell'articolazione del ginocchio viene preservato perche' non viene a mancare il sostegno caudale fornito dal menisco stesso. La riduzione della pressione retropatellare che e' un esito di questo intervento, puo' alleviare la comparsa della condromalacia del solco, presenti in molti casi di rottura del LCCr.

11. 1. Planing preoperatorio

Per effettuare le misurazioni necessarie bisogna effettuare una radiografia con il cane in sedazione o anestesia, centrata sul ginocchio in massima estensione nelle proiezioni medio-laterale (femore distale con condili e sesamoidi che coprono l'un l'altro e tutta la tibia) Il femore deve formare con la tibia un angolo di 135°. Non e' ritenuta necessaria anche la proiezione cranio-caudale.

Sulle radiografie eseguite come descritto, vengono prese le misurazioni con una dima dell'ingrandimento del 5%. Sulla dima viene indicata anche la dimensione dell'impianto e della griglia che verra' usato successivamente e la ampiezza della osteotomia che verra' fatta sulla cresta tibiale. Per effettuare le misurazioni con la dima bisogna localizzare il piatto tibiale e la linea craniale del legamento tibiorotuleo.

Il piatto tibiale si ottiene facendo passare una linea tra i due punti di origine dei legamenti crociati sulla tibia. Il legamento tibiorotuleo viene rappresentato da una linea ottenuta appoggiando la sagoma, dima sul suo bordo più craniale. Otteniamo così una specie di T inclinata. L'ampiezza dell'osteotomia è ottenuta con la sovrapposizione della "T", dove la parte sottostante viene appoggiata sul piatto tibiale che verrà fatta scivolare fino a che la linea perpendicolare non raggiunge la linea del bordo craniale del legamento tibiorotuleo. Sulla parte distale sono visibili delle linee parallele a quella del tendine tibiorotuleo e quindi misureremo la distanza necessaria per scegliere la griglia che ci servirà per distanziare la cresta tibiale osteotomizzata e poi stabilizzarla con una placca per TTA.

11. 2. Descrizione dell'intervento chirurgico

Per l'eseguire la TTA è necessaria una ampia tricotomia e disinfezione dell'arto dall'anca al garretto. Il paziente viene posizionato in decubito dorsale, con l'arto libero di essere posto sia in posizione verticale che orizzontale.

L'intervento inizia con una incisione cutanea sulla porzione cranio mediale del ginocchio, partendo 1 cm prossimalmente e medialmente alla rotula, per estendersi distalmente a tutto il terzo prossimale della tibia. Si prosegue con lo scollamento dei tessuti molli, si incide e si eleva il *pes anserinus* lasciando intatto il legamento collaterale con la sua bursa. Liberiamo la cresta tibiale scollando il periosteo del bordo craniale della tibia fino alla cresta, preparando così la cresta tibiale per l'osteotomia. Appoggiamo la guida per fare i fori per fissare la placca con le viti sulla cresta, usando un trapano con la punta di 2 mm e foriamo fino alla corticale sottostante iniziando con i due fori, distale e prossimale, poi foriamo i fori intermedi.

Rimuoviamo la guida e riposizioniamo due pin dei fori distale e prossimale. Scostiamo i tessuti molli dalla cresta tibiale e procediamo all'osteotomia della stessa. L'osteotomia avrà inizio dal centro della linea di osteotomia e sarà monocorticale nella parte prossimale e completa nella parte distale. In questo modo rimarrà intatta l'inserzione del muscolo estensore lungo delle dita.

Posizioniamo la placca e fissiamo la stessa con le viti del diametro di 2.4 mm. Si fissa la parte prossimale della placca con le viti nei fori precedentemente forati e poi si termina l'osteotomia della cresta tibiale. Vengono raccolti pezzi di spongiosa dalla metafisi prossimale della tibia che verranno usati successivamente per colmare lo

spazio tra l'ostectomia e la cresta tibiale distanziati dalla gabbia. Si procede con il posizionamento della gabbia distanziando la rima dell'ostectomia. La gabbia viene così inserita nella parte prossimale della rima dell'ostectomia e fissata con una vite, quella caudale. Stabilizziamo la cresta tibiale ostectomizzata con la restante tibia e procediamo con la fissazione della parte distale della placca. Effettuiamo tutte e due le perforazioni e fissiamo la placca con una sola vite, la più prossimale, alla superficie della tibia. Successivamente effettuiamo un foro per la vite craniale della gabbia e fissiamo la stessa definitivamente con la vite. In fine avvitiamo anche la vite nel foro più distale della placca. Richiudiamo la ferita ricostruendo il *pes anserinus* che così ricoprirà una parte dell'impianto e suturando il resto dei tessuti molli per strati con sutura continua.



Fig. 43: Radiografie in proiezione medio-laterale, cranio-caudale e postoperatoria medio-laterale dell'articolazione del ginocchio con impianto di TTA. (Per gentile concessione del prof. Martini, Filippo Maria).

12. CURE POSTOPERATORIE

Per tutte e due gli interventi le cure postoperatorie sono identiche.

Si effettua una radiografia postoperatoria nelle proiezioni ortogonali con il cane ancora in anestesia generale.

