



UNIVERSITA' DI PISA

Corso di Laurea Magistrale in Medicina Veterinaria

***Valutazione radiografica della posizione
rotulea verticale nel cane:
implicazioni nella scelta degli interventi
correttivi in corso di lussazione
rotulea***

Candidato: Paludi Giuseppe

Relatori: Prof. Modenato Mario

Prof.ssa Citi Simonetta

ANNO ACCADEMICO 2006-2007

*Ai miei cari nonni
Giuseppe e Paolo
Sempre qui nel mio cuore*

RIASSUNTO

Parole chiave: Cane, lussazione rotulea, patella alta.

La lussazione di rotula nel cane è una patologia displasica dell'articolazione del ginocchio. Essendo una patologia importante dello sviluppo osseo relativamente frequente nel cane, è stata ampiamente studiata, così come sono stati studiati i vari approcci terapeutici, sia di tipo conservativo che chirurgico. Gli studi presenti in letteratura veterinaria sono abbondanti per quanto riguarda i problemi relativi all'allineamento dell'arto posteriore, mentre sono ancora scarsi per quanto riguarda la caratterizzazione della posizione rotulea verticale, che si può rivelare utile per la successiva correzione chirurgica, e sono stati effettuati solo su soggetti di grossa taglia. Scopo del nostro studio è quello di verificare se anche in soggetti di media taglia i parametri proposti sono applicabili. Nella prima parte del lavoro sono stati effettuati studi radiografici preliminari su cadaveri di animali deceduti per patologie non connesse all'apparato muscolo scheletrico, allo scopo di verificare che i punti di misurazione fossero fissi e reali; si è quindi proceduto all'applicazione dell'esperienza maturata ai casi di soggetti in cui era clinicamente esclusa la lussazione di rotula e soggetti che presentavano lussazione di rotula. Sono stati quindi identificati i valori relativi alla posizione verticale della rotula, correlandoli all'incidenza delle lussazione.

ABSTRACT

Key words: Dog, patellar luxation, high-riding patella

Patellar luxation in the dog is a dysplastic pathology of the stifle. Since it is an important and frequent developmental bony pathology in the dog, it is plentifully studied, and many therapeutic approaches, whether non surgical or surgically, are developed. There are a lot of studies in veterinarian literature about hindlimb alignment, while literature is lacking about vertical patellar position characterization, indagated only for large breed dogs, that can be useful for the following surgical correction. The purpose of this study is to verify if also in medium breed dogs the proposed parameters are applicable. In the first part of the study preliminary radiographic studies were performed on animals cadavers deceased for not related orthopaedic pathologies, to verify that measurement points were fixed and real; then the matured experience has been applied to some clinical cases, in subjects that do not show any clinical patellar luxation and in subjects with clinical patellar luxation diagnosis. The values about vertical patellar position were identified and correlate to patellar luxation incidence.

Indice

Indice.....	VI
Introduzione.....	1
Capitolo 1 – Parte generale.....	5
<i>Anatomia e fisiologia</i>	5
<i>Biomeccanica del ginocchio</i>	18
<u>Modello tradizionale</u>	18
<u>Modello attivo</u>	25
<i>Meccanismo estensore del ginocchio</i>	30
<i>La lussazione di rotula</i>	34
<u>Classificazione</u>	35
<u>Anomalia muscolo scheletriche associate</u>	38
<u>Diagnosi</u>	49
<u>Trattamento</u>	51
Capitolo 2 – Medicina umana.....	56
<i>Storia della misurazione della posizione verticale della rotula in medicina umana</i>	56
Capitolo 3 – Medicina veterinaria.....	74
<i>Misurazione della posizione verticale della rotula in medicina veterinaria</i>	74
Capitolo 4 – Lavoro sperimentale su cadaveri.....	79

<i>Introduzione al lavoro</i>	79
<i>Lavoro preliminare</i>	81
<u>Materiali e metodi</u>	81
<u>Risultati</u>	88
Capitolo 5 – Studio radiografico.....	92
<i>Materiali e metodi</i>	92
<i>Analisi dei dati raccolti</i>	98
Capitolo 6 – Discussione.....	114
Capitolo 7 – Conclusioni.....	121
Bibliografia.....	124
Ringraziamenti.....	131

INTRODUZIONE

La lussazione di rotula è una patologia di riscontro relativamente comune nella pratica clinica, in cani sia di piccola che di grossa taglia; la sua comparsa è indice di alterazione della biomeccanica dell'arto, sia perché ne può essere conseguenza, sia perché essa stessa determina una modifica della funzionalità dell'arto. Molti aspetti fisiopatologici di tale patologia sono stati presi in esame, e abbondante è la letteratura in ambito veterinario per quanto riguarda la correlazione tra tipo di patologia (mediale o laterale), grado di lussazione e percentuali di incidenza nelle varie razze o categorie di peso dei soggetti. Negli ultimi anni si sta facendo avanti l'idea che, in un certo qual modo, un'altra patologia definita come "Patella Alta", ovvero la dislocazione prossimale della rotula rispetto alla troclea femorale, possa essere correlata all'incidenza della lussazione rotulea nel cane.

La revisione della letteratura nell'ambito della medicina umana evidenzia che, già a partire dal lontano 1899, epoca in cui per la

prima volta si parlò di “Patella Alta”, tale alterazione era stata messa in relazione alla lussazione rotulea; l’ipotesi trovò conferma nel 1930, epoca in cui emersero i primi studi sulla caratterizzazione della posizione rotulea verticale, utili per la successiva correzione chirurgica in soggetti in cui era clinicamente diagnosticata lussazione di rotula.

In medicina veterinaria l’interesse per questo argomento è cresciuto dal momento in cui Johnson et al nel 2002, e in un successivo studio del 2006, pubblicano il loro risultati ottenuti esaminando retrospettivamente cani di grossa taglia, sulla base di un metodo importato dalla medicina umana ed opportunamente riadattato.

Per quanto quindi nella pratica clinica sia entrata nella routine la valutazione morfofunzionale dell’arto posteriore per confermare la diagnosi e pianificare la terapia della lussazione di rotula, l’aspetto inerente la caratterizzazione della posizione rotulea verticale non è ancora stato preso in considerazione.

Infatti, fra le diverse opzioni chirurgiche proposte per la correzione della lussazione, che vanno dai semplici interventi di solcoplastica ai più invasivi riallineamenti dell'arto per restaurare una corretta biomeccanica articolare, trova ampio spazio e quasi costante collocazione la trasposizione della tuberosità tibiale. In genere questa viene eseguita in direzione mediale o laterale, per risolvere i difetti più lievi di allineamento spostando l'asse funzionale del quadricipite in direzione opposta a quella della lussazione. In alcuni casi però la lussazione non ha una direzione unica, ma si presenta essenzialmente come instabilità bilaterale, ovvero sia mediale che laterale, talvolta con una prevalenza di direzione. In questi casi alcuni Autori hanno proposto la trasposizione distale della tuberosità tibiale che, se ha un senso biomeccanico, non ha però un riscontro anatomico codificato. L'ipotesi è che in questi casi ci si trovi di fronte ad una "Patella alta", che predispone all'instabilità rotulea.

Si rende necessario perciò un lavoro che possa portare alla descrizione di un protocollo diagnostico pre-chirurgico in grado di poter valutare con adeguata precisione non solo l'allineamento dell'arto, ma anche la necessità eventuale di ricorrere ad una trasposizione distale della tuberosità tibiale in soggetti affetti da lussazione rotulea.

Questo studio propone quindi di verificare che il metodo di misurazione per la caratterizzazione della posizione rotulea verticale descritto in letteratura sia applicabile anche ai soggetti di piccola e media taglia, di rielaborare i dati ottenuti, e verificare tali dati con l'incidenza della lussazione rotulea; i risultati saranno valutati per stabilire se esistono i presupposti per ottenere indicazioni utili per la scelta dei successivi metodi correttivi da applicare.

Capitolo 1 – Parte generale

ANATOMIA E FISIOLOGIA

L'impalcatura scheletrica dell'arto pelvico canino è composta, in senso prossimo-distale, dal coxale (formato da ileo, ischio e pube), dal femore, dalla rotula, dalla tibia e dalla fibula, dalle ossa del tarso (astragalo, calcaneo, cuboide, centrale, cuneiformi mediale, intermedio e laterale), dei metatarsali e delle falangi. Su ciascuna componente scheletrica viene applicato un sistema di riferimento basato su tre piani: sagittale, trasverso e frontale. Il piano sagittale è orientato sulla lunghezza dell'osso, dividendone le porzioni mediale e laterale. I piani trasversi, o assiali, formano con il precedente e con l'asse longitudinale dell'osso un angolo di 90°, presentando quindi una faccia prossimale ed una distale; perpendicolare al sagittale ed agli assiali e l'ultimo piano, quello frontale o coronale, che ha quindi le proprie superfici rivolte

cranialmente e caudalmente. Le strutture anatomiche responsabili del corretto funzionamento dell'articolazione femoro-tibio-rotulea sono molteplici, e comprendono sia tessuti duri che molli.

L'articolazione del ginocchio o articolazione femoro-tibio-rotulea è composta dalle articolazioni femoro-rotulea, che assicura il rapporto della patella con la troclea femorale, e femoro-tibiale, che mette in connessione i condili femorali con l'estremità prossimale della tibia. Le due componenti sono, però, interdipendenti perché la rotula è strettamente connessa alla tibia da tessuto legamentoso, cosicché ogni movimento fra femore e tibia comporta un movimento fra rotula e femore; la corretta interazione fra di esse garantisce l'efficienza meccanica necessaria per la flessione ed estensione dell'arto.¹⁶

L'articolazione è quindi classificata come una diartrosi complessa che permette i movimenti di flessione ed estensione, così come quelli assiali e laterali; anche se per considerarla tale dobbiamo tenere presente che la superficie, altrimenti piatta, di ogni condilo

tibiale è trasformata in cavità glenoidea perfettamente modellata sul condilo femorale da due dischi fibrocartilaginei, i menischi articolari.²⁶

L'epifisi distale del femore è costituita dai due condili leggermente obliqui, che sporgono caudalmente delimitando la fossa intercondiloidea, la quale si presenta ampia e rugosa; essa riceve l'omonima eminenza tibiale e dà attacco a numerosi legamenti. Entrambi i condili presentano sul loro margine prossimale, in posizione caudale, una superficie articolare per le ossa sesamoidee del muscolo gastrocnemio. Le due labbra della troclea femorale raggiungono prossimalmente il medesimo livello e delimitano il solco o fossa trocleare, che, in condizioni fisiologiche, accoglie la rotula; prossimalmente il solco termina in una piccola depressione definita fossa soprapatellare. La superficie laterale, non articolare, di ciascun condilo è detta epicondilo e si presenta rugosa con una fossa ed un tubercolo legamentoso poco evidenti. Sul bordo distale del condilo laterale è

distinguibile la fossa estensoria e più caudalmente la fossetta del muscolo popliteo. La rotula o patella è un osso sesamoideo accolto nello spessore del tendine del muscolo quadricipite; situata cranialmente al femore distale è contenuta nel solco trocleare del femore. Si presenta di forma ovalare, schiacciata in senso cranio-caudale, con faccia craniale convessa e superficie caudale articolare a forma di sella; la base è più appuntita dell'apice distale. Essa presenta tre appendici fibro-cartilaginee: le fibrocartilagini soprapatellare e parapatellari, mediale e laterale. Le ossa sesamoidee dei muscoli gastrocnemi o ossicini del Vesalio o fabelle sono alloggiate nell'inserzione tendinea dei muscoli gemelli della gamba; ognuna di esse è in contatto con la faccia articolare sesamoidea, laterale o mediale, del corrispondente condilo femorale. Latero-caudalmente alla testa del perone, accolto nel tendine del muscolo popliteo, si trova il piccolo sesamoideo accessorio, che prende rapporto con il menisco laterale. L'epifisi prossimale della tibia presenta due

superfici articolari quasi pianeggianti, dette condili tibiali, uno laterale ed uno mediale, destinati all'articolazione con i condili femorali. I condili della tibia sono separati da un rilievo mediano, l'eminenza intercondiloidea, che presenta due tubercoli, di cui il laterale è più esteso prossimalmente. I limiti fra i condili sono segnati causalmente dall'incisura poplitea, e cranialmente dalla tuberosità tibiale. Sul margine laterodistale del condilo laterale esiste una fossetta adibita all'articolazione con la testa della fibula.^{4, 26}

L'articolazione femoro-tibiale è parzialmente occupata dai menischi, che hanno la funzione di migliorare la congruenza della superfici articolari e assorbire le forze compressive che attraversano l'articolazione. Sono due strutture fibrocartilaginee a forma di "C" con il margine interno concavo e sottile, e margine esterno convesso e piuttosto spesso; la faccia prossimale, rivolta verso il femore, è concava, mentre quella distale, in contatto con

la tibia, è piana al pari della superficie articolare di quest'ultima (Fig. 1).

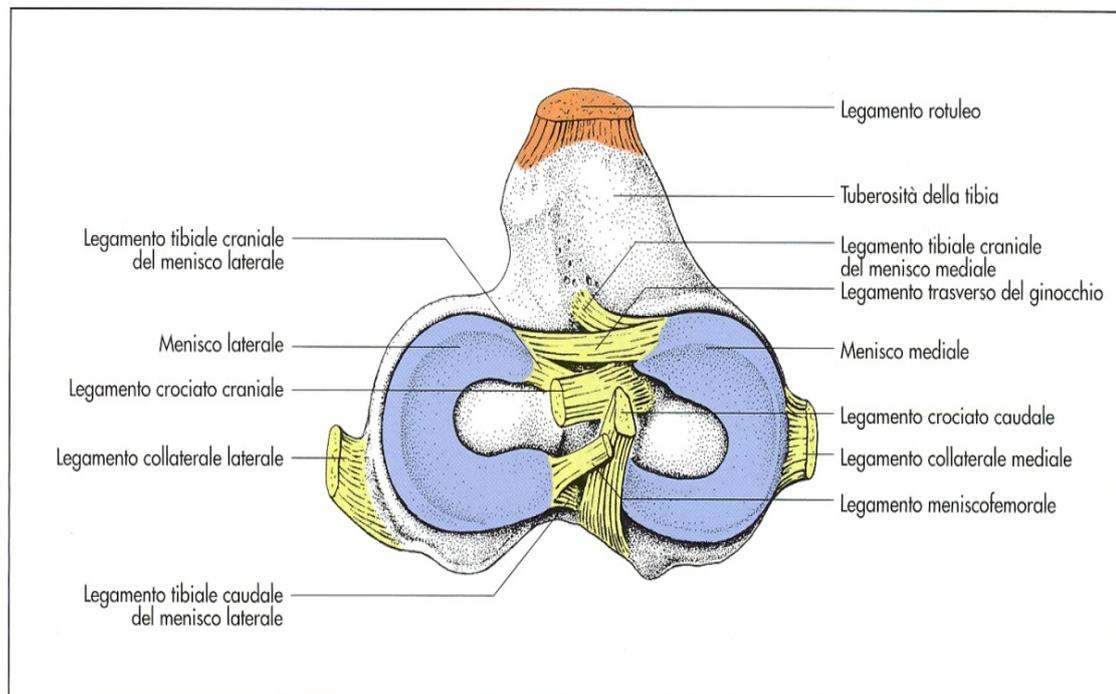


Figura 1 (Cerveny 1980)

I principali mezzi di sostegno del ginocchio sono:

- La capsula articolare, che consta di tre sacchi intercomunicanti, due dei quali si trovano lateralmente e medialmente ai condili femorali e tibiali; il terzo, patellare, si stacca dalla fibro-cartilagine parapatellare per inserirsi a

pochi centimetri dalla troclea e prossimamente si estende per due centimetri sotto il tendine tibio-rotuleo

- I legamenti femoro-tibiali, che sono quattro e svolgono un ruolo di primo ordine nella stabilità e funzionalità articolare. Il legamento crociato anteriore (LCA) è intrarticolare ed origina dalla faccia caudo-mediale del condilo laterale del femore per inserirsi, con direzione craniomediale, nell'area intercondiloidea craniale del plateau tibiale (Fig. 2). Il legamento crociato caudale (LCP) è anch'esso intrarticolare ed origina dalla superficie laterale del condilo mediale del femore per inserirsi nell'area intercondiloidea caudale e nell'incisura poplitea della tibia; è nettamente più lungo e più resistente del craniale (Fig.2).