Successivamente verranno effettuate visite ortopediche e radiologiche il 30, 60 e 90 giorno postintervento. Il cane deve stare a stretto riposo, possibilmente confinato in un recinto o box se e' un cane poco gestibile dal padrone.

La prima visita verra' effettuata a distanza di 14 giorni dal intervento chirurgico. In questa occasione effettueremo anche la rimozione dei punti di sutura. Di solito il paziente inizia ad appoggiare l'arto verso il 10 giorno dopo l'intervento (dal 3 al 15 giorno). Il cane che comincia a sentirsi bene puo' dare dei problemi al proprietario che riferisce una attivita' aumentata del cane che non sente piu' un dolore forte. Esamineremo il cane in stazione per controllare eventuali edemi o altre anomalie della ferita. Nelle visite successive del 30, 60 e 90 giorno postoperatorio faremo una visita ortopedica completa ed effettueremo la visita radiologica per controllare il consolidamento osseo.

13. RECUPERO

Dopo un riposo e limitata attivita' fisica per un mese il cane ricominciera' gradualmente ad aumentare l'attivita fisica fino a raggiungere il normale livello. Durante il primo mese il cane non deve giocare con altri cani. E' consentito solo fare brevi passeggiate al guinzaglio. La riabilitazione fisica deve cominciare solo dopo che il chirurgo ha stabilito la guarigione tramite il consolidamento dell'osteotomia. Di solito dopo il 30- 45 giorno. A questo punto il cane puo' gradualmente riprendere con l'attivita' fisica. E' molto indicato fare nuotare il cane per 15 min almeno due volte la settimana. Un indicatore del recupero della massa muscolare e' il muscolo bicipite femorale, che e' soggetto ad atrofia da disuso dopo la chirurgia, ma cominciera' a recuperare la forma iniziale. (Slocum e Devine, 1993)

Slocum inoltre elenca 5 criteri per valutare il successo dell'intervento di TPLO ed il pieno recupero dell'arto. Il primo e' il ritorno della funzione di massima flessione dell'articolazione del ginocchio. Cio' si puo' provare facendo il Sit test. In casi molto

gravi dove e' presente artrosi, alcuni soggetti ci hanno messo un anno per poter' effettuare questo movimento.

Il secondo e' il raggiungimento della massa muscolare fisiologica dell'arto operato. Si valuta palpando la massa muscolare sopra la rotula nel cane in stazione. Slocum ritiene che il cane raggiunga questa caratteristica entro 3-4 mesi dopo l'intervento.

Il terzo criterio e' l'assenza d'infiammazione dell'articolazione che dovrebbe avvenire entro i tre mesi dopol'intervento chirurgico. Anche questo stabilito palpando simultaneamente le due articolazioni del ginocchio con il cane in stazione.

Il quarto criterio e' il blocco della progressione dell'osteorrite che confermeremo con le visite radiologiche. Ed infine, come quinto criterio, il ritorno completo del cane alle sue funzioni ed ativita' normali; nel caso di cani da lavoro come cani poliziotto e cani da caccia. (Slocum e Devine, 1993)

14. COMPARAZIONE DELLE TECNICHE CHIRURGICHE TPLO E TTA NELLA CURA DELLA ROTTURA DEL LCCr DEL CANE

La rottura del LCCr nel cane occupa il primo piano nella chirurgia ortopedica del cane per la sua incidenza elevata come patologia e per il successo della tecnica chirurgica nel risolvere la patologia. La tecnica chirurgica che ha maggior successo e' la TPLO che ha un vasto consenso per la maggioranza.

Un'analisi piu' accurata della meccanica del ginocchio ha fatto si che venisse introdotta un'altra tecnica chirurgica che sta suscitando successo nella terapia della rottura del LCCr. Questa tecnica e' la TTA, l'avanzamento della cresta tibiale. Tutte e due le tecniche hanno in comune che il tendine tibiorotuleo alla fine dell'intervento abbia un orientamento di 90 gradi in confronto al piatto tibiale. Per ottenere cio', nella tecnica di TPLO, viene modificata l'inclinazione del piatto tibiale tramite l'osteotomia della tibia prossimale. Nel caso della tecnica TTA, viene spostato il tendine tibiorotuleo mediante osteotomia e riposizionamento della cresta tibiale. In tutti e due i casi l'angolo che viene a formarsi tra il tendine tibiorotuleo e il piatto tibiale e' quasi uguale a 90 gradi.

I vantaggi delle due tecniche verranno valutate basandoci sulle forze del modello attivo e passivo della biomeccanica del ginocchio, spiegato prima e della conformazione anatomica del ginocchio.

Abbiamo voluto valutare se questa tecnica effettivamente risulti in una più rapida esecuzione, con meno rischi pre- e post operatori ed un recupero funzionale più rapido e un arresto dell'artrosi. Per analizzare al meglio le due tecniche e poter valutare questi risultati abbiamo anche introdotto un protocollo di studio dove veniva eseguito un controllo preoperatorio composto da visita ortopedica ed esame radiografico. Inoltre per seguire il follow-up abbiamo ripetuto le visite ortopediche e radiologiche dopo il 30, 60 e 90 giorni. Nel protocollo sono visibili tutti i criteri che vengono valutati. Abbiamo applicato la tecnica a cani con il peso corporeo dai 15 ai 70 kg e di eta' superiore al anno.

15. PROTOCOLLO:

A giorno 0 tutti i soggetti inclusi nello studio saranno sottoposti a:

- anamnesi e valutazione clinica dello stato generale di salute;
- visita ortopedica;
- esecuzione protocollo anestesiologicalo;
- valutazione radiografica;
- intervento chirurgico di TPLO o TTA
- profilassi post-operatoria standardizzata, composta da: un antibiotico (cefadroxil, 20 mg/kg/BID/5gg/PO); un antinfiammatorio/analgesico (carprofen, 3 mg/kg/SID/7gg/PO); un antidolorifico (tramadolo 3 mg/kg/ogni 6 ore/PO), se necessario ed a discrezione del proprietario, per i primi 3 giorni post-intervento;

Dopo l'intervento tutti i cani :

Confinamento post-operatorio, tenendo il cane in ambiente chiuso, asciutto e pulito per un mese, limitandone l'attività fisica a passeggiate al guinzaglio per 6 settimane, e ritornando gradualmente al livello di attività fisica abituale nell'arco dei 2 mesi successivi.

A giorno 30, 60 e 90 tutti i soggetti saranno sottoposti a:

- visita ortopedica;
- esecuzione del protocollo anestesiologicalo;
- esame radiografico;

La visita ortopedica e' stata svolta come descritto nel paragrafo di ESAME CLINICO. Abbiamo stabilito il grado di zoppia, effettuato su tutti i soggetti il sit test, il test di compressione tibiale e la presenza o assenza di versamento articolare.

- ZOPPIA (da Budsberg et al, 2007)

Score	Definizione
1	Stazione e andatura normali
2	Stazione normale, andatura con lieve zoppia
3	Stazione normale, andatura con grave zoppia
4	Stazione anormale, andatura con lieve zoppia
5	Stazione anormale, andatura con grave zoppia

- SIT TEST: positivo o negativo,

- SEGNO DEL CASSETTO CRANIALE (*Cranial Drawer Sign, CrDS*) (Chauvet et al, 1996; Guenego et al, 1997):

Assente o presente in flessione e estensione

TEST DI COMPRESSIONE TIBIALE (TCT)

TIBIAL COMPRESSION TEST (TCT):

positivo o negativo (in flessione ed estensione)

- VERSAMENTO ARTICOLARE: assente o presente.

- Il protocollo anestesilogico per la sedazione del cane e' stato fatto al T0, T30, T60 e T 90. Per l'intervento chirurgico il giorno T0 e' stato fatto il protocollo intero come segnato qui. Nei giorni T30, T60 e T90, e bastato fare la premedicazione per effettuare la visita ortopedica (in sedazione) e l'esame radiologico.

Premedicazione:

MEDETOMIDINA (Domitor[®]): 0.2 mg/kg IM

BUTORFANOLO TARTRATO (Dolorex[®]): 8-10 µg/kg

Induzione:

PROPOFOL (Rapinovel[®]): 1-2 mg/kg

Mantenimento:

ISOFLUORANO (Isoba[®]): 1.5-2 %

Terapia peripoperatoria:

Ringer lattato: 10 ml/kg/h EV

Carprofen (Rimadyl[®]): 4 mg/kg EV (somministrazione preoperatoria, almeno 15 minuti prima dell'inizio della chirurgia)

Cefazolina: 20-25 mg/kg EV (ogni 2 ore)

Fentanil (Fentanest[®]): 2 µg/kg a bolo (se e quando necessario)

- INTERVENTO CHIRURGICO DI TPLO O TTA

- GESTIONE POSTOPERATORIA E RIABILITAZIONE

A tutti i cani è stato assegnato lo stesso protocollo postoperatorio e riabilitazione.

16. CONSIDERAZIONI CHIRURGICHE

La TPLO e' una tecnica chirurgica invasiva dove viene effettuata una dissezione circonferenziale abbondante della parte prossimale della tibia che presenta un potenziale rischio di trauma per le strutture vitali adiacenti della stessa struttura. La quantita' di tessuti molli dissezionati e la limitata copertura della parte prossimale della tibia possono contribuire alla formazione di spazi morti che aumenterebbe il rischio di complicazioni. Per questi motivi, al giorno d'oggi si raccomanda un approccio più conservativo nell'uso della tecnica TPLO. Tuttavia esiste la probabilità che un danno iatrogeno alle strutture vitali avvenga proprio durante l'esecuzione dell'osteotomia della tibia. Altre complicazioni che possono insorgere durante l'intervento di TPLO sono:

- il malposizionamento della linea di osteotomia, che risulterebbe in un'alterazione dell'inclinazione del piatto tibiale conseguente mancata neutralizzazione della spina craniale tibiale. Inoltre creerebbe una cresta tibiale molto assottigliata che aumenterebbe la possibilità di frattura.
- Il posizionamento troppo distale dei pin per la fissazione temporanea del frammento osteotomizzato della tibia prossimale può causare un indebolimento della cresta tibiale con rischio di frattura.
- rottura dei chiodi con perdita di parti metalliche all'interno dell'osso
- il posizionamento intraarticolare delle viti
- il danneggiamento della parete mediale durante il posizionamento dei chiodi per la rotazione del moncone prossimale della tibia.