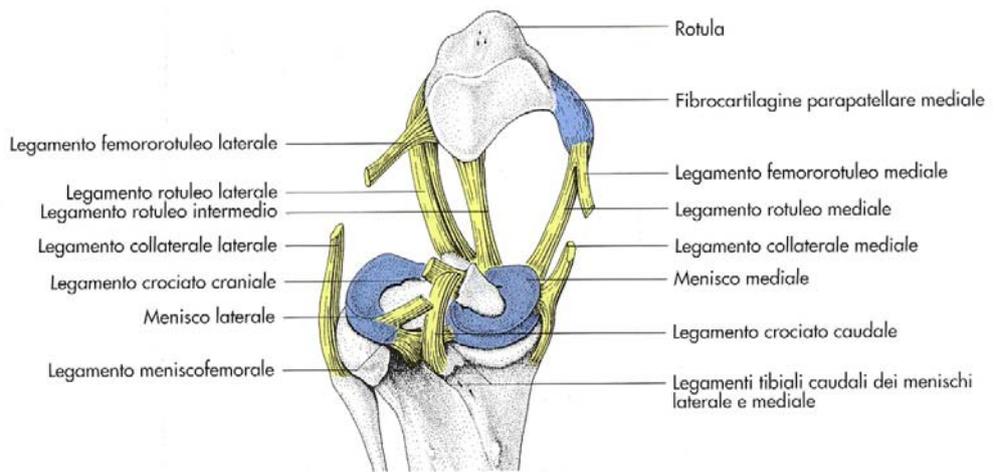


Figura 2 (Ghetie 1967)

- Il legamento collaterale laterale (LCL) origina dall'epicondilo laterale del femore e si inserisce sulla testa della fibula con qualche fibra che va fino al condilo laterale dell'adiacente tibia e decorre distalmente per incrociarsi con il tendine del muscolo popliteo.
- Il legamento collaterale mediale (MCL) origina dall'epicondilo mediale del femore e si inserisce sul margine mediale della tibia appena distalmente al condilo mediale tibiale; al contrario del laterale (LCL) si presenta fuso con la capsula articolare ed il menisco mediale.

- I legamenti femoro-rotulei o retinacoli della patella, laterale e mediale, sono delle strette bande di fibre lasse che si fondono parzialmente con la fascia lata; il laterale va dal margine laterale della rotula all'ossicino del Vesalio, fondendosi con il capo del muscolo gastrocnemio, mentre il mediale si fonde con il periostio dell'epicondilo mediale del femore.
- Il legamento patellare o tibio-rotuleo è in realtà una porzione del tendine del muscolo quadricipite femorale e si estende dalla faccia craniale e dall'apice della rotula fino alla tuberosità della tibia. È separato dalla capsula articolare per mezzo del grasso infra-patellare che si presenta, distalmente, molto spesso; tra il legamento e la tuberosità tibiale spesso è localizzata una piccola borsa sinoviale.
- I legamenti meniscali sono in totale sei: quattro tibiali, due per ogni menisco, rispettivamente uno craniale ed uno caudale, che assicurano tali strutture alla tibia; uno femorale,

unico mezzo di adesione del menisco al femore; ed uno intermeniscale o trasverso, che risulta essere l'unico mezzo di unione tra i due menischi.

Il corpo della tibia ha forma di prisma triangolare nella porzione più prossimale, per assumere una sezione pressoché cilindrica distalmente. Sul piano frontale disegna due lievi curve ad "S", una prossimale a convessità mediale e l'altra distale a convessità laterale. L'elemento muscolare principale di tutto l'arto posteriore è il gruppo muscolare del quadricipite femorale, che costituisce un potente estensore dell'articolazione del ginocchio, e pertanto, con arto in appoggio, partecipa energicamente allo spostamento in avanti del tronco; contribuisce alla stabilità del ginocchio e, conseguentemente, di tutto l'arto. È formato dai muscoli vasto laterale, vasto intermedio, vasto medio e dal muscolo retto craniale della coscia; quest'ultimo, a differenza degli altri che partono dall'epifisi prossimale del femore (i muscoli vasto laterale e intermedio cranialmente al terzo trocantere, il muscolo vasto

medio cranialmente al piccolo trocantere), origina più medialmente a livello del bacino, sul corpo dell'ileo. I quattro ventri muscolari poi si continuano nel tendine del muscolo quadricipite o tibio-rotuleo che decorre sul margine dorsale della rotula per inserirsi sulla tuberosità tibiale. Il gruppo dei muscoli del quadricipite, la rotula, il solco trocleare, il legamento tibio-rotuleo e la cresta tibiale costituiscono il cosiddetto “meccanismo estensore del ginocchio”, che svolge un ruolo decisivo nella biomeccanica di tutto l'arto posteriore. All'estensione dell'articolazione femoro-tibio-rotulea partecipano anche il muscolo tensore della fascia lata, che origina dalla spina iliaca ventrale craniale e si continua nella fascia lata, ed il muscolo sartorio, che dalla cresta iliaca si porta fino alla fascia mediale del ginocchio e alla tibia prossimale; entrambi agiscono come flessori dell'articolazione coxo-femorale, portando in avanti tutto l'arto in sospensione, ed estensori del ginocchio. Il gruppo dei muscoli flessori del ginocchio è costituito dai muscoli posteriori della

coscia, dal popliteo e dai gastrocnemi. Il gruppo dei posteriori della coscia è formato da muscoli che originano dalla tuberosità ischiatica e si inseriscono a livello della fossa poplitea sia laterali, sia mediali; di questo gruppo fanno parte il bicipite femorale, l'abducente caudale della gamba, il muscolo semitendinoso, e quello semimembranoso, e tutti svolgono una duplice funzione, estensoria a carico dell'anca e flessoria sull'articolazione del ginocchio, contribuendo in modo decisivo alla spinta propulsiva. Il muscolo bicipite femorale si inserisce sulla fascia lata medialmente all'articolazione insieme all'abducente della gamba; il semitendinoso si inserisce a livello della porzione distale del margine craniale della tuberosità tibiale con un robusto tendine; il popliteo si porta ventro-medialmente a livello della linea poplitea, e il semimembranoso si divide in due porzioni che si portano rispettivamente sull'epicondilo mediale femorale e sulla tuberosità mediale della tibia. I muscoli gastrocnemi, laterale e mediale, originano dalle tuberosità sopracondiloidee femorali e,

incorporando le ossa sesamoidee, si fondono distalmente a formare la corda del garretto fino alla tuberosità calcaneale; oltre all'azione flessoria esercitata sul ginocchio, svolgono anche un ruolo importante nell'estensione dell'articolazione tibio-tarsica. Infine è importante richiamare il muscolo gracile che, localizzato sulla porzione caudale della coscia, si inserisce sotto la porzione caudale del sartorio per tutto il margine craniale della tibia, e che, insieme ai muscoli semitendinoso e semimembranoso, costituisce il pes anserinus, una struttura che limita l'effetto valgizzante della gamba.

BIOMECCANICA DEL GINOCCHIO

Il modello tradizionale

Il modello tradizionale è un modello passivo, secondo il quale le strutture interne, quelle periarticolari e la conformazione stessa del ginocchio sono responsabili della sua stabilità durante i movimenti. L'articolazione del ginocchio è un'articolazione funzionalmente complessa, che consta principalmente di due gradi di libertà di movimento, ovvero la flessione-estensione lungo un asse trasversale passante attraverso il centro dei condili femorali, a cui si può aggiungere un movimento accessorio di rotazione della gamba intorno all'asse longitudinale della tibia, che attraversa il plateau tibiale appena medialmente alle eminenze intercondilari;

quest'ultimo è reso possibile non solo dalla forma dei capi articolari, ma anche dalla motilità dei menischi. I limiti normali di movimento sono 40° in flessione e 150° in completa estensione con un range di movimento di 110° .³³

Dal punto di vista biomeccanico, vengono presi in considerazione quattro punti di riferimento che condizionano il movimento articolare:

- il LCA;
- il LCP;
- la porzione di femore tra le inserzioni prossimali di tali legamenti;
- la porzione della tibia tra le inserzioni distali dei legamenti

I movimenti articolari risultano condizionati e controllati in larga misura dai legamenti e non dalle strutture ossee. Si parla quindi di un'articolazione legamento-dipendente (Fig. 3).³³

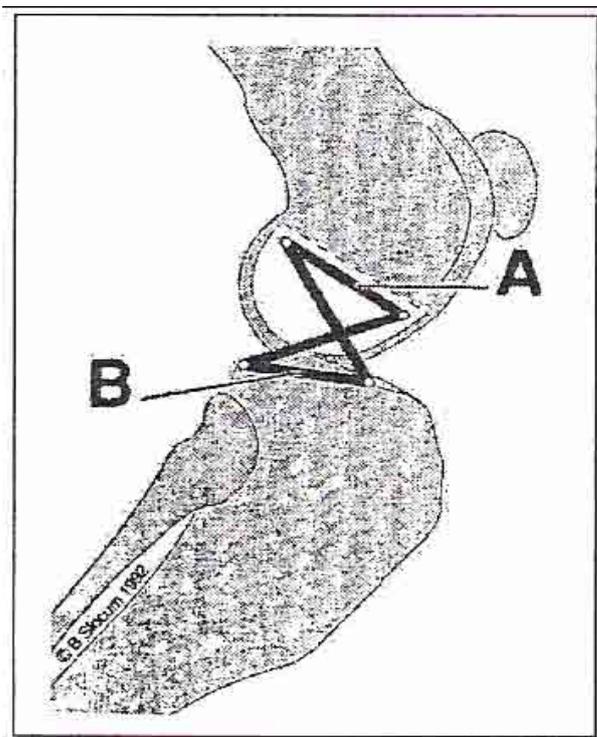


Figura 3 (Slocum B., 1993)
Rappresentazione dei quattro punti del modello tradizionale.

Il legamento crociato craniale (LCA) ha come funzione principale la prevenzione di un movimento cranio-caudale anormale, ma provvede anche alla stabilizzazione rotazionale, prevenendo un'eccessiva intra-rotazione del ginocchio; un'ulteriore funzione del LCA è quella di prevenire un'eccessiva iperestensione del ginocchio stesso. Il legamento è costituito da due porzioni principali classificate, secondo il loro punto di attacco sulla tibia, come banda cranio-mediale e caudolaterale. La prima risulta

rimanere tesa sia quando l'articolazione si presenta flessa, sia quando è estesa; la porzione caudo-laterale, invece, si presenta tesa esclusivamente quando il ginocchio è esteso (Fig. 4). La stabilità cranio-caudale, come abbiamo visto, è mantenuta da questa struttura e, più precisamente, dalla banda cranio-mediale, mentre la rotazione interna è controllata soprattutto dalla sua componente posteriore.

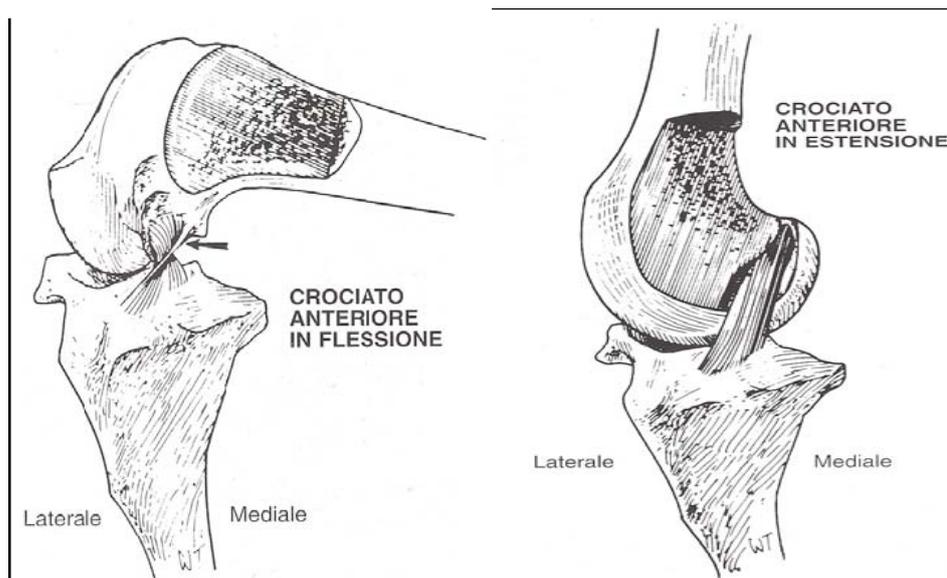


Figura 4 (Da Arnoczky, 1977)

LCA in flessione a sinistra

LCA in estensione a destra

Come riportato da Arnozky S.P. nel 1977, la presenza di movimento cranio-caudale dell'articolazione, movimento del cassetto craniale o drawer sign, risulta essere praticamente nulla sia in estensione che in flessione, se viene recisa la banda caudo-laterale del LCA; mentre il movimento risulta incrementato di circa due millimetri, in flessione, se viene recisa la banda cranio-mediale. Se l'intero legamento risulta danneggiato abbiamo un incremento del movimento cranio-caudale anche in estensione.¹

La stabilità è mantenuta anche dalla presenza del legamento crociato posteriore (LCP), anch'esso diviso in due componenti, una craniale ed una caudale, che funzionano indipendentemente l'una dall'altra in flessione ed estensione. La prima, craniale, è tesa quando il ginocchio è flesso e rilasciata quando è esteso, mentre, la seconda, caudale, è rappresentata da un'insieme di fibre che sono tese in estensione e rilasciate in flessione. Il LCP impedisce lo scorrimento in direzione caudale della tibia e aiuta il corrispettivo craniale nei movimenti di estensione, in quelli di

flessione ed anche nel caso di stabilizzazione per i movimenti di rotazione, esterna per quanto riguarda il LCP, interna in caso di LCA. Per quanto riguarda i movimenti di rotazione, però, un ruolo predominante è svolto anche dai due legamenti collaterali mediale e laterale (MCL e LCL), assieme alla capsula articolare. Il MCL è il primo responsabile anche del mantenimento della stabilità in valgo, mentre per quella in varo è direttamente coinvolto il corrispettivo laterale. Gli spostamenti in direzione mediale e laterale conseguono generalmente a lesioni di tipo traumatico: lo scorrimento mediale della tibia si verifica in presenza di lesioni della porzione laterale della capsula articolare e del legamento meniscale femorale, mentre il suo scorrimento laterale si osserva in caso di lesione della porzione caudo-mediale della capsula e delle connessioni fibrose della regione intercondiloidea caudale.^{16,33} Il modello tradizionale quindi considera importanti solamente le strutture intra e periarticolari e la conformazione del ginocchio come responsabili della sua stabilità durante i

movimenti. Secondo questa ipotesi la flessione del ginocchio è limitata dal contatto tra coscia e tarso e non dal LCA o LCP, e l'estensione è limitata dal contatto tra il LCA e la porzione craniale dell'incisura intercondiloidea femorale. In iperestensione il LCA tende a rompersi dal momento che la distanza tra le inserzioni femorali e tibiali aumenta più della lunghezza del legamento stesso. Questa ipotesi spiega la possibilità di stiramento e lesione del LCA che avviene in seguito a iperestensione fisiologica in soggetti ad arti dritti, o "*straight legged*", ma non spiega la possibilità di una parziale o completa rottura del legamento in assenza di iperestensione, se non la rottura dovuta ad un trauma diretto, o ad una improvvisa intrarotazione del ginocchio, o in seguito ad una degenerazione articolare di origine sconosciuta. Inoltre, tale ipotesi non motiva lo schiacciamento del menisco mediale in seguito alla rottura del LCA pur riconoscendone la presenza.³⁴

Il modello attivo

Il modello attivo amplia semplicemente quello tradizionale analizzando altre componenti quali, forza muscolare e forza peso che intervengono attivamente per garantire la stabilità del ginocchio. Questa nuova concezione si è sviluppata in seguito agli studi di Henderson e Miller che, nel 1978, intuirono il ruolo chiave dell'inclinazione del plateau tibiale nella biomeccanica del ginocchio descrivendo il test di compressione

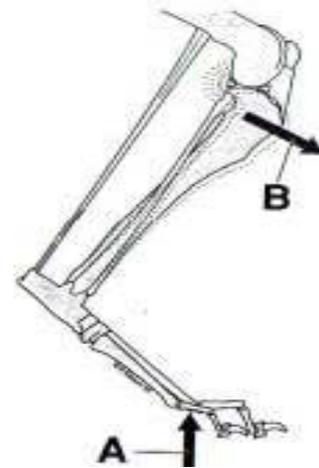


Figura 5
(Slocum B. 1993)
Cranial Tibial Thrust

tibiale.¹⁵ Il test dimostra che la flessione del garretto determina uno scivolamento craniale della porzione prossimale della tibia rispetto al femore; anche durante la fase di appoggio a livello dell'articolazione, si genera una forza tra il piede dell'animale e il terreno che determina una compressione tibiale spostando cranialmente la tibia (Fig.5). La spinta craniale (cranial tibial

thrust) è una forza attiva che origina dal carico ponderale e dalla compressione esercitata dai muscoli sul plateau tibiale contro i condili femorali; è inoltre favorita sia dall'azione dei muscoli estensori del ginocchio che attraverso il tendine tibio-rotuleo esercitano una trazione in senso craniale della tibia, sia dall'entità dell'inclinazione del plateau tibiale. Il carico ponderale, infatti, scaricandosi sul plateau tibiale, si scompone in due forze: una che agisce sulla tibia ed è diretta a terra (componente di compressione) ed un'altra che spinge la tibia in avanti (componente di scivolamento), spinta che è tanto maggiore quanto è più inclinato il plateau (Fig. 5).