Altre complicanze:

- l'eccessiva apertura dell'osteotomia,
- la dimenticanza delle garze nella sede di chirurgia,
- posizionamento intraarticolare dei chiodi per il jig,
- danneggiamento del tendine estensore lungo delle dita,
- danneggiamento del LCCa,
- rottura del pin di sostegno e viti applicate sulla linea di osteotomia.

La tecnica TPLO può, se non usata in modo corretto, causare delle alterazioni alla angolazione e rotazione dell'articolazione del ginocchio se l'osteotomia e la sua conseguente fissazione con la placca e viti non viene effettuata in modo corretto. E'

stata documentato anche un ispessimento del legamento tibiorotuleo nel 1-80% dei casi ed altri cambiamenti anatomici come la comparsa della tendinite del tibiorotuleo e il Pivot shift.

La TTA viene considerata da molti una procedura molto più semplice. Per quanto riguarda il trauma dei tessuti molli durante l'incisione iniziale della parte caudale della tibia e' minore di quella della TPLO, siccome manca lo scostamento dei tessuti molli di questa zona per mancanza della osteotomia, che si sposta nella regione craniale, dove e' localizzata la cresta tibiale che verrà isolata ed osteotomizzata. In questa regione e' possibile traumatizzare il tendine dell' estensore lungo delle dita. Gli errori tecnici che possiamo fare durante l'esecuzione dell'intervento possono essere l'osteotomia troppo stretta con il risultato che il pezzo osteotomizzato risulti troppo piccolo. In questo modo non e' possibile usarlo come punto di presa perché c'è poca superficie che può addirittura fratturarsi sotto la pressione della pinza. Oppure il riposizionamento improprio della cresta tibiale che può predisporre la lussazione della rotula. E' importante un corretto posizionamento della placca sulla cresta tibiale distale e l'inclinazione della placca. La placca deve appoggiare bene e la cresta tibiale deve essere spostata cranialmente senza che venga alterato il suo orientamento sul piano sagittale. Ogni spostamento mediale o laterale può risultare in un malallineamento del meccanismo del muscolo quadricipite. Il malposizionamento della placca in senso rostrale alla cresta tibiale o distale sulla diafisi tibiale. Ancora, il malposizionamento della gabbia e il posizionamento intraarticolare della viti. Nel caso della TTA è molto più frequente la possibilità di lesionare il menisco. Si e' suggerito di eseguire il meniscal release.

In tutte e due le tecniche e' possibile la frattura della tibia distale, il cedimento dell'impianto, la rottura della placca e delle viti, l'edema dei tessuti molli, il cedimento delle suture e l'infezione con ematoma e accumulo di pus.

La differenza negli impianti e anche nel materiale. Per le placche di TTA viene usato il titanio, in quelle usate per la TPLO, l'acciaio inossidabile. La placca per la TTA e' molto più sottile e quindi e' molto più facile ricostruire i tessuti molli e coprire meglio l'impianto. Ci sono pochi produttori, tra questi citiamo la Kyon e la Securos. Le placche per la TPLO esistono in vari spessori e modelli, vari produttori come Slocum Enterprises, Fix-in, New Generation Devices, New Rock, Securos, Synthes ecc. Che propongono una scelta più vasta e anche i prezzi variano.

L'apprendimento delle due tecniche può essere paragonato ad una curva, dove per la curva della TTA risulta più corta di quella della curva per la TPLO. La curva rappresenta il tempo di apprendimento in confronto ai risultati ottenuti con l'esercitazione.

17. CONCLUSIONI

Ci sono apparenti vantaggi e svantaggi delle due tecniche. La TTA può essere usata per correggere le forze femoro-tibiali in questo modo può stabilizzare l'articolazione del ginocchio, senza dover'alterare la geometria del ginocchio e una distribuzione più omogenea delle forze di pressione sulla cartilagine. Per alcuni chirurghi è una procedura meno invasiva, ma per alcuni la TPLO, effettuata in modo meno invasivo (incisione più piccola, e non uso del JIG) non risulta più invasiva della TTA.

Inoltre per molti la TPLO e' una tecnica molto versatile in caso di eccessiva inclinazione del piatto tibiale e altre patologie come deformità rotazionali e angolari degli arti con conseguente lussazione della rotula. Se la lussazione non e' causata da questi, allora la TTA e' l'intervento di scelta.

Il peso del paziente e' un altro fattore importante. L'ampia scala di misura e i modelli delle placche per la TPLO giocano a favore per questa tecnica siccome possono essere usate anche nei casi più estremi ed e' molto più facile trovare una placca che si adatti al meglio a seconda della mole del cane. In certi casi, consigliano di usare addirittura due placche se il cane ha un peso elevato. Una limitazione nell'uso della placca per la TTA e' l'apertura dell' osteotomia sopra i 12 mm che non e' possibile siccome non e' in produzione la gabbietta di tale dimensione. Si potrebbe ottenere un ulteriore distanziamento posizionando la gabbia più distalmente, ma e' molto rischioso, siccome la cresta tibiale soggetta a maggiore stress potrebbe fratturarsi. In questi casi si e' innestato del tessuto osseo autologo.