Questa spinta craniale è anche alla base del caratteristico rumore che si sente in alcuni cani con lesioni al LCA quando il corno meniscale risulta imprigionato tra il femore e la tibia, come ha riportato Paatsama nel 1952.²⁸

In condizioni normali la spinta craniale è neutralizzata dal LCA e dal corno caudale del menisco mediale, che rappresentano la

componente passiva della forza contrapposta e dalle forze prodotte dai muscoli posteriori della coscia, in particolare dal bicipite femorale e dal gruppo del pes anserinus, che sono dirette caudalmente e che rappresentano la componente attiva. Quando il ginocchio è in equilibrio, quindi, può essere considerato come un modello statico che include sia forze attive, i muscoli, che restrizioni passive, date dai legamenti, dalla conformazione ossea e dalla capsula articolare. Durante il movimento, le masse muscolari che sottendono alla flessione e all'estensione, insieme ai legamenti, garantiscono la stabilità del ginocchio bilanciando il peso a livello del centro rotazionale dell'articolazione e, attraverso questo equilibrio, evitano che l'arto si collassi. Il momento di una forza muscolare è rappresentato dalla distanza perpendicolare tra la linea di trazione muscolare ed il centro di movimento di rotazione moltiplicato per la grandezza della forza; perciò affinché il ginocchio mantenga un angolo di flessione costante durante la fase di carico (weight bearing), la risultante tra i momenti della

forza di flessione ed estensione deve essere in equilibrio, cioè uguale a 0 (Fig. 6).^{25, 34, 35}

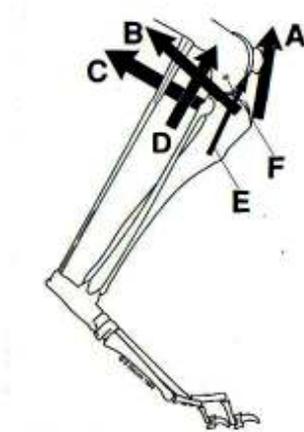


Figura 6

Risultante dei movimenti delle forze generate dal muscolo quadricipite (A) ed estensore lungo delle dita (E) in equilibrio con il movimento generato dal muscolo bicipite femorale (B), dal gruppo del pes anserinus con la porzione craniale del semimembranoso (C) e del gastrocnemio con il flessore superficiale delle dita (D)

Quando le forze muscolari sono insufficienti a prevenire la traslazione anteriore della tibia, la spinta craniale viene contrastata unicamente dal LCA; quest'ultimo è sottoposto ad un continuo stress, soprattutto in alcuni soggetti particolarmente pesanti rispetto alla propria struttura scheletrica, che presentano

scarse masse muscolari o un'eccessiva inclinazione del plateau tibiale; sembra essere questo il motivo per cui si può verificare la rottura del LCA in assenza di trauma diretto.³⁵ L'entità della compressione tibiale è variabile perché la quantità delle forze, generate dai muscoli e dall'incremento ponderale, dipende dall'attività del cane; per questo, la spinta tibiale craniale può essere controllata solo modificando l'inclinazione del plateau tibiale. Questa nuova concezione della biomeccanica del ginocchio ha portato all'evoluzione di nuove tecniche chirurgiche, che si differenziano dalle precedenti in quanto, come fine, si presuppongono di eliminare la spinta tibiale craniale modificando la biomeccanica dell'intero arto posteriore.^{35, 37}

MECCANISMO ESTENSORE DEL GINOCCHIO

Grazie al modello di biomeccanica attiva si diffonde il concetto che è possibile ottenere la massima funzionalità di una struttura articolare soltanto quando si ha il completo equilibrio fra stabilizzatori passivi e forze attive, sia interne (forze generate dalla contrazione muscolare), sia esterne (forza peso). Il modello attivo fornisce quindi la giusta importanza alla componente muscolare, nonché alle forze dinamiche che da essa scaturiscono e che agiscono direttamente sulla componente scheletrica. Se consideriamo che l'angolazione normale del ginocchio di un cane in stazione quadrupedale è 130-140°, deriva che, per sopportare agevolmente il carico in parziale flessione, il meccanismo estensore del ginocchio, costituito principalmente dal muscolo quadricipite, deve essere necessariamente molto sviluppato e funzionale. Se analizziamo inoltre l'azione che il muscolo esercita sulla porzione distale dell'arto, scaturisce che è necessario anche un allineamento anatomico adeguato, ovvero una linea retta di

forze, per la stabilità e l'efficacia del meccanismo estensore. Durante la contrazione, il muscolo quadricipite esercita sulla patella e, di riflesso, sulla tibia, una trazione rivolta prossimalmente, determinando quindi l'estensione della gamba; a tale attività si somma però anche una parziale adduzione, in funzione del fatto che il muscolo retto femorale origina a livello dell'ileo, determinando così uno spostamento mediale della forza risultante che si genera durante la contrazione di tutti i ventri muscolari del quadricipite. Durante il movimento, la rotula scorre all'interno del solco trocleare. I muscoli vasto laterale e vasto mediale sono fissati alla rotula mediante le fibrocartilagini parapatellari, che si articolano con i labbri trocleari e, aumentando la superficie di contatto, distribuiscono maggiormente la forza esercitata dal muscolo quadricipite. Lo scorrimento della rotula sul femore distale esercita anche una compressione femoropatellare, che nel soggetto in fase di sviluppo esita nella formazione del solco trocleare. Una volta formatesi, le labbra

della troclea mantengono la rotula, che è sottoposta a forze dirette medialmente e lateralmente, all'interno del solco trocleare. La rotula è ulteriormente stabilizzata dalla capsula articolare, dai legamenti fabello-patellari e dal retinacolo, che ne accompagnano il movimento durante la flessione e l'estensione del ginocchio. Quando il ginocchio è portato da una posizione flessa ad una di completa estensione, la rotula segue un arco medio-laterale; alla fine dell'estensione, la rotula è sospinta contro il labbro trocleare laterale.²⁷ Pur essendo una struttura passiva, la rotula svolge un importante ruolo in un sistema dinamico, denominato "meccanismo estensore del ginocchio". Il movimento della rotula è direttamente influenzato da questo meccanismo la cui conoscenza è fondamentale per il trattamento delle disfunzioni rotulee. La rotula mantiene, infatti, la tensione quando il ginocchio è in estensione e agisce come braccio di appoggio, aumentando così il vantaggio meccanico del gruppo muscolare del quadricipite. La rimozione di questo osso provoca una riduzione

di tre volte del momento di forza che applica il quadricipite durante l'estensione, con insufficienza relativa del muscolo quadricipite e perdita della stabilità articolare craniale del ginocchio; la mancanza del normale rapporto articolare determina la degenerazione della cartilagine articolare trocleare.^{3, 16}

Anche il legamento patellare e la posizione della cresta tibiale contribuiscono alla stabilità anteriore e al meccanismo estensore. La rotula viene dislocata in alto e in basso dall'azione muscolare, che si contrappone alla spinta verso il basso del legamento patellare. La forza risultante agisce sulla rotula, comprimendola sul solco trocleare e aumentandone quindi la stabilità. Tale forza compressiva sarà maggiore durante la flessione e minore durante l'estensione dell'arto. Il legamento patellare si continua fino alla cresta tibiale, che si trova in posizione craniale e distale rispetto ai condili tibiali; la localizzazione e la prominenza della cresta stessa sono importanti per il vantaggio meccanico del meccanismo estensorio. Da quanto detto si comprende che la biomeccanica

dell'articolazione femoro-tibio-rotulea è molto complessa, sia per le numerose strutture anatomiche coinvolte sia per la loro interazione, variabile per ciascun movimento, per cui l'alterazione anche di una sola di queste strutture non può che avere risultati significativi sul funzionamento dell'intero apparato.

LUSSAZIONE DELLA ROTULA

La lussazione della rotula è considerata una delle condizioni patologiche più comuni del ginocchio del cane, colpendo razze sia di piccola che di grossa taglia. Si distinguono due forme: la lussazione di rotula mediale e quella laterale. La prima forma è la più frequente con un'incidenza del 75% circa dei soggetti affetti da questa patologia, colpisce con maggiore frequenza le razze piccole e toy; la seconda, molto meno frequente, è la forma che colpisce maggiormente i soggetti di grossa taglia .^{13, 14, 24}

CLASSIFICAZIONE

In rapporto alla variabilità del grado delle alterazioni cliniche e patologiche è stato sviluppato un sistema di classificazione della lussazione di rotula del cane:

- Primo grado

La rotula è mobile in maniera anomala, ma la sua lussazione spontanea durante il normale movimento articolare si manifesta raramente. La lussazione manuale della rotula si può ottenere durante l'esame obiettivo ma, quando la pressione indotta viene interrotta, la rotula si riduce.

La flessione e l'estensione dell'articolazione sono essenzialmente normali. I pazienti affetti da tale anomalia non manifestano segni clinici di zoppia evidente, ma sono predisposti al peggioramento dei segni clinici e all'aggravarsi della lussazione quando le strutture retincolari vanno incontro a sovraccarico.^{14, 16, 17}

- Secondo grado

Possono essere presenti lievi deformità angolari e torsionali del femore. La rotula può essere dislocata manualmente con una pressione laterale o si può lussare durante la flessione dell'articolazione del ginocchio. La rotula rimane lussata fino a quando è ridotta dall'esaminatore o dall'estensione e derotazione della tibia da parte del paziente. Clinicamente si ha una zoppia intermittente, caratterizzata da un tipico "saltellamento" occasionale.^{14, 16, 17}

- Terzo grado

La rotula rimane lussata per la maggior parte del tempo, ma può essere manualmente ridotta dopo estensione del ginocchio. Dopo la riduzione manuale, comunque, i movimenti di estensione o flessione del ginocchio determinano nuova lussazione della rotula. È presente una dislocazione mediale del muscolo quadricipite ed evidenti anomalie dei tessuti molli di sostegno dell'articolazione e deformità del femore e della tibia. Clinicamente si ha zoppia

frequente e in alcuni casi zoppia persistente, quando le strutture retinacolari vanno in sovraccarico.^{14, 16, 17}

- Quarto grado

Può essere presente una rotazione mediale di 80°-90° del piano tibiale prossimale. La rotula è permanentemente lussata e non può essere ridotta manualmente. Il solco trocleare del femore è convesso o assente ed è presente una dislocazione mediale del muscolo quadricipite. Le anomalie dei tessuti molli di sostegno del ginocchio e le deformità del femore e della tibia sono marcate. Clinicamente si ha zoppia e impossibilità di estensione dell'articolazione del ginocchio, con tipica andatura in posizione "accucciata".^{14, 16, 17}

ANOMALIE MUSCOLOSCELETRICHE ASSOCIATE

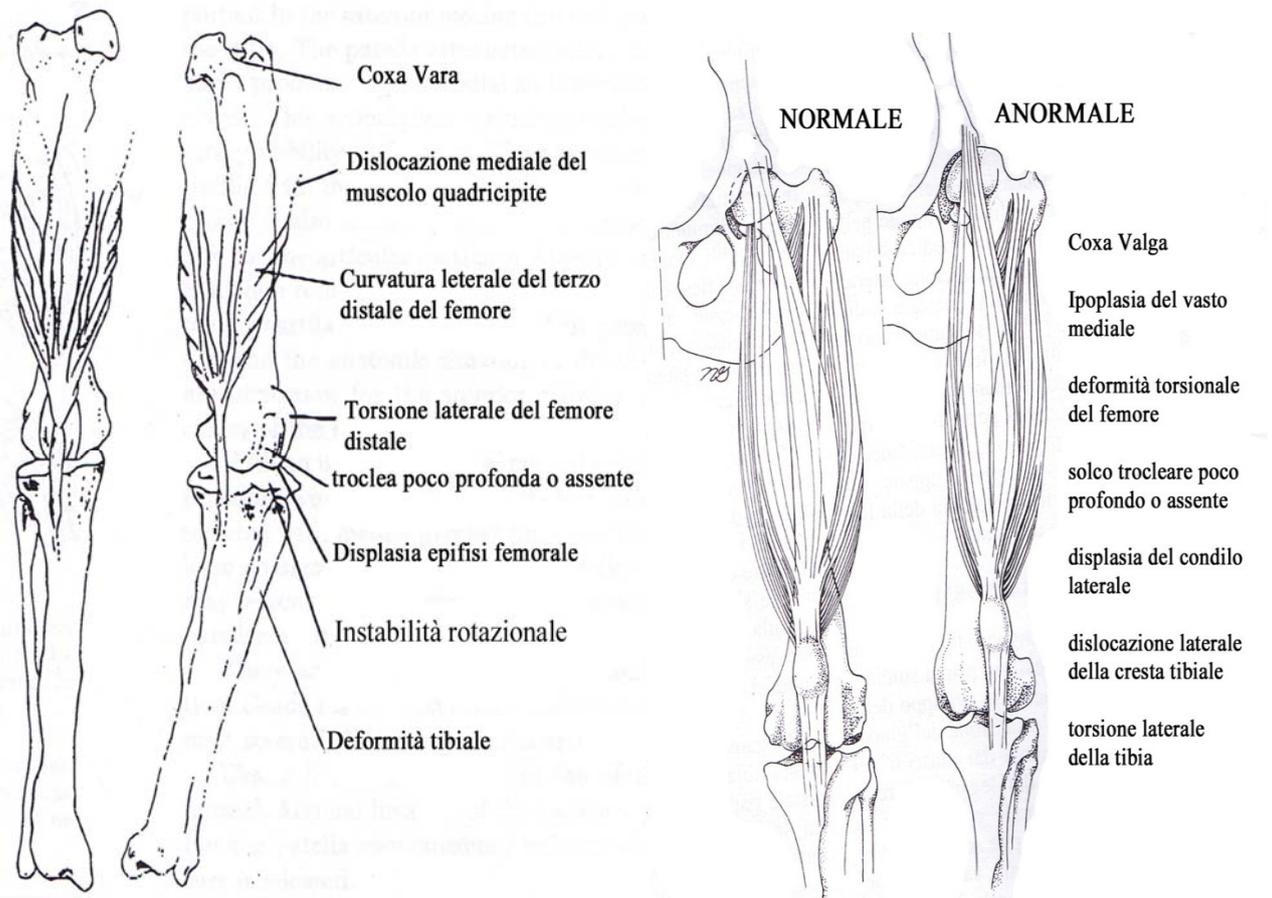


Figura 7

(Hulse modificato)

Diagramma anomalie

nella

Lussazione mediale di

rotula

Figura 8

(Olmstead modificato)

Diagramma anomalie

nella lussazione

laterale di rotula

L'entità della deformità anatomica è correlata al grado di lussazione rotulea e all'attività di accrescimento delle strutture coinvolte. Il decorso delle patologie muscolo scheletriche associate dipendono dall'andamento e dalla durata della lussazione di rotula. La gravità dei cambiamenti morfostrutturali è in relazione con l'età dei pazienti e la permanenza della lussazione. Gli animali giovani sviluppano deviazioni angolari e torsionali secondarie dovute alle forze esercitate direttamente sulle fisi ancora aperte, mentre gli animali adulti che sviluppano la lussazione di rotula vanno incontro a OA (osteoartrite).

Le anomalie muscolo scheletriche associate nella lussazione mediale includono:

- Rotazione mediale della parte distale del femore causata dal fatto che nelle colonne dei dischi metafisari vi è un notevole potenziale di crescita assiale e torsionale. I dischi cartilaginei

cedono rapidamente alle forze, aumentando o diminuendo il loro indice di crescita. In contrapposizione l'osso presente risponde all'aumento delle forze attraverso la deposizione o il riassorbimento di tessuto osseo; per questa ragione il rimodellamento osseo è più lento. Concludendo quindi, una forza torsionale anomala porta alla deviazione delle colonne cartilaginee dei dischi epifisari in forma spiroidale, per cui si può verificare la torsione laterale o mediale del femore, in base alla direzione della forza deformante (Figura 3)

- Curvatura laterale del terzo distale del femore, questa curvatura anomala è secondaria all'accorciamento longitudinale della corticale mediale rispetto alla corticale laterale. La patogenesi di questo meccanismo è chiarita dalla legge di Heuter-Volkman, ovvero la crescita della fisi cede alla pressione. Un aumento di pressione parallelo al disco epifisario ritarda la crescita mentre una diminuzione della pressione l'accelera (Figura 3). Il cattivo allineamento

mediale dei muscoli del quadricipite produce pressione sufficiente sulla parte mediale del disco da ritardarne la crescita, allo stesso tempo c'è meno pressione sul versante opposto laterale cosa che ne accelererà la crescita. Il risultato è una crescita ritardata della corticale mediale del femore ed una crescita accelerata di quella laterale. Una diminuzione della lunghezza della corticale mediale ed un aumento di quella laterale determina la curvatura laterale del terzo distale del femore. La crescita anomala continua fino a che il quadricipite si trova dislocato medialmente e i dischi epifisari sono attivi. Per questo motivo l'entità della curvatura laterale dipende dal grado della lussazione della rotula e dall'età del paziente all'insorgenza della lussazione.

- Rotazione mediale della tibia
- Deviazione mediale della cresta tibiale dovuta alla rotazione interna compensatoria dell'arto pelvico, secondaria all'anteroversione persistente ed alla dislocazione mediale

del meccanismo estensorio che esercita una forza torsionale interna sulla cresta tibiale

- Deformità vara della tibia secondaria a forze anomale che portano la corticale prossimale mediale ad accrescersi in lunghezza più velocemente rispetto alla corticale prossimale laterale
- Torsione laterale del tratto distale della tibia dovuta alla rotazione interna compensatoria dell'arto pelvico, secondaria all'anterversione persistente che induce l'intrarotazione del piede. Per appoggiare il piede in maniera appropriata, il cane è costretto a ruotare esternamente l'articolazione del tarso il che determina di fatto una torsione esterna sul disco di crescita distale della tibia, con risultato finale di torsione esterna della tibia stessa
- Ridotta profondità o assenza della troclea femorale, sviluppo anomalo dovuto al fatto che normalmente l'articolazione della rotula all'interno della troclea esercita una pressione

fisiologica sulla cartilagine articolare che ritarda la crescita della cartilagine stessa responsabile del normale approfondimento della gola trocleare stessa, cosa che nei casi di lussazione mediale di rotula non avviene; l'entità della deformazione dipende dall'entità della lussazione e dall'età del paziente al momento dell'instaurarsi della lussazione (Figura 4)

- Formazione di una “pseudo troclea” nel condilo mediale del femore
- Coxa vara ovvero una diminuzione dell'angolo tra l'asse del collo e della diafisi del femore che fa in modo che si verifichi una deviazione interna dell'intero arto posteriore
- Genu varo, o disparità di sviluppo dei condili femorali dovuta ad un aumento delle forze dirette verso la porzione mediale della fisi distale del femore, così che il condilo laterale tende a conformarsi secondo angolo e indici normali mentre il condilo mediale è alterato

- Dislocazione mediale del gruppo muscolare del quadricipite data dal fatto che la torsione laterale del tratto distale del femore devia la troclea lateralmente alla linea di contrazione del gruppo muscolare. Inoltre la rotazione interna di compensazione dell'arto pelvico devia medialmente all'asse longitudinale del femore l'origine del gruppo muscolare del quadricipite. In sostanza la dislocazione laterale della troclea e la rotazione interna dell'articolazione dell'anca e della cresta tibiale, determinano insieme la dislocazione mediale del quadricipite relativamente all'asse longitudinale del femore
- Displasia dell'epifisi femorale con ipoplasia del condilo mediale questo perché la cartilagine articolare e il “disco di crescita” epifisario all'aumento della pressione ritardano il loro accrescimento proprio come il disco di crescita metafisario

- Instabilità rotazionale del ginocchio, conseguenza della rotazione interna, a carattere compensatorio, dell'arto pelvico che è, a sua volta secondaria all'anteroversione. La rotazione interna determina un allungamento della capsula articolare sul versante laterale e delle strutture di sostegno del ginocchio laterali. Inversamente, si osservano retrazione ed ispessimento della capsula articolare e delle strutture di sostegno del versante mediale
- OA^{16, 17}



Figura 9
immagine radiografica di un'articolazione del ginocchio di un cane affetto da lussazione mediale di rotula; sono evidenti le deformità angolari di femore e tibia

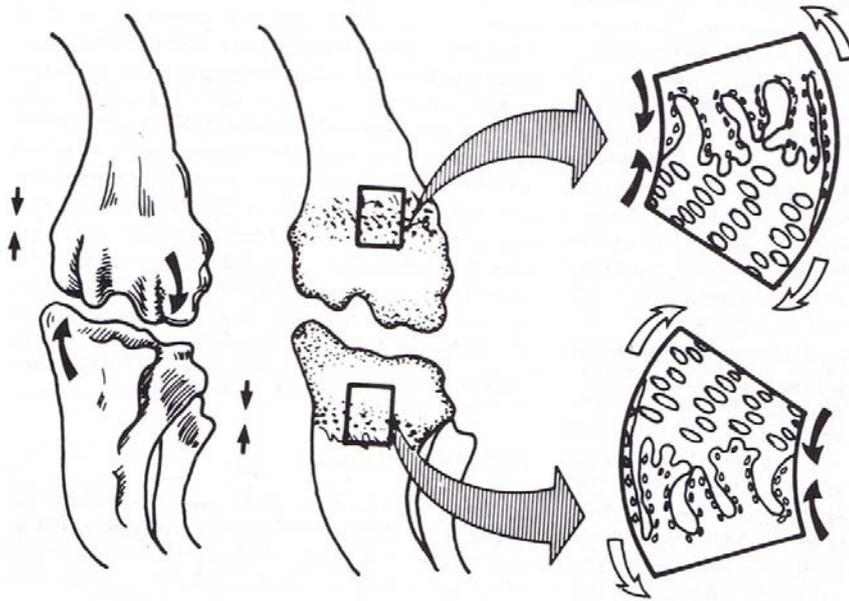


Figura 10 (Hulse modificato)
 Schema effetto della pressione sull'indice di crescita della fisi. Con una lussazione mediale della rotula il quadricipite aumenta la sua pressione sul comparto mediale ritardando la crescita mediale e accelerando quella laterale

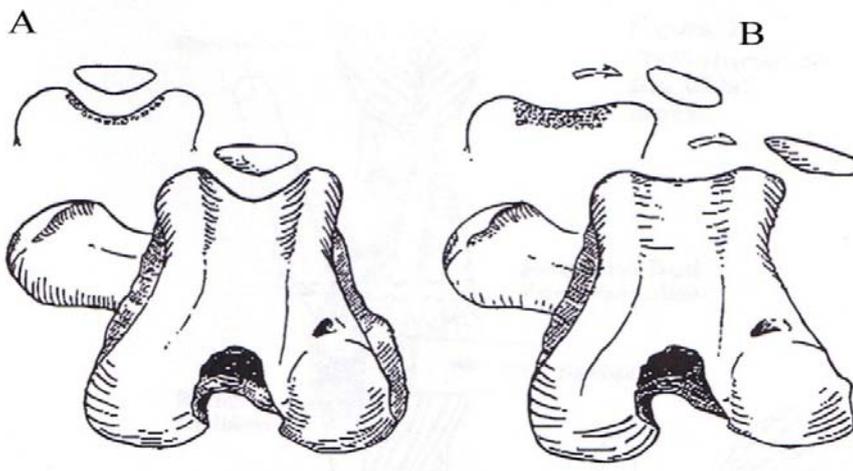


Figura 11 (Hulse modificato)
 Schema formazione della gola trocleare.
 (A) Condizione normale
 (B) Condizione patologica con rotula che lussa

Le anomalie muscolo scheletriche associate nella lussazione laterale includono:

- Coxa valga ovvero un'eccessiva anteroversione del collo femorale
- Dislocazione mediale del tratto distale del femore a carattere compensatoria in quanto il cane accomoda la posizione dell'anca per adattarsi all'aumento dell'anteroversione
- Torsione laterale della tibia, determinata dalla dislocazione mediale del tratto distale del femore
- Genu valgum, disparità di sviluppo dei condili femorali dovuta ad un aumento delle forze diretto verso la porzione laterale della fisi distale del femore, così che il condilo mediale tende a conformarsi secondo angoli e indici normali mentre il condilo laterale è alterato
- Troclea femorale poco profonda, dovuta al fatto che la displasia del condilo laterale determina un abbassamento del

labbro della troclea stessa da unita ad un ulteriore assottigliamento causato dalla sublussazione della rotula che scorre sul labbro sottostante; oppure nel caso in cui la rotula resti lussata durante la crescita e lo sviluppo del cane la troclea risulta poco profonda perché non c'è stata la pressione fisiologica sulla superficie craniale del solco intercondiloideo nel momento in cui tale pressione è decisiva per il modellamento di una giusta forma

- dislocazione laterale del gruppo muscolare del quadricipite femorale con ipoplasia del capo vasto laterale, dovuta alla rotazione tibiale con allineamento della cresta tibiale laterale, che comporta uno sbilanciamento del carico sul condilo femorale laterale, ma anche sul retinacolo laterale che tende a restringersi mentre il retinacolo mediale si allunga.^{14, 16, 27}

DIAGNOSI

Per effettuare una diagnosi di lussazione di rotula bisogna procedere come di consuetudine con il segnalamento del soggetto in esame, la raccolta dei dati anamnestici, l'esame clinico generale e particolare, seguiti dall'esame ortopedico da sveglio da sedato, seguiti dalla diagnostica per immagini. Per quanto riguarda il segnalamento, come è stato detto precedentemente, razze di taglie diverse hanno una diversa predisposizione allo sviluppo di questa patologia con una diversa frequenza nelle due varianti di lussazione, mediale per le razze di piccola taglia, laterale per quelle di grande taglia. Relativamente all'anamnesi, va detto che spesso il proprietario lamenta la comparsa di una zoppia di grado variabile al posteriore, in genere intermittente, riferendo che a volte il cane mantiene l'arto in flessione per alcuni passi. L'esame clinico viene effettuato valutando dapprima l'andatura del cane, il quale può presentare una zoppia di grado variabile, da intermittente a continua, con un'andatura a ginocchia flesse, talora

accompagnata da cifosi lombare; in seguito viene esaminato il soggetto in stazione quadrupedale, palpando entrambe le articolazioni, che talora possono risultare tumefatte, ed eseguendo le manualità per poter lussare e ridurre meccanicamente la rotula, intraruotando la tibia e premendo lateralmente sulla rotula ad arto esteso nella lussazione mediale, extraruotando la tibia e premendo medialmente sulla rotula ad arto flessa nella lussazione laterale. Le stesse manovre vengono effettuate facendo sdraiare il cane sul fianco opposto dell'arto da esaminare. Successivamente il paziente viene sedato per poter svolgere un corretto esame radiografico. Le proiezioni indispensabili per poter effettuare una corretta diagnosi sono la medio-laterale con l'articolazione del ginocchio semiflessa dall'anca al garretto e la postero-anteriore del ginocchio che comprenda sempre la pelvi ed il garretto. Per una valutazione migliore dell'articolazione possono essere utili anche altre proiezioni radiografiche, tra cui quella tangente alla troclea femorale.

TRATTAMENTO

Il trattamento della lussazione di rotula può essere medico conservativo o chirurgico.

La scelta del metodo di trattamento dipende dall'anamnesi clinica, dall'esame obiettivo e dall'età del paziente. Raramente si ricorre alla chirurgia in pazienti oligosintomatici o asintomatici di una certa età, mentre è consigliabile in animali giovani o comunque soggetti che presentano zoppia.

Approccio chirurgico standard

Il cane viene posizionato in decubito dorsale e l'arto interessato viene preparato dalla linea mediale dorsale fino all'articolazione tarsale. Nei cani di piccola taglia e razze toy in caso di lussazione bilaterale entrambi gli arti possono essere trattati senza avere grosse conseguenze nel decorso postoperatorio. Viene eseguito un approccio standard parapatellare mediale o laterale, in base al tipo di lussazione. Viene eseguita un'artrotomia nello stesso lato della

lussazione ed eseguita una desmotomia della capsula e del retina colo contratta e fibrosa in modo da allentare la tensione anomala instauratasi. Viene eseguita una completa esplorazione dell'articolazione, ponendo particolare attenzione al decorso dell'osteoartrosi, la profondità della troclea, condizione della cartilagine patellare, l'allineamento del legamento tibiorotuleo con la cresta tibiale ed infine le condizioni del legamento crociato anteriore perché dalla letteratura risulta che l'evenienza della rottura del legamento crociato anteriore associata alla lussazione di rotula non è di entità trascurabile soprattutto in cani di piccola taglia.³³

Embricatura laterale della fascia

Eseguita in seguito all'artrotomia dal lato della lussazione con liberazione della capsula e del retina colo dal lato della lussazione nelle lussazioni di grado 2, 3 e 4, sufficiente come unico trattamento correttivo nei gradi 1 e 2 di lussazione.^{14, 17, 30}

Trasposizione del muscolo retto femorale

Indicata nei soggetti di grossa taglia con gravi deviazioni assiali del femore ed eccessiva extrarotazione della tibia. L'inserzione prossimale del muscolo retto femorale viene trasposta dalla sua normale posizione sulla pelvi nella regione trocanterica del femore.^{14, 17, 30}

Solcoplastica

Indicata laddove il solco trocleare non sia sufficientemente profondo da offrire alla rotula un alloggiamento stabile.

Due le tecniche disponibili:

- Standard, Trochlear Wedge Recession ovvero solcoplastica a cuneo, che prevede la formazione di un cuneo osteocartilagineo nella troclea femorale.²⁰
- Più recente (Talcot et al. 2000) Trochlear Block Recession ovvero solcoplastica a rettangolo, che prevede la stessa

metodica utilizzata per la solcoplastica a cuneo ma con formazione di un blocco osteocartilagineo rettangolare.²⁰

Trasposizione della cresta tibiale

Eseguita quando si ha eccessiva deviazione mediale o laterale della cresta tibiale rispetto all'asse longitudinale femorale o in caso di eccessiva rotazione della tibia.^{14, 17, 30}

Trasposizione della testa del perone

Procedura abbandonata raramente utilizzata per la riparazione extracapsulare della rottura del legamento crociato anteriore, che può essere utilizzata nella lussazione mediale di rotula per ridurre la rotazione mediale della tibia. Trasponendo cranialmente la testa del perone si viene a creare una tensione sul legamento collaterale laterale ed una conseguente rotazione esterna della tibia che dovrebbe in qualche modo riallineare il meccanismo estensore.^{16, 17}

Riallineamenti tramite osteotomia del femore e della tibia

Osteotomie cuneiformi di femore e tibia possono essere necessarie a correggere gravi anomalie scheletriche del meccanismo estensore in caso di lussazioni di grado 4.

Il sito e gli angoli delle osteotomie vengono determinati radiograficamente nel preoperatorio.