I costi dell'intervento variano a seconda degli impianti che vengono usati, ma sono leggermente più alti per la TTA, dove in caso di uso di osso artificiale, questo salirà ancora. La curva di apprendimento risulta più corta per la TTA, siccome le procedure durante l'intervento e gli aspetti tecnici sono minori.

Ma comunque la decisione finale aspetta al chirurgo che appoggiando sì alla propria esperienza valuterà lo stato dell'animale e sceglierà la tecnica più appropriata. Aumentando il numero di tecniche chirurgiche il chirurgo può affrontare al meglio la cura della patologia, basandosi sul presupposto che tutti gli animali sono pazienti unici, e non abbiamo una situazione identica che si ripete, ma delle variazioni più lievi (esempio varie inclinazioni del piatto tibiale) e più gravi (variazioni di rotazione e angolo dell'articolazione) della patologia, in questo caso la rottura del LCCr. Questi casi possono essere trattati con varie tecniche per favorire una guarigione più rapida

e nel miglior interesse del paziente e del proprietario. Per questo va capito quale tecnica chirurgica va usata in quale circostanza. La nostra esperienza degli ultimi anni riguarda solo la tecnica di TPLO; solo recentemente abbiamo iniziato con la tecnica TTA e riteniamo che possa essere una tecnica altrettanto interessante. Solamente l'acquisizione di maggiori esperienze ci consentirà un giudizio comparativo definitivo. Comunque, come per altre patologie ciascun chirurgo è in grado di ottenere i risultati migliori utilizzando la tecnica che meglio conosce. Fino ad oggi esistono pochi studi sperimentali e clinici, specialmente della TTA, che ci possono aiutare a capire al meglio quando preferire e usare una delle due tecniche. Sapendo i punti deboli, i rischi ed i vantaggi di queste due tecniche, sarà una discrezione del chirurgo usarle e documentare i risultati. In questo modo, avendo una casistica più ampia, potremmo capire meglio questo dilemma; TPLO o TTA?

18. BIBLIOGRAFIA

1. Akerblom S, Sjostrom L. Evaluation of clinical, radiographical and cytological findings compared to arthroscopic findings in shoulder joint lameness in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2007;20(2):136-41
2. Arnoczky, S. P., e Marshall, J.L.: The cruciate legaments of the canine stifle joint, *Am. J. Vet. Res.*, 38:1807.1997
3. Ayrat X, Dougados M, Listrat V, Bonvarlet JP, Simonnet J, Amor B. Arthroscopic evaluation of chondropathy in osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 1996; 23(4): 698-706
4. Ayrat X, Mackillop N, genant HK, Kirkpatrick J, Beaulieu A et al. Arthroscopic evaluation of potential structure-modifying drug in osteoarthritis of the knee. A multicenter, randomized, double-blind comparison of tenidap sodium vs piroxicam. *Osteoarthritis Cartilage* 2003; 11(3): 198-207
5. Ballagas AJ, Montgomery RD, Henderson RA, Gillette R. Pre- and postoperative force plate analysis of dogs with experimentally transected cranial cruciate ligaments treated using tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Surg.* 2004 Mar-Apr;33(2):187-90.
6. Barone, Robert: *Anatomia comparative dei mammiferi domestici*, Vol. 2°-parte I *Artrologia*. Edagricole
7. Bell JC, Ness MG. Does use of a jig influence the precision of tibial plateau leveling osteotomy surgery? *Vet Surg.* 2007 Apr;36(3):228-33.
8. Bergh MS, Rajala-Schultz P, Johnson KA. Risk factors for tibial tuberosity fracture after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *Vet Surg.* 2008 Jun;37(4):374-82.

9. Boudrieau RJ, McCarthy RJ, Sprecher CM, Künzler TP, Keating JH, Milz S. Material properties of and tissue reaction to the Slocum TPLO plate. *Am J Vet Res.* 2006 Jul;67(7):1258-65.
10. Bojrab MJ, Ellison GW, Slocum B. *Tecnica chirurgica, 2- Chirurgia ortopedico-traumatologica: rachide, scheletro appendicolare*, 1131-1157, UTET 2001.
11. Bojrab MJ *Le basi patogenetiche delle malattie chirurgiche nei piccoli animali*, Giraldi
12. Boudrieau RJ. Tibial plateau leveling osteotomy or tibial tuberosity advancement? Boudrieau RJ. *Vet Surg.* 2009 Jan;38(1):1-22. Review.
13. Burns CG, Boudrieau RJ. Modified tibial tuberosity advancement procedure with tuberosity advancement in excess of 12 mm in four large breed dogs with cranial cruciate ligament-deficient joints. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2008;21(3):250-5.
14. Brommer H, Rijkenhuizen AB, Brama PA, Barneveld A, van Weeren PR. Accuracy of diagnostic arthroscopy for the assessment of cartilage damage in the equine metacarpophalangeal joint. *Equine Vet J* 2004; 36(4): 331-5
15. Bruce WJ, Rose A, Tuke J, Robins GM Evaluation of the triple tibial osteotomy. A new technique for the management of the canine cruciate-deficient stifle. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2007;20(3):159-68.
16. Budsberg SC, Bergh MS, Reynolds LR, Streppa HK. Evaluation of pentosan polysulfate sodium in the postoperative recovery from cranial cruciate injury in dogs: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *Veterinary Surgery* 2007; 36: 234-244