Le osteotomie vengono praticate sulla massima curvatura con la base del cuneo sita nella parte convessa dell'osso, in questo modo si possono correggere le deformità torsionali ma anche rotazionali.^{16, 17, 30}

Capitolo 2 - Medicina umana

STORIA DELLA MISURAZIONE DELLA POSIZIONE VERTICALE DELLA ROTULA IN ARTICOLAZIONI NORMALI IN MEDICINA UMANA

Prima ancora di parlare di misurazioni occorre ricordare che il primo ad occuparsi di diagnosi di “Patella Alta”, ovvero quella malformazione per la quale la rotula si trova dislocata più in alto del normale rispetto alla troclea femorale, in medicina umana fu **Schulthess, W.** nel 1899. Tramite una semplice osservazione clinica si accorse visivamente che in articolazioni flesse di 90° in ginocchia normali la rotula si evidenziava come un normale profilo rotondeggiante in continuazione dei condili femorali,

mentre in articolazioni con patella alta la rotula appariva come una protuberanza sopra il femore (figura 12).⁸



Figura 12
(Brattstrom modificato)
A articolazione normale, **B** articolazione con patella alta

Le origini sulle prime misurazioni efficaci della posizione verticale della rotula in articolazioni normali risalgono all'ottobre del 1930, anno in cui **Boon-jtt SB** con il suo studio prese in considerazione 200 radiografie latero-laterali di pazienti adulti con articolazioni apparentemente normali, metodo definito da Insall e Salvati, molto accurato ma assolutamente inapplicabile nella pratica clinica routinaria.^{18 cit}

Nel 1938 **Blumensaat** nel suo studio include radiogrammi latero-laterali con articolazioni flesse di 30° mettendo in relazione il polo inferiore della rotula con una linea proiettata anteriormente dell'intersezione intercondiloidea. Tutte le rotule che non erano come limite minimo tangenti o attraversate dalla cosiddetta linea di Blumensaat, ma che si venivano a trovare al di sopra di essa, erano diagnosticate come Patella Alta.⁷

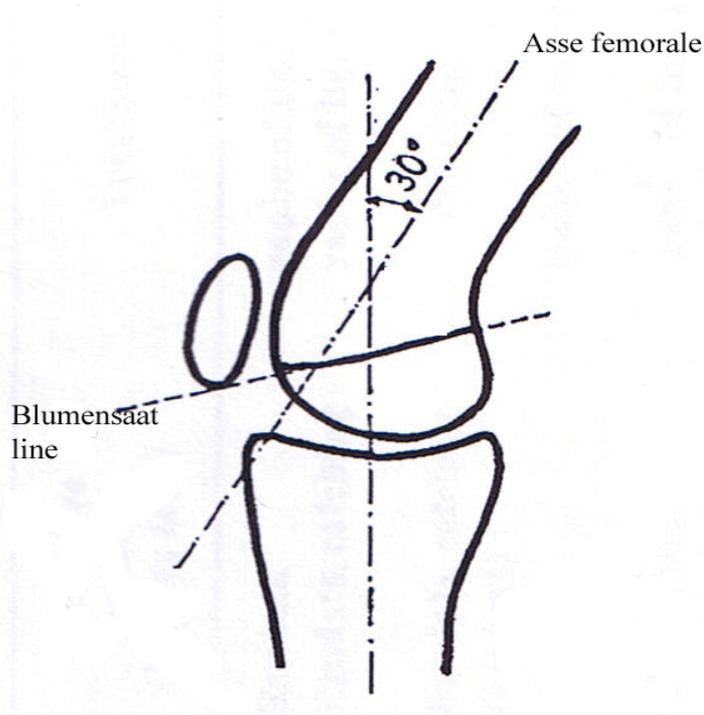


Figura 13
(Brattstrom, H. modificato)

Nel 1970 **Brattstrom**, più che acquisire un nuovo metodo dimostrò le in accuratezze del metodo ideato da Blumensaat e ne apportò una modifica risultata efficace per l'attuazione della correzione chirurgica. Prendendo in esame 100 radiogrammi l'Autore evidenziò che l'angolo "u" (figura 15) formato tra la linea di Blumensaat e l'asse verticale femorale era variabile in un intervallo compreso tra 27° e 60°, con una media di 45°. Tale importantissimo dato fece notare che, se per esempio l'angolo "u" (poiché la linea di Blumensaat dipende dalla conformazione dei condili femorali) venisse diminuito di 10°, ovvero 35° anziché 45° rappresentanti la media, la linea di Blumensaat si verrebbe a trovare circa 10 millimetri al di sotto della rotula producendo così secondo quanto riportato nello studio di Blumensaat un falso positivo di Patella Alta (Figura 14 B), mentre se l'angolo "u" venisse aumentato di 10° ovvero 55° anziché 45° rappresentanti la media la rotula si verrebbe a trovare circa 10 millimetri sotto la

linea di Blumensaat producendo secondo quanto riportato nello studio di Blumensaat un falso positivo di Patella Baja.

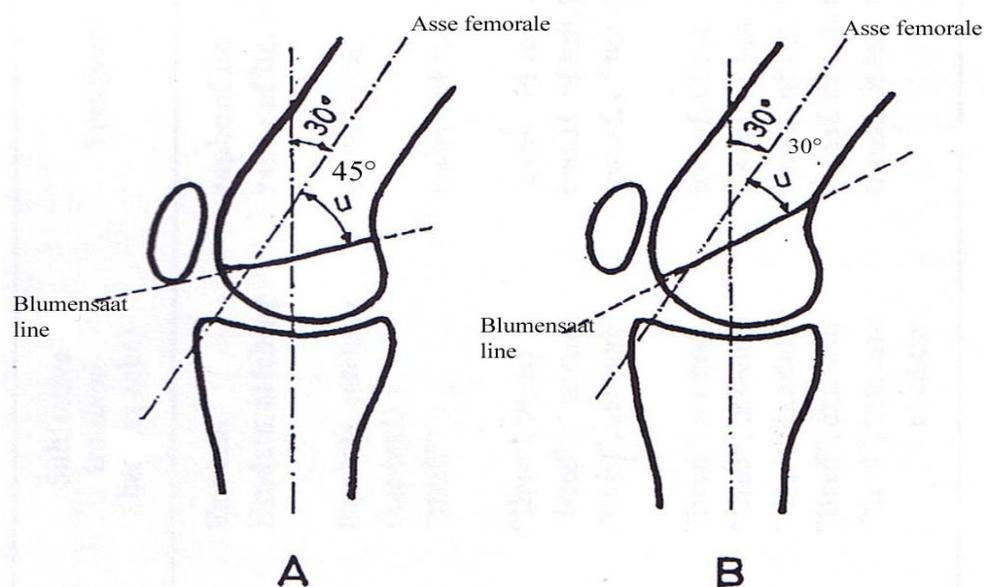


Figura 14

(Brattstrom, H. modificato)

A articolazione normale con linea di Blumensaat tangente alla rotula

B Articolazione con angolo "u" 30°, risultato di "falsa Patella Alta"

Sulla base dei dati ottenuti l'Autore nel suo studio riporta 30 articolazioni in cui formula diagnosi di "patella alta" tramite metodo Blumensaat considerando però "Patella Alta" non le rotule che erano craniali e non tangenti alla linea di Blumensaat ma bensì le rotule craniali e non tangenti alla linea di Blumensaat distanti da essa per almeno 10 millimetri. Dei 30 casi presi in

esame 18 articolazioni in 12 pazienti (5 donne e 7 uomini) non furono trattate chirurgicamente perché manifestavano scarsi sintomi clinici, mentre in 12 articolazioni in 8 pazienti (4 donne e 4 uomini) furono trattate chirurgicamente mediante trasposizione distale della cresta tibiale.⁸

Nell'ottobre del 1971 **Insall e Salvati** mettono a punto un nuovo metodo pratico che misura l'altezza verticale della rotula tramite la valutazione di un rapporto, in grado in particolar modo di riconoscere la cosiddetta "Patella Alta". L'esigenza dello studio di questo nuovo metodo, nacque dal fatto che i precedenti metodi esposti erano molto laboriosi e di difficile applicazione pratica nella normale attività clinica di tutti i giorni ed inoltre da questo studio viene smentita l'accuratezza del precedente studio di Blumensaat, in quanto in 44 radiogrammi con articolazioni flesse di 30° non sono stati trovati casi in cui il polo basso della rotula si conformasse nella "linea di Blumensaat".

I requisiti del nuovo metodo furono: (a) semplicità e ripetibilità ma allo stesso tempo accuratezza; (b) applicabilità alle flessioni normalmente usate per radiografie latero-laterali nella pratica clinica, ovvero 20 – 70° di flessione; (c) indipendenza dalla misura delle ossa e dall'ingrandimento del

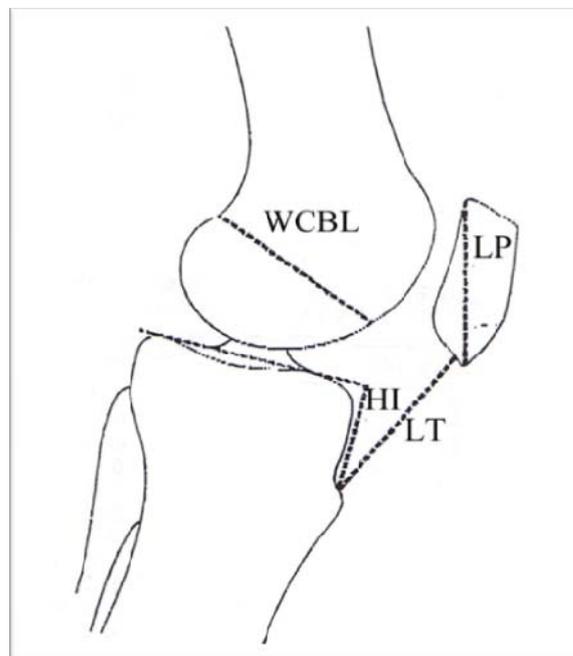


Figura 15 (Insall And Salvati modificato)
radiogramma. Quanto descritto tiene anche conto del fatto che il legamento tibiorotuleo è molto poco elastico e che il suo punto di inserzione è fisso e chiaramente identificabile. Per lo studio furono scelti 114 radiogrammi di pazienti adulti senza segni radiografici evidenti di osteoartrite, per cui esisteva una diagnosi artrografica certa di lacerazione del menisco, considerando così di aver preso in esame esclusivamente articolazioni normali in cui ci fosse solo una lacerazione meniscale traumatica. I radiogrammi

furono eseguiti con articolazione semiflessa in modo da ottenere lo stiramento del tendine tibiorotuleo. Le misurazioni effettuate furono le seguenti (Figura 15):

LT (lunghezza del tendine) La lunghezza del tendine tibiorotuleo misurata dalla sua origine nel polo distale della rotula fino alla sua inserzione sul tubercolo tibiale; questo punto di inserzione è di facile evidenziazione ed è rappresentato da una chiara e definita incisura che può essere anche usata come punto di repere della misurazione nei radiogrammi sovraesposti dove non è chiaramente visibile il decorso del tendine stesso.

LP (lunghezza della rotula) Viene misurata la lunghezza diagonale maggiore della rotula.

WCBL (larghezza del condilo femorale all'altezza della linea di Blumensaat) Considerando che i condili femorali sono di egual misura, uno solo viene misurato all'altezza della linea di Blumensaat.

HI (altezza dell'inserzione) Viene misurata la distanza perpendicolare dal livello del plateau tibiale fino al punto di inserzione del legamento tibiorotuleo sulla tibia.

Attraverso tutte queste misurazioni l'Autore concluse che:

- la lunghezza del tendine tibiorotuleo (LT) era simile alla lunghezza della rotula (LP), ed il rapporto LT:LP era 1,02, con una deviazione standard dello 0,13;
- la misura della lunghezza della rotula (LP) e quella dei condili femorali (WCBL) erano approssimativamente uguali;
- la misura dell'altezza dell'inserzione del tendine tibiorotuleo (HI) era leggermente superiore della metà della lunghezza del tendine tibiorotuleo.

In conclusione lo studio dimostrò che in articolazioni normali la lunghezza del tendine tibiorotuleo è uguale alla lunghezza diagonale maggiore della rotula con delle possibili variazioni naturali. Quindi considerando che per ritenere una articolazione “normale” la lunghezza del tendine tibiorotuleo non può differire

dalla lunghezza della rotula per un intervallo di confidenza del $\pm 20\%$, i casi fuori da questo standard vengono considerati come “patella alta” o “patella baja”.¹⁸

Nel 1977 **Blackburne e Peel** propongono un nuovo metodo per la misurazione dell'altezza della rotula. Così come Blumensaat nel loro studio includono radiogrammi laterali con articolazioni flesse di 30° . Questo studio nasce per ovviare alle in accuratezze mostrate dal metodo descritto da Insall e Salvati, sulla base di un altro studio condotto da Lancourt e Cristini nel 1975, il quale evidenziava che nei pazienti affetti da Condromalacia e da Osgood-Schlatter's Disease patologia che prevede una dislocazione prossimale del tubero tibiale in alto causata dall'eccessiva tensione effettuata dal gruppo muscolare del quadricipite sulla fisi ancora in accrescimento, il metodo Insall-Salvati dava dei rapporti molto bassi (0,86 e 0,87 rispettivamente),

proprio perché prevedeva prevede che il punto di inserzione del legamento tibiorotuleo sulla tibia fosse fisso. In questo studio vennero prese in considerazione 2 misure successivamente messe in rapporto.

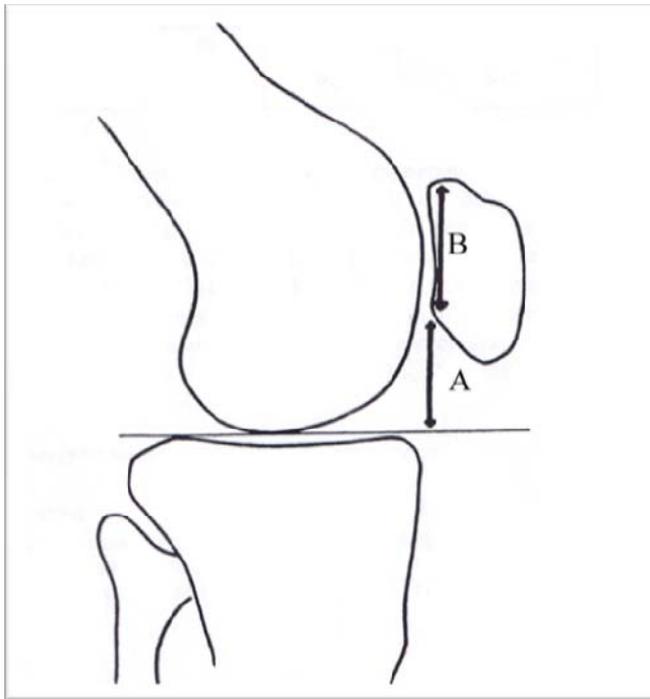


Figura 16 (Blackburne and Peel modificato)

A: rappresentata dall'altezza misurata a partire dal polo distale della rotula fino al livello della linea orizzontale del plateau tibiale.

B:rappresentata dalla lunghezza della superficie articolare della rotula.

Nello studio furono inclusi 171 radiogrammi di articolazioni normali (articolazioni con danni meniscali), 58 radiogrammi di articolazioni con sublussazione della rotula ricorrente e 40 radiogrammi di articolazioni affette da condromalacia.

La conclusione dello studio fu che risultavano rotule con posizione verticale corretta quelle che avevano un rapporto A:B che rientrava tra 0,54 e 1,06.⁶

Nel 1982 **Caton et al**, non del tutto soddisfatti dei metodi di misurazione esistenti, lavorarono all'attuazione di un nuovo metodo mirato soprattutto all'individuazione delle "rotule basse" che doveva avere tre requisiti fondamentali: affidabilità, semplicità, applicabilità quotidiana. Quindi indipendente dalla grandezza del ginocchio e dall'ingrandimento radiografico, indipendente dalla posizione della tuberosità tibiale e da

modificazioni proprie della rotula. Questo metodo includeva radiogrammi con articolazioni con flessione variabile tra 10° e 80°, consiste nella misurazione della distanza dalla superficie articolare del bordo inferiore della rotula, all'angolo antero superiore della tibia "AT" e della lunghezza esclusivamente articolare della rotula stessa "AP". Mettendo in rapporto tali misurazioni "AT:AP" ottennero che su 141 radiografie di soggetti normali, di cui 80 uomini e 61 donne, valori di:

- $0,96 \pm 0,134$ per gli uomini
- $0,99 \pm 0,129$ per le donne

Quindi dopo rielaborazione statistica dei risultati si arrivò alla conclusione che per un rapporto $\leq 0,6$ si potesse parlare di Patella Baja, mentre per un rapporto $\geq 1,3$ si potesse parlare di Patella Alta.⁹

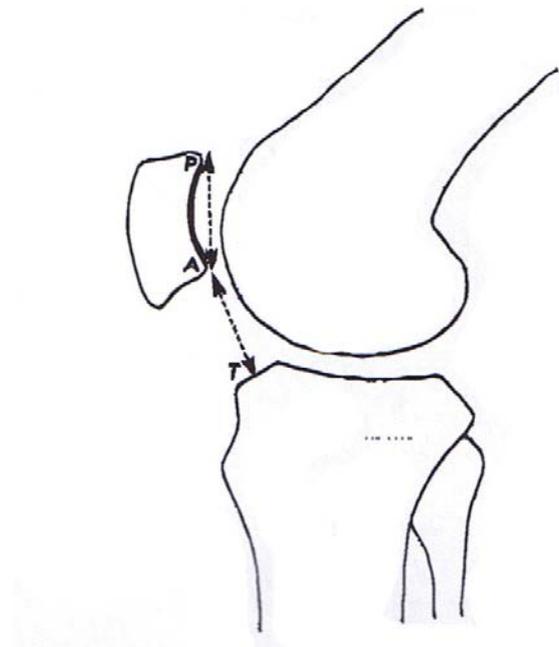


Figura 17 (Caton et all modificato)

Nel 1985 **de Carvalho et al**, non soddisfatti del metodo Insall-Salvati universalmente riconosciuto e utilizzato dalla maggior parte dei radiologi e ortopedici, misero a punto un nuovo metodo sulla base di alcune in accuratezze che vi avevano evidenziato. La prima critica mossa fu che gli Autori nel loro studio avevano usato radiogrammi laterali di ottima qualità con una buona visualizzazione del decorso del tendine tibiorotuleo, cosa che non sempre è evidente in tutti i radiogrammi laterali di routine; tale cosa fu considerata una fonte di errore statisticamente significativa ($P < 0,01$), perché in base alla qualità del radiogramma si possono avere delle differenze di misurazione se la lunghezza del tendine tibiorotuleo (LT Insall-Salvati index) viene misurata direttamente seguendo il suo decorso se visibile sul radiogramma oppure se misurato, considerando il suo punto di inserzione distale sulla tibia visualizzato come caratteristica “dentellatura” senza che il decorso del tendine stesso fosse evidenziabile sul radiogramma. Altro elemento di non scarsa importanza fu considerare che

radiogrammi eseguiti con anche lievi rotazioni dell'articolazione del ginocchio potevano causare una scarsa o insufficiente visualizzazione della "dentellatura" di inserzione distale del tendine tibiorotuleo sulla tibia. Per ovviare a tutto ciò gli Autori cercarono una misurazione attendibile caratterizzata sempre da un rapporto tra due misure lineari che però non tenesse in considerazione la lunghezza ipotizzata "variabile" del legamento