17. Buote N, Fusco J, Radasch R. Age, tibial plateau angle, sex, and weight as risk factors for contralateral rupture of the cranial cruciate ligament in labradors. *Vet Surg.* 2009 Jun;38(4):481-9.
18. Carey K, Aiken SW, DiResta GR, Herr LG, Monette S. Radiographic and clinical changes of the patellar tendon after tibial plateau leveling osteotomy 94 cases (2000-2003). *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2005;18(4):235-42.
19. Caylor KB, Zumpano CA, Evans LM, Moore RW. Intra- and interobserver measurement variability of tibial plateau slope from lateral radiographs in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2001 May-Jun;37(3):263-8.
20. Charles AE, Ness MG. Crevice corrosion of implants recovered after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *Vet Surg.* 2006 Jul;35(5):438-44.
21. Chailleux N, Lussier B, De Guise J, Chevalier Y, Hagemester N. In vitro 3-dimensional kinematic evaluation of 2 corrective operations for cranial cruciate ligament-deficient stifle. *Can J Vet Res.* 2007 Jul;71(3):175-80.
22. Conzemius MG, Evans RB, Besancon MF, Gordon WJ, Horstman CL, Hoefle WD, Nieves MA, Wagner SD. Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 2005 Jan 15;226(2):232-6.
23. Corr SA, Brown C. A comparison of outcomes following tibial plateau levelling osteotomy and cranial tibial wedge osteotomy procedures. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2007;20(4):312-9.

24. Dougados M, Ayrat X, Listrat V, Gueguen A, Bahuaud J et al. The SFA system for assessing articular cartilage lesions at arthroscopy of the knee. *Arthroscopy* 1994; 10(1): 69-77
25. Duerr FM, Duncan CG, Savicky RS, Park RD, Egger EL, Palmer RH. Comparison of surgical treatment options for cranial cruciate ligament disease in large-breed dogs with excessive tibial plateau angle. *Vet Surg.* 2008 Jan;37(1):49-62.
26. Farrell M, Calvo I, Clarke SP, Barron R, Courcier E, Carmichael S. Ex vivo evaluation of the effect of tibial plateau osteotomy on the proximal tibial soft tissue envelope with and without the use of protective gauze sponges. *Vet Surg.* 2009 Jul;38(5):636-44.
27. Fettig AA, Rand WM, Sato AF, Solano M, McCarthy RJ, Boudrieau RJ. Observer variability of tibial plateau slope measurement in 40 dogs with cranial cruciate ligament-deficient stifle joints. *Vet Surg.* 2003 Sep-Oct;32(5):471-8
28. Gnudi G., Bertoni G.: Radiographic and echographic examination of the stifle joint affected by cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet Radiol & Ultrasound*, 40 (5), 558, 1999.
29. Grierson J, Sanders M, Guitan J, Pead M. Comparison of anatomical tibial plateau angle versus observer measurement from lateral radiographs in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2005;18(4):215-9.

30. Guastella DB, Fox DB, Cook JL. Tibial plateau angle in four common canine breeds with cranial cruciate ligament rupture, and its relationship to meniscal tears. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2008;21(2):125-8.
31. Haaland PJ, Sjöström L. Luxation of the long digital extensor tendon as a complication to Tibial Plateau Levelling Osteotomy. A presentation of four cases. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2007;20(3):224-6
32. Harasen GL, Simko E. Histiocytic sarcoma of the stifle in a dog with cranial cruciate ligament failure and TPLO treatment. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2008;21(4):375-7.
33. Headrick J, Cook J, Helphrey M, Crouch D, Fox D, Schultz L, Cook C, Kunkel J. A novel radiographic method to facilitate measurement of the tibial plateau angle in dogs. A prospective clinical study. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2007;20(1):24-8.
34. Hoelzler MG, Harvey RC, Lidbetter DA, Millis DL. Comparison of perioperative analgesic protocols for dogs undergoing tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Surg.* 2005 Jul-Aug;34(4):337-44.
35. Hoffer MJ, Griffon DJ, Schaeffer DJ, Johnson AL, Thomas MW. Clinical applications of demineralized bone matrix: a retrospective and case-matched study of seventy-five dogs. *Vet Surg.* 2008 Oct;37(7):639-47.
36. Hoffmann DE, Miller JM, Ober CP, Lanz OI, Martin RA, Shires PK. Tibial tuberosity advancement in 65 canine stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2006;19(4):219-27.
37. Jandi AS, Schulman AJ. Incidence of motion loss of the stifle joint in dogs with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture surgically treated with tibial

plateau leveling osteotomy: longitudinal clinical study of 412 cases. *Vet Surg.* 2007 Feb;36(2):114-21.

38. Jerram RM, Walker AM, Warman CG. Proximal tibial intraarticular ostectomy for treatment of canine cranial cruciate ligament injury. *Vet Surg.* 2005 May-Jun;34(3):196-205.

39. Johnson JM, Johnson AL. Cranial cruciate ligament rupture. Pathogenesis, diagnosis and postoperative rehabilitation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1993; 23(4): 717-33

40. Kennedy SC, Dunning D, Bischoff MG, Kuriashkin IV, Pijanowski GJ, Schaeffer DJ. The effect of axial and abaxial release on meniscal displacement in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2005;18(4):227-34.

41. Kergosien DH, Barnhart MD, Kees CE, Danielson BG, Brouman JD, DeHoff WD, Schertel ER. Radiographic and clinical changes of the tibial tuberosity after tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Surg.* 2004 Sep-Oct;33(5):468-74.

42. Kim SE, Pozzi A, Kowaleski MP, Lewis DD. Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Vet Surg.* 2008 Feb;37(2):111-25. Review.

43. Kim SE, Pozzi A, Banks SA, Conrad BP, Lewis DD. Effect of tibial plateau leveling osteotomy on femorotibial contact mechanics and stifle kinematics. *Vet Surg.* 2009 Jan;38(1):23-32.

44. Kipfer NM, Tepic S, Damur DM, Guerrero T, Hässig M, Montavon PM. Effect of tibial tuberosity advancement on femorotibial shear in cranial cruciate-deficient stifles. An in vitro study. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2008;21(5):385-90.

45. Kloc PA 2nd, Kowaleski MP, Litsky AS, Brown NO, Johnson KA. Biomechanical comparison of two alternative tibial plateau leveling osteotomy plates with the original

standard in an axially loaded gap model: an in vitro study. *Vet Surg.* 2009 Jan;38(1):40-8.

46. Kowaleski MP, Apelt D, Mattoon JS, Litsky AS. The effect of tibial plateau leveling osteotomy position on cranial tibial subluxation: an in vitro study. *Vet Surg.* 2005 Jul-Aug;34(4):332-6.

47. Lackowski WM, Vasilyeva YB, Crooks RM, Kerwin SC, Hulse DA. Microchemical and surface evaluation of canine tibial plateau leveling osteotomy plates. *Am J Vet Res.* 2007 Aug;68(8):908-16.

48. Lafaver S, Miller NA, Stubbs WP, Taylor RA, Boudrieau RJ. Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint: surgical technique, early results, and complications in 101 dogs. *Vet Surg.* 2007 Aug;36(6):573-86.

49. Lazar TP, Berry CR, deHaan JJ, Peck JN, Correa M. Long-term radiographic comparison of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular stabilization for cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet Surg.* 2005 Mar-Apr;34(2):133-41.

50. Lee JY, Kim JH, Lee WG, Han TS, Cho K, Han HJ, Kang SS, Kim G, Choi SH. Scintigraphic evaluation of TPLO and CTWO in canine osteoarthritis. *In Vivo.* 2007 Sep-Oct;21(5):855-9.

51. Lee JY, Kim G, Kim JH, Choi SH. Kinematic gait analysis of the hind limb after tibial plateau levelling osteotomy and cranial tibial wedge osteotomy in ten dogs. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.* 2007 Dec;54(10):579-84.

52. Leitner M, Pearce SG, Windolf M, Schwieger K, Zeiter S, Schawalder P, Johnson KA. Comparison of locking and conventional screws for maintenance of tibial plateau

positioning and biomechanical stability after locking tibial plateau leveling osteotomy plate fixation. *Vet Surg.* 2008 Jun;37(4):357-65.

53. Lineberger JA, Allen DA, Wilson ER, Tobias TA, Shaiken LG, Shiroma JT, Biller DS, Lehenbauer TW. Comparison of radiographic arthritic changes associated with two variations of tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2005;18(1):13-7.

54. Mattern KL, Berry CR, Peck JN, De Haan JJ. Radiographic and ultrasonographic evaluation of the patellar ligament following tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Radiol Ultrasound.* 2006 Mar-Apr;47(2):185-91.

55. Martini, Filippo Maria: *Patologie articolari nel cane e nel gatto.* Poletto editore. 2006

56. Miller JM, Shires PK, Lanz OI, Martin RA, Grant JW. Effect of 9 mm tibial tuberosity advancement on cranial tibial translation in the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle. *Vet Surg.* 2007 Jun;36(4):335-40.

57. Moeller EM, Cross AR, Rapoff AJ. Change in tibial plateau angle after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *Vet Surg.* 2006 Jul;35(5):460-4.

58. Monk ML, Preston CA, McGowan CM. Effects of early intensive postoperative physiotherapy on limb function after tibial plateau leveling osteotomy in dogs with deficiency of the cranial cruciate ligament. *Am J Vet Res.* 2006 Mar;67(3):529-36.