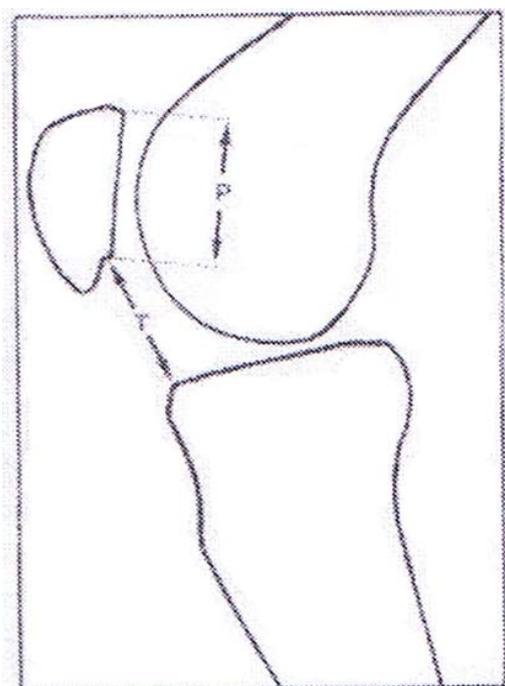


Figura 18(A. de Carvalho et al modificato)

tibiorotuleo. A tale scopo furono presi in esame 150 radiogrammi laterali eseguiti con una flessione dell'articolazione del ginocchio di 30° e su tali radiogrammi effettuate due misurazioni:

“P”, ovvero la lunghezza della sola superficie articolare della rotula e

“T” ovvero la distanza tra la parte terminale della superficie articolare della rotula sul polo distale e la parte terminale craniale

del plateau tibiale (Figura 18). Il risultato, con approccio prettamente statistico e non clinico, fu di un rapporto T:P considerato normale con significatività 95% uguale a 1,11. Gli stessi Autori ammisero che il loro metodo in caso di scarsa visualizzazione dei margini utili alla misurazione, in presenza di ipoplasia patellare o del plateau tibiale e in presenza di calcificazioni in prossimità della spina tibiale risultava inadeguato e andava sostituito in tali eccezioni con il metodo Insall-Salvati.¹⁰

Nel 1990 **Grelsamer et al**, mettono a punto un nuovo metodo modificato a partire dal precedente metodo Insall-Salvati. L'esigenza di questo nuovo metodo nacque dal fatto che il metodo Insall-Salvati standard non prendeva in considerazione la morfologia delle diverse rotule, le quali potevano avere faccette non articolari diverse nei vari soggetti, inoltre in tale metodo veniva considerata la lunghezza maggiore della rotula, quindi tale misurazione risultava non più oggettiva ed applicabile a tutti i

soggetti, con il risultato finale che tale indice in alcuni soggetti affetti dalla cosiddetta “Patella Alta” produceva dei falsi negativi. Quindi il nuovo metodo prevedeva come misurazione l’equivalente del rapporto tra la lunghezza misurata a partire dal punto più distale della faccetta articolare inferiore della rotula fino all’inserzione del legamento tibiorotuleo sulla tibia, e la lunghezza della sola faccetta articolare della rotula.

In questo studio sono stati inclusi 300 casi sui quali fu effettuata sia la misurazione standard Insal-Salvati che il metodo modificato.

I risultati non furono molto soddisfacenti, in quanto dei 36 casi di Patella Alta, 18 (50%) furono rilevati grazie al metodo Insall-Salvati standard e 28 (78%) furono rilevati con il metodo modificato. Questo dimostrò che il metodo Insall-Salvati standard in quello studio dava la metà dei casi patologici come normali, e che il metodo modificato dava il 22% di falsi negativi.

Ma nonostante i metodi Blackburne, Caton e de Carvalho siano i metodi più efficaci, questi non sono molto accettati ed utilizzati

dalla maggior parte degli ortopedici, i quali preferiscono il metodo Insall-Salvati, quindi facilmente sostituibile dal metodo modificato grazie alla sua facile applicazione come nel metodo standard ¹²

Nel nostro studio verrà utilizzato il metodo Insall-Salvati opportunamente adattato al cane come proposto da Johnson *et al.* ^{19, 21}

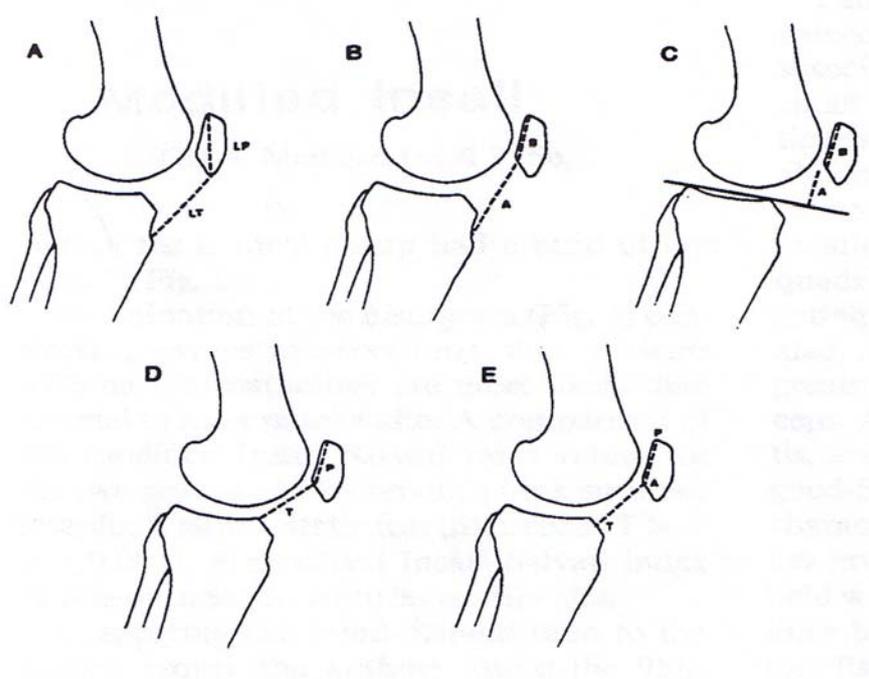


Figura 19 (Grelsamer, P. et al modificato)

Vari indici di misurazione

(A) Insall Salvati. (B) Insall Salvati Modificato. (C) Blackburn. (D) de Carvalho.

(E) Caton

Capitolo 3 – Medicina veterinaria

MISURAZIONE DELLA POSIZIONE VERTICALE DELLA ROTULA IN ARTICOLAZIONI NORMALI IN MEDICINA VETERINARIA

In medicina veterinaria l'unico metodo descritto in letteratura per la misurazione della posizione della rotula è quello proposto da Johnson *et al* esclusivamente su cani di grossa taglia (20-50 Kg) con scheletro maturo (≥ 1 anno di età).^{19, 21}

Tale metodo (rifacendosi al metodo Insall Salvati) si basa sulla misurazione di un indice di riferimento che misura e mette in rapporto (L:P) la lunghezza del legamento tibiorotuleo a partire dalla sua inserzione distale sulla rotula fino all'inserzione dello stesso sulla tibia "L" (in un preciso avvallamento posizionato appena cranialmente alla cresta tibiale, facilmente identificabile e

sempre costante in tutti i soggetti) e la lunghezza maggiore della rotula “P” seguendo il profilo caudale rotondeggiante della rotula e non considerando la lunghezza di eventuali osteofiti presenti sul margine distale ed (escludendo dalla misurazione i soggetti con osteofitosi gravi tali da non rendere identificabile il profilo originario della rotula stessa). Questo tipo di misurazione viene eseguito facilmente e in maniera del tutto ripetibile su normali proiezioni radiografiche medio-laterali indipendentemente dall’angolo formato dall’articolazione in un intervallo di 75-148°, (questo perché il legamento tibiorotuleo risulta scarsamente elastico) e indipendentemente dal fatto che il decorso del legamento tibiorotuleo sia pienamente visibile fino al punto di inserzione sulla tibia. Il primo dei due studi fu effettuato nel 2001 su 13 cadaveri di cani di grossa taglia. L’obiettivo di tale studio fu di dimostrare che il tipo di misurazione effettuato fosse ripetibile ed indipendente dall’angolo di flessione dell’articolazione.

Per ottenere ciò vennero presi in esame 26 arti posteriori ed in successione vennero montati su di un apposito apparecchio meccanico che bloccava le estremità del femore e della tibia e permetteva di variare con precisione l'angolo di flessione dell'articolazione del ginocchio. In seguito vennero effettuate 5 radiografie per ogni arto in diverse angolazioni di flessione: 75°, 96°, 113°, 130°, 148°.

Su tali radiografie vennero effettuate le misurazioni :

(*L*) La lunghezza del legamento tibiorotuleo

(*P*) La lunghezza maggiore della rotula

Tramite la comparazione delle diverse misure effettuate alle diverse angolazioni, si arrivò alla conclusione che tale tipo di misurazione (grazie al fatto che il legamento tibiorotuleo risulta scarsamente elastico) fosse indipendente dal grado di flessione dell'articolazione durante l'acquisizione dell'immagine radiografica. Il tipo di misurazione risultò inoltre ripetibile perché la misurazione del rapporto L:P è indipendente dalla grandezza

del cane e dall'esposizione della radiografia, ed inoltre tale misura è facilmente ottenibile da qualsiasi immagine radiografica del ginocchio laterale tramite due semplici misurazioni lineari. Il rapporto L:P è stato definito normale se uguale a 1,68 con un intervallo di confidenza del 95% considerando i soggetti $> 2,03$ con patella alta e i soggetti $< 1,33$ con patella baja.

In un secondo studio pubblicato nel 2006 gli stessi Autori analizzarono retrospettivamente una casistica maggiore divisa in due gruppi, ovvero i soggetti "sani" 50 cani e i soggetti con "lussazione mediale di rotula" 30 cani. Su entrambi i gruppi di soggetti fu effettuata la misurazione del rapporto L:P, tale misurazione fu effettuata da 4 diverse persone e poi standardizzata statisticamente, in quanto effettivamente tra i diversi esaminatori c'erano delle variazioni oggettive sulla misurazione, causate dal fatto che soprattutto nel gruppo "lussazione di rotula mediale" molti soggetti presentavano delle osteofitosi nel polo distale della rotula che potevano inficiare la misurazione.

Questa volta l'intervallo di riferimento delle misurazioni se pur molto simile fu di 1,45 e 1,97 considerando i soggetti $< 1,45$ come patella baja e i soggetti $> 1,97$ come patella alta. Gli Autori riportarono inoltre che i soggetti con “lussazione di rotula mediale” avevano dei rapporti L:P mediamente maggiori di quelli del gruppo dei “sani”.^{19, 21}

Capitolo 4 – Lavoro sperimentale su cadaveri

INTRODUZIONE AL LAVORO

In considerazione del fatto che gli studi presenti in letteratura veterinaria sono abbondanti per quanto riguarda i problemi relativi all'allineamento dell'arto posteriore, ma sono ancora scarsi per quanto riguarda la caratterizzazione della posizione rotulea verticale, l'obiettivo del lavoro è stato proprio quello di caratterizzare la posizione rotulea verticale, prendendo in esame retrospettivamente solo soggetti di piccola e media taglia di peso massimo equivalente a 20 Kg. Per fare ciò sono stati applicati i criteri di misurazione proposti da Johnson et al,^{19, 21} cercando appunto di verificare se questi parametri sono applicabili anche ai soggetti di piccola e media taglia. La prima fase del lavoro ha lo

scopo di verificare la reale posizione e riconoscibilità dei punti dove in seguito saremmo andati ad effettuare le misurazioni, ed è stata svolta su pezzi anatomici e corrispondenti radiogrammi in proiezione medio-laterale di cani deceduti per cause non correlate allo studio in questione. In seconda istanza, sono state effettuate delle misurazioni su radiografie di un campione di soggetti sani con scheletro maturo e su un campione di soggetti in cui era stata formulata diagnosi clinica di lussazione rotulea. Infine i dati raccolti sono stati analizzati statisticamente e organizzati in tabelle.

LAVORO PRELIMINARE

MATERIALI E METODI

Il primo obiettivo del nostro lavoro di misurazione è stato quello di stabilire con certezza che il punto di inserzione del legamento tibiorotuleo sulla tibia fosse realmente identificabile e facilmente riconoscibile poiché in letteratura è descritto come ben rappresentato da una piccola “dentellatura” in prossimità della sommità della cresta tibiale, riconoscibile, se pur con l’ausilio di un occhio esperto e attento, anche in radiogrammi in cui l’esposizione non sia del tutto ottimale.

A tale proposito sono stati utilizzati 14 pezzi anatomici di arti posteriori di cadaveri ed effettuate altrettante radiografie laterali.

Meticcio <10 Kg	1 arto
Meticcio 17 Kg	2 arti
Labrador 1	2 arti
Labrador 2	2 arti
Rottweiler	1 arto
Setter inglese	2 arti
Setter irlandese	2 arti
Pastore tedesco	2 arti

Tali pezzi anatomici sono stati preparati rimuovendo i tessuti superficiali per permettere la visualizzazione del tendine tibiorotuleo, il quale veniva reciso trasversalmente prossimalmente e cranialmente alla rotula (Figura 20) o a metà distanza tra inserzione distale sulla rotula e inserzione sulla cresta tibiale, e ribaltato per poter permettere la visualizzazione del preciso punto di inserzione sulla tibia, previa asportazione del tessuto adiposo sottostante (Figura 21, 22 e 23).



Figura 20

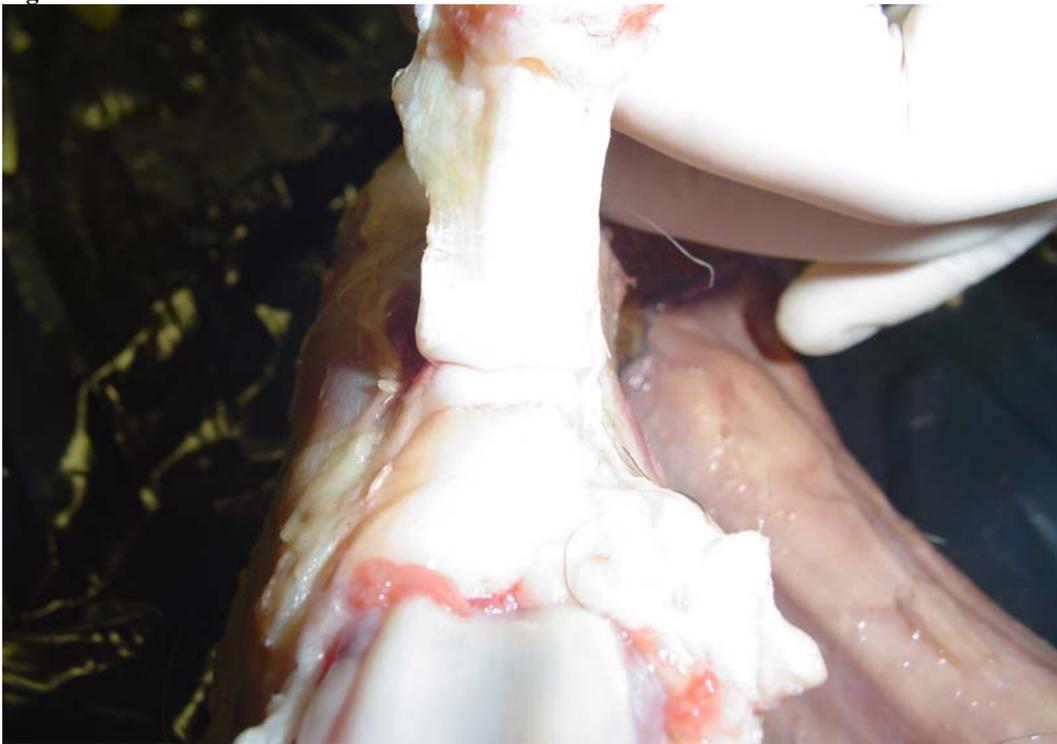


Figura 21

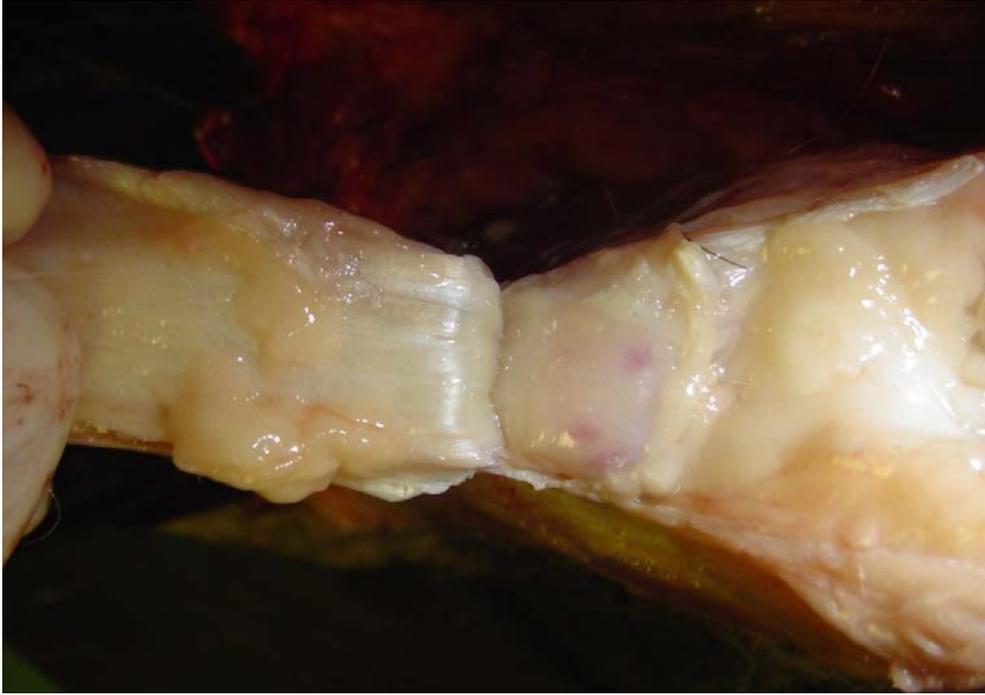


Figura 22

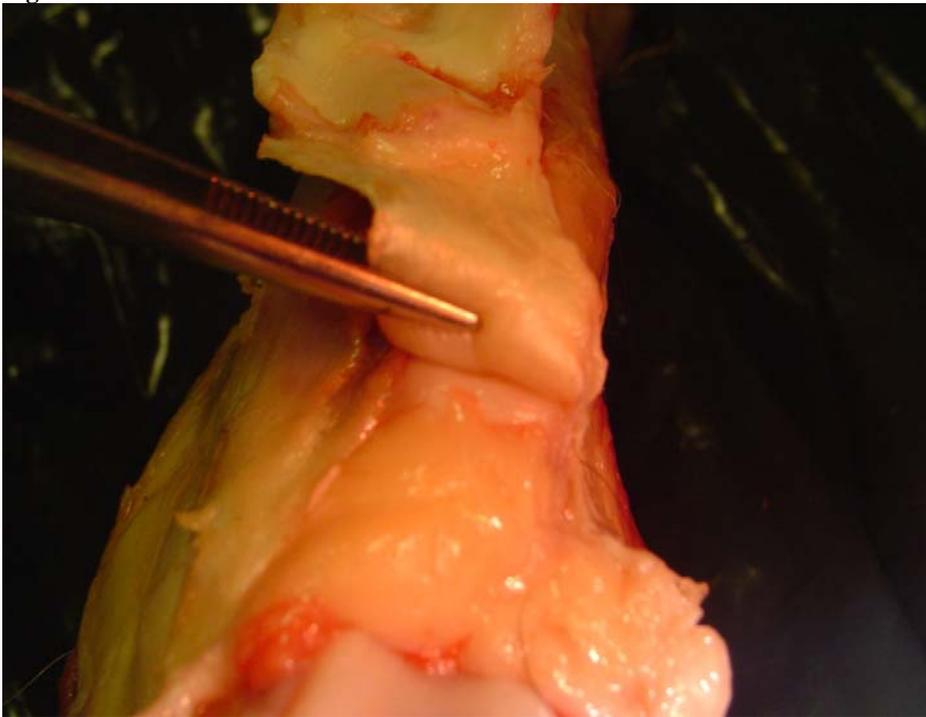


Figura 23

Una volta stabilito visivamente l'esatto punto di inserzione del legamento tibiorotuleo sulla tibia, veniva inserito un primo repere metallico, direttamente sotto il legamento tibiorouleo (Figura 24) in prossimità del passaggio tra parte legamentosa e inserzione sull'osso. Successivamente un secondo riferimento metallico veniva posizionato nella sua parte di inserzione finale sulla cresta tibiale, nella zona di passaggio tra parte fibrosa del legamento stesso ed inizio della parte ossea, facilmente visibile esternamente, in modo da stabilire radiograficamente in seguito lo spessore del tendine tibiorotuleo a livello della sua inserzione (Figura 25).

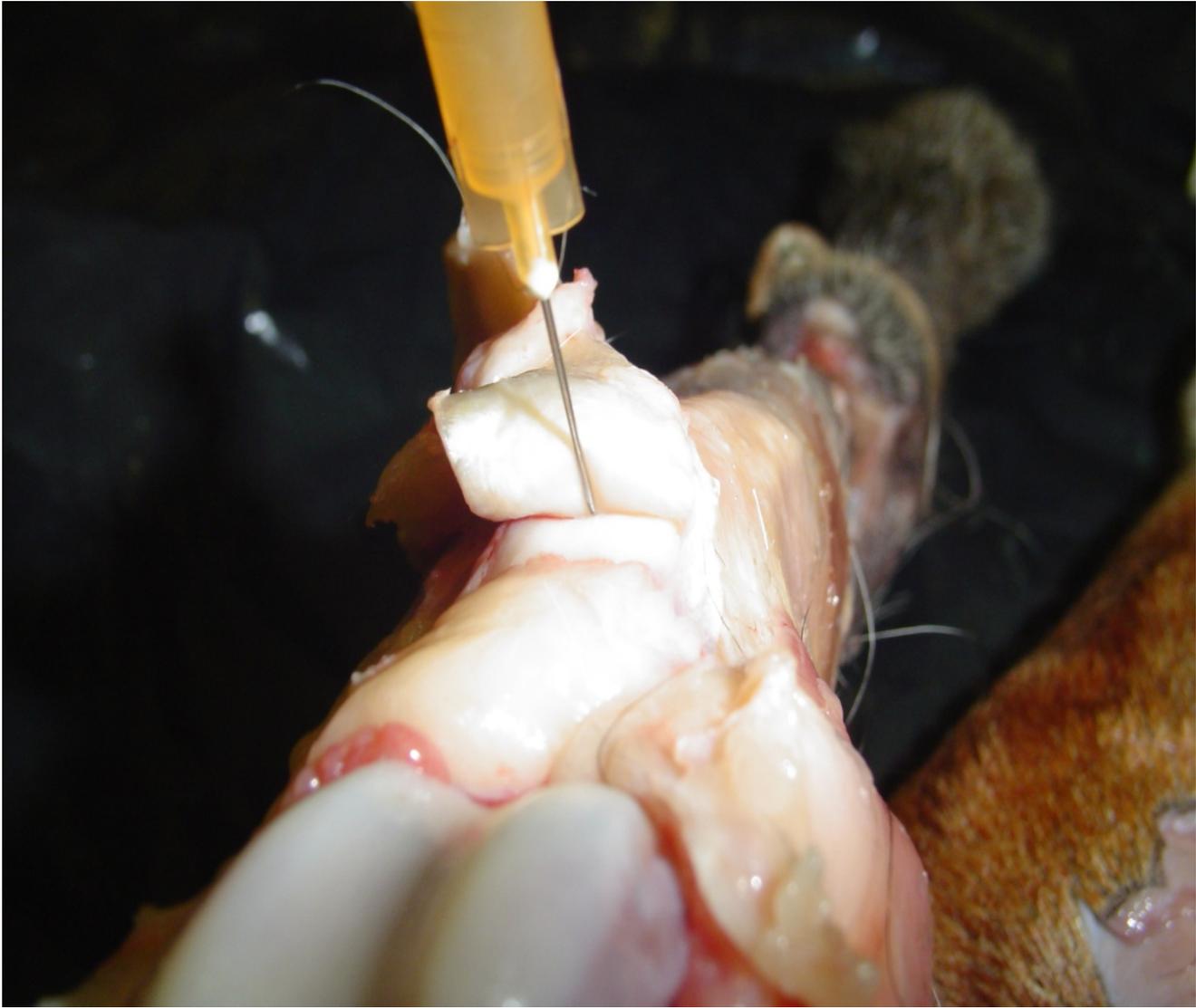


Figura 24

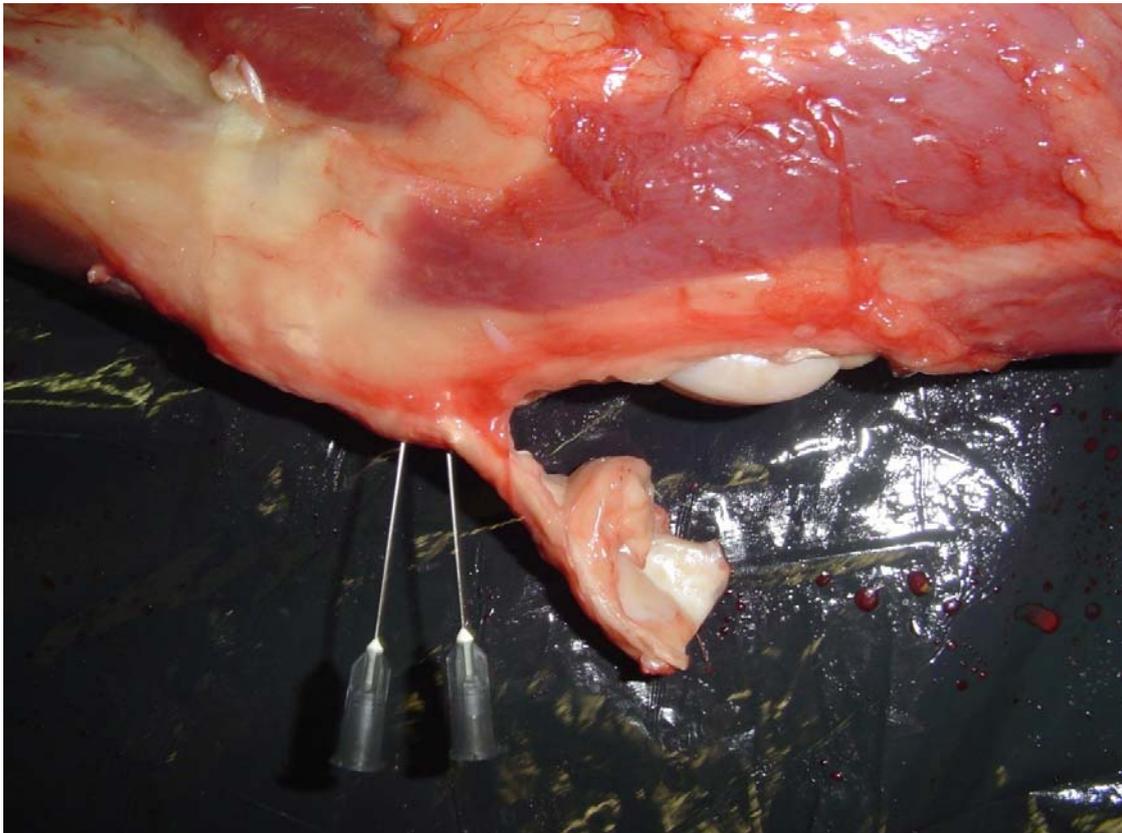


Figura 25

In seguito i singoli pezzi anatomici così preparati venivano posizionati opportunamente sul tavolo radiografico ed eseguiti radiogrammi medio-laterali utilizzando pellicole di dimensione standard 24 X 30 (Figura 26).



Figura 26

RISULTATI

Dai dati ottenuti grazie alla diagnostica per immagini si può affermare che effettivamente il punto di inserzione del legamento tibiorotuleo sulla tibia è pressoché costante e comunque, nonostante le diverse conformazioni tibiali analizzate, dovute alla diversità di razza dei soggetti presi in esame, tale punto risulta sempre chiaramente identificabile come un piccolo avvallamento

craniale sulla cresta tibiale (Figura 27, 28, 29, 30, 31, 32); dato importante e utile soprattutto riguardo la successiva misurazione di radiogrammi in cui l'esposizione non era perfettamente ottimale.