59. Mortellaro CM, Miolo A. Approccio medico combinato all'artrosi del cane. *Veterinaria* 2004; 18(3): 9-19

60. Myers SL, Brandt KD, Albrecht ME. Synovial fluid glycosaminoglycan concentration does not correlate with severity of chondropathy or predict progression of osteoarthritis in a canine cruciate deficiency model. *J Rheumatol* 2000; 27(3): 753-63

61. Pacchiana PD, Morris E, Gillings SL, Jessen CR, Lipowitz AJ. Surgical and postoperative complications associated with tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 397 cases (1998-2001). *J Am Vet Med Assoc.* 2003 Jan 15;222(2):184-93.
62. Pozzi A, Kowaleski MP, Apelt D, Meadows C, Andrews CM, Johnson KA. Effect of medial meniscal release on tibial translation after tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Surg* 2006; 35(5): 486-494
63. Pozzi A, Litsky AS, Field J, Apelt D, Meadows C, Johnson KA. Pressure distributions on the medial tibial plateau after medial meniscal surgery and tibial plateau levelling osteotomy in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2008;21(1):8-14.
64. Priddy NH 2nd, Tomlinson JL, Dodam JR, Hornbostel JE. Complications with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997-2001). *J Am Vet Med Assoc.* 2003 Jun 15;222(12):1726-32.
65. Rayward RM, Thomson DG, Davies JV, Innes JF, Whitelock RG. Progression of osteoarthritis following TPLO surgery: a prospective radiographic study of 40 dogs. *J Small Anim Pract.* 2004 Feb;45(2):92-7.
66. Robinson DA, Mason DR, Evans R, Conzemius MG. The effect of tibial plateau angle on ground reaction forces 4-17 months after tibial plateau leveling osteotomy in Labrador Retrievers. *Vet Surg.* 2006 Apr;35(3):294-9.
67. Schmerbach KI, Boeltzig CK, Reif U, Wieser JC, Keller T, Grevel V. In vitro comparison of tibial plateau leveling osteotomy with and without use of a tibial plateau leveling jig. *Vet Surg.* 2007 Feb;36(2):156-63.

68. Shahar R, Milgram J. Biomechanics of tibial plateau leveling of the canine cruciate-deficient stifle joint: a theoretical model. *Vet Surg.* 2006 Feb;35(2):144-9.
69. Slocum B, Slocum TD. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1993; 23(4): 777-795
70. Smith GN, Mickler EA, Albrecht ME, Myers SL, Brandt KD. Severity of medial meniscus damage in the canine knee after anterior cruciate ligament transection. *Osteoarthritis Cartilage* 2002; 10(4): 321-6
71. Stauffer KD, Tuttle TA, Elkins AD, Wehrenberg AP, Character BJ. Complications associated with 696 tibial plateau leveling osteotomies (2001-2003). *J Am Anim Hosp Assoc.* 2006 Jan-Feb;42(1):44-50.
72. Stein S, Schmoekel H. Short-term and eight to 12 months results of a tibial tuberosity advancement as treatment of canine cranial cruciate ligament damage. *J Small Anim Pract.* 2008 Aug;49(8):398-404. Epub 2008 Jul 10.
73. Straw M. What is your diagnosis? Fracture/implant-associated osteosarcoma following TPLO procedures. *J Small Anim Pract.* 2005 Sep;46(9):457-9.
74. Talaat MB, Kowaleski MP, Boudrieau RJ. Combination tibial plateau leveling osteotomy and cranial closing wedge osteotomy of the tibia for the treatment of cranial cruciate ligament-deficient stifles with excessive tibial plateau angle. *Vet Surg.* 2006 Dec;35(8):729-39.
75. Tepic S, Montavon PM: Is cranial tibial advancement relevant in the cruciate deficient stifle? Proceedings of the 12th ESVOT Congress, Munich

Germany, September 2004, pp132–133.

76. Thieman KM, Tomlinson JL, Fox DB, Cook C, Cook JL. Effect of meniscal release on rate of subsequent meniscal tears and owner-assessed outcome in dogs with cruciate disease treated with tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Surg*. 2006 Dec;35(8):705-10.

77. Tuttle TA, Manley PA. Risk factors associated with fibular fracture after tibial plateau leveling osteotomy. *Surg*. 2009 Apr;38(3):355-60.

78. Vasseur PB. Clinical results following non operative management for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *Vet Surg* 1984; 13: 243-251

79. Vasseur PB, Berry CR. Progression of stifle osteoarthritis following reconstruction of the cranial cruciate ligament in 21 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1992; 28: 129-136

80. Vettorato E, Zonca A, Isola M, Villa R, Gallo M, Ravasio G, Beccaglia M, Montesissa C, Cagnardi P. Pharmacokinetics and efficacy of intravenous and extradural tramadol in dogs. *Vet J*. 2009 Jan 10

81. Whitehair JG, Vasseur PB, Willits NH. Epidemiology of cranial cruciate ligament rupture in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1993; 203(7): 1016-1019

82. Windolf M, Leitner M, Schwieger K, Pearce SG, Zeiter S, Schneider E, Johnson KA. Accuracy of fragment positioning after TPLO and effect on biomechanical stability. *Vet Surg*. 2008 Jun;37(4):366-73.