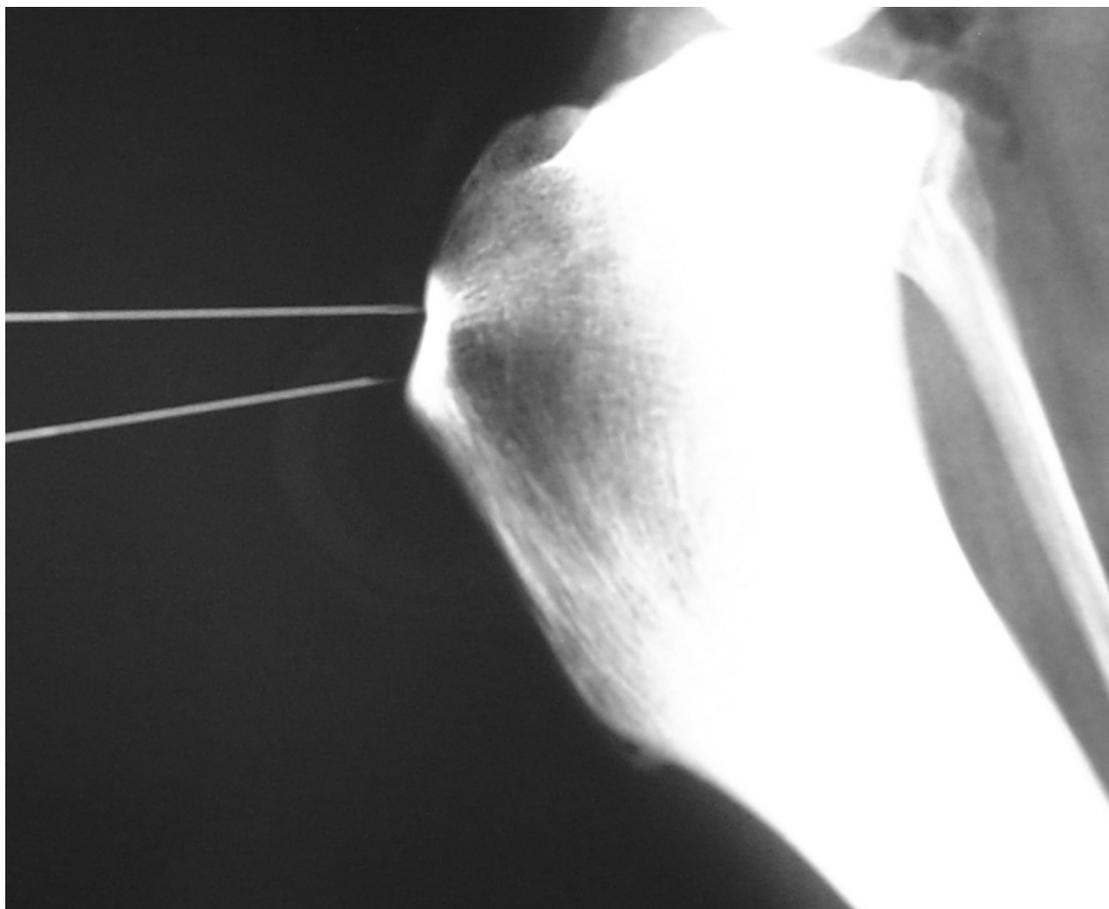


Figura 27

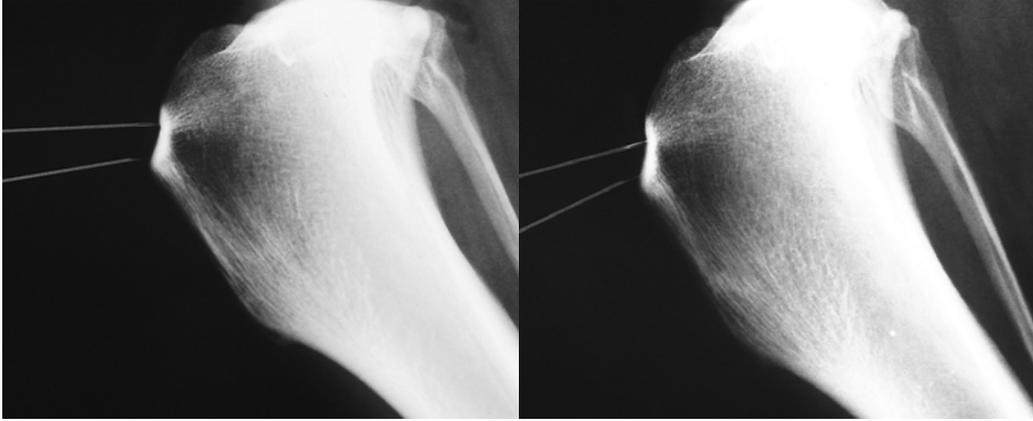


Fig 28

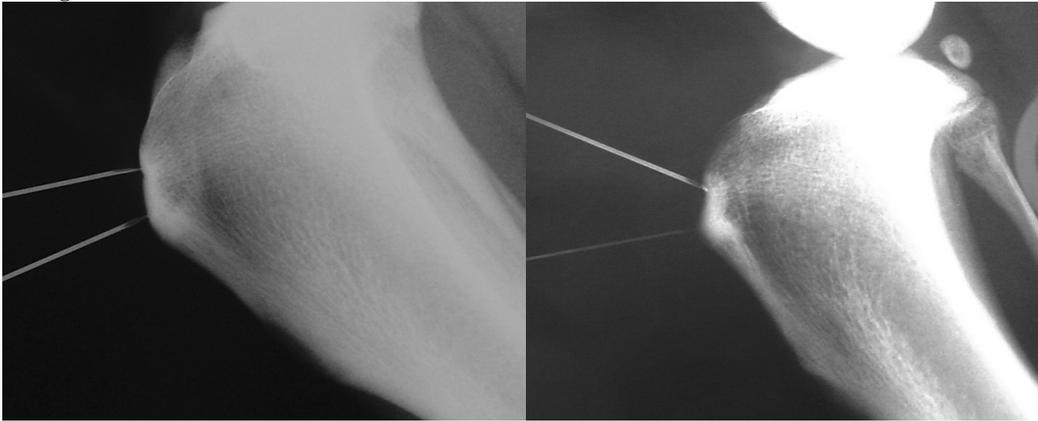


Fig 29

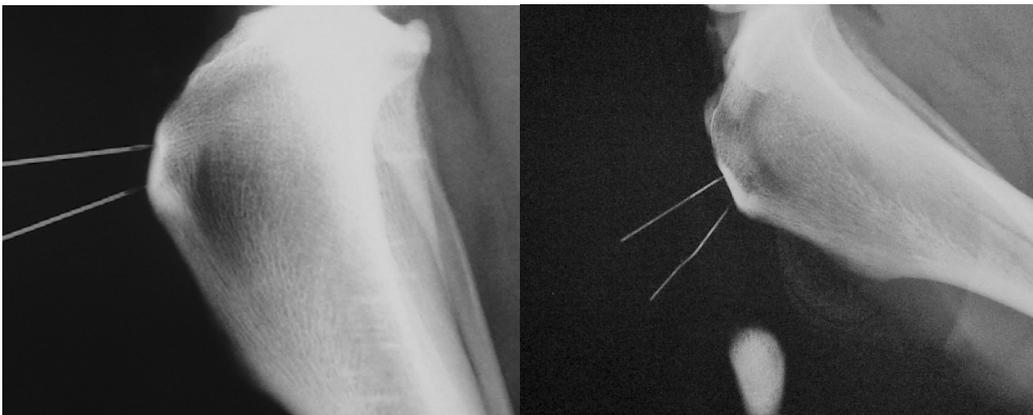


Fig 30

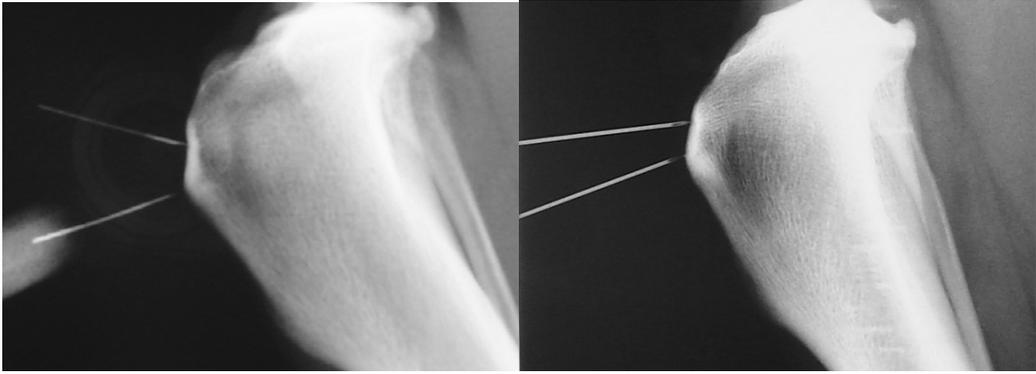


Fig 31

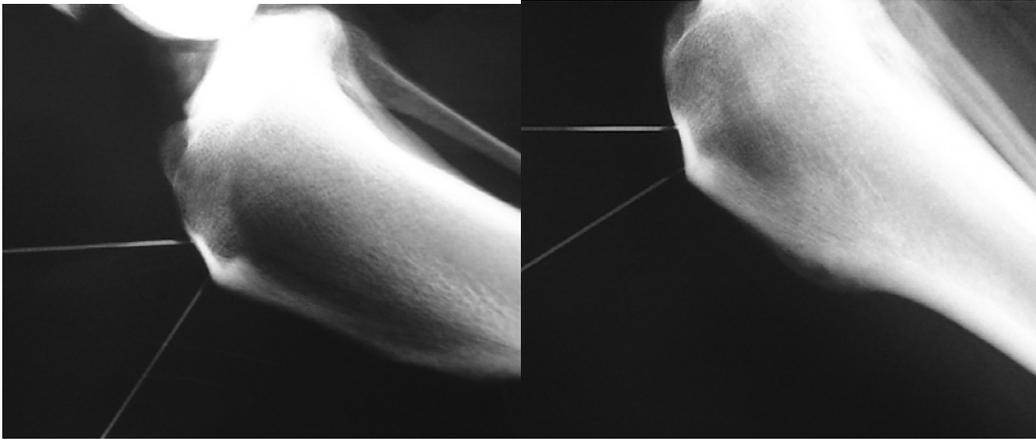


Fig 32

Capitolo 5 – Studio radiografico

MATERIALI E METODI

Sulla base delle conoscenze acquisite dalla revisione della letteratura e dall'indagine radiografica eseguita sui pezzi anatomici, è stato eseguito uno studio retrospettivo su radiogrammi, provenienti dall'archivio del Dipartimento di Clinica Veterinaria dell'Università di Pisa, di pazienti riferiti per patologie ortopediche e non, a partire dall'anno 2000 fino all'anno 2007, di cui fosse disponibile una proiezione medio-laterale del ginocchio correttamente posizionata e ben leggibile.

Come proposto da Johnson et al, sono state effettuate due misurazioni lineari: LTR, ovvero la lunghezza del legamento tibiorotuleo a partire dalla sua inserzione distale sulla rotula fino al reale punto di inserzione sulla tibia, come precedentemente dimostrato nella fase preliminare sui cadaveri, ed LP, ovvero la

lunghezza maggiore della rotula; tali misure sono state poi messe in rapporto tra loro (LTR:LP).

Oltre alle misurazioni descritte è stata poi effettuata un'ulteriore misurazione, definita LT, corrispondente alla lunghezza della troclea misurata a livello della cicatrice condiloidea craniale (incisura estensoria) fino alla sua fine determinata da uno "schiacciamento" evidenziabile sul femore leggermente al di sopra della rotula, e calcolati i rapporti LT:LP e LT:LTR (Fig 33).

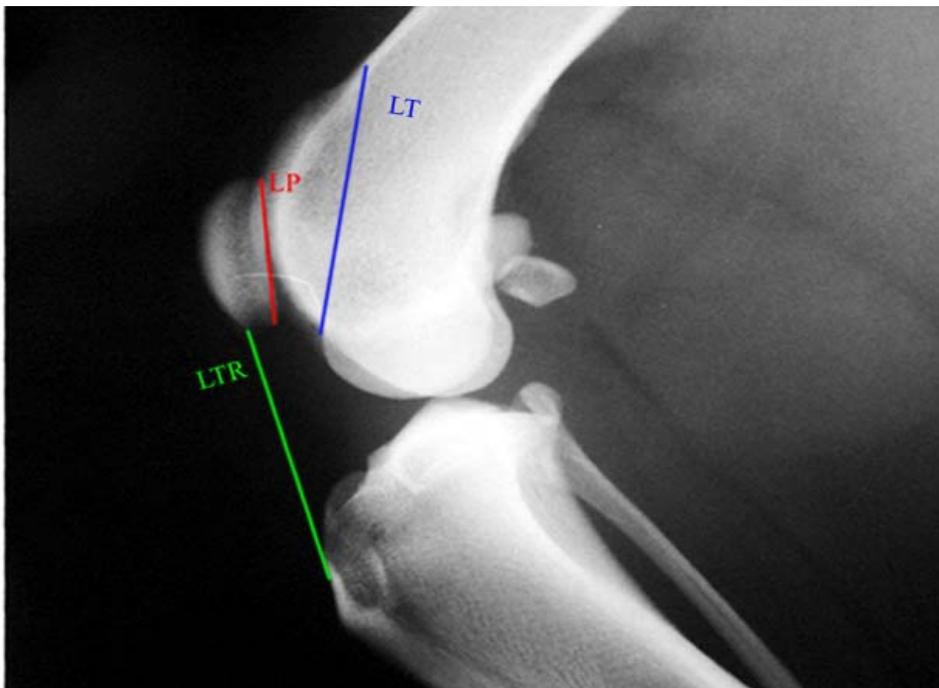


Figura 33

Le misurazioni sopra elencate sono state effettuate manualmente e direttamente sui singoli radiogrammi; questo perché nonostante le nostre misurazioni fossero lineari e successivamente messe esclusivamente in rapporto, quindi non considerate come misurazioni quantitative singole, la digitalizzazione di tali immagini avrebbe potuto portare ad una potenziale perdita di qualità, creando difficoltà soprattutto nei radiogrammi con qualche problemi di esposizione.

I radiogrammi misurati erano provenienti esclusivamente da soggetti di piccola e media taglia, con peso massimo di 20 Kg, di cui fosse presente una cartella clinica dettagliata. Questi a loro volta sono stati suddivisi in due gruppi maggiori: “Sani” e “Lussati” e organizzate in due grafici distinti le razze prese in esame nella nostra popolazione (Fig 34, Fig 35).

Per quanto riguarda il gruppo dei “Sani” sono stati presi in esame 46 radiogrammi medio-laterali di cui fosse esplicitamente indicato in cartella clinica che i radiogrammi erano stati effettuati in età

non inferiore ai 12 mesi, in modo da avere immagini radiografiche di soggetti con scheletro maturo. Per quanti riguarda i soggetti “Lussati”, invece, sono stati presi in esame radiogrammi medio-laterali senza limiti di età di soggetti in cui fosse esplicitamente formulata in cartella clinica una diagnosi di lussazione di rotula, mediale o laterale, riportando tra i dati raccolti ove possibile il grado di lussazione e la presenza di osteoartrite.

I dati raccolti sono stati analizzati statisticamente e riportati in tabelle. Per una migliore e chiara lettura dei risultati per quanto riguarda il gruppo dei “Lussati” in totale 47 arti sono state compilate più tabelle tenendo conto dei diversi sottogruppi ottenibili:

1. Lussati adulti, 35 arti
2. Lussati giovani, 12 arti
3. Lussazione mediale, 42 arti
4. Lussazione mediale adulti, 32 arti
5. Lussazione mediale giovani, 10 arti

6. Lussazione laterale 5 arti solo soggetti adulti

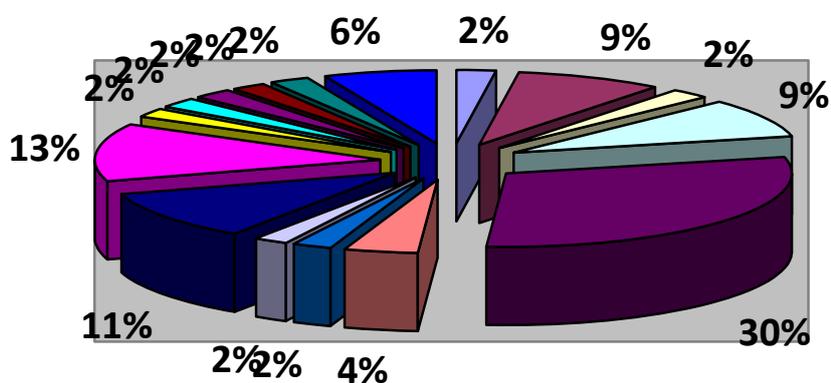


Figura 34 Rappresentazione grafica della provenienza di razza degli arti sani misurati

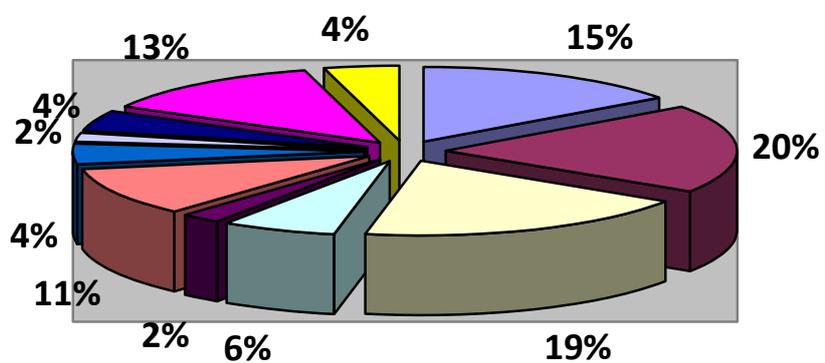


Figura 35 Rappresentazione grafica della provenienza di razza degli arti lussati misurati

ANALISI DEI DATI RACCOLTI

Tabella 1: Gruppo 1, popolazione normale (sani)

rx#	LTR	LP	LT	LTR:LP	LT:LP	LT:LTR	OA
35002	28	17	29	1,6471	1,7059	1,0357	
65401	23	12	23	1,9167	1,9167	1,0000	
75501	38	17	29	2,2353	1,7059	0,7632	
77701	18	11	22	1,6364	2,0000	1,2222	
9502	18	11	22	1,6364	2,0000	1,2222	
24202	22	16	30	1,3750	1,8750	1,3636	
27002	19	12	23	1,5833	1,9167	1,2105	
31002	48	20	42	2,4000	2,1000	0,8750	
31802	25	16	26	1,5625	1,6250	1,0400	
43602	26	16	28	1,6250	1,7500	1,0769	
43602	25	16	29	1,5625	1,8125	1,1600	
47702	26	15	31	1,7333	2,0667	1,1923	
54202	22	14	22	1,5714	1,5714	1,0000	
71302	31	15	29	2,0667	1,9333	0,9355	
10703	18	12	19	1,5000	1,5833	1,0556	
20003	27	14	25	1,9286	1,7857	0,9259	
57003	19,5	11,5	23	1,6957	2,0000	1,1795	
73203	27	14	27	1,9286	1,9286	1,0000	
15504	28	14	29	2,0000	2,0714	1,0357	
15504	28	15	30	1,8667	2,0000	1,0714	
17604	29,5	17	30	1,7353	1,7647	1,0169	
35002	31	17	29	1,8235	1,7059	0,9355	
9006	21	14	27	1,5000	1,9286	1,2857	
9006	21	14	27	1,5000	1,9286	1,2857	
24906	14	10	19	1,4000	1,9000	1,3571	
24906	14	10	19	1,4000	1,9000	1,3571	
29906	26	15	29	1,7333	1,9333	1,1154	
398	25	13	29	1,9231	2,2308	1,1600	
71506	21	14	22	1,5000	1,5714	1,0476	
102.286	33	15	31	2,2000	2,0667	0,9394	
102.286	33	15	31	2,2000	2,0667	0,9394	
101.330	31	17	35	1,8235	2,0588	1,1290	
101.450	32	18	34	1,7778	1,8889	1,0625	*
101.498	26	15	32	1,7333	2,1333	1,2308	
102.146	28	13	29	2,1538	2,2308	1,0357	
102.472	26	16	29	1,6250	1,8125	1,1154	
102.472	26	15	30	1,7333	2,0000	1,1538	
102.582	24	11	25	2,1818	2,2727	1,0417	*
101.723	35	15	34	2,3333	2,2667	0,9714	
102.360	23	18	25	1,2778	1,3889	1,0870	
102.491	15	9	15	1,6667	1,6667	1,0000	*
28705	25	15	26	1,6667	1,7333	1,0400	
28705	25	15	27	1,6667	1,8000	1,0800	
43605	18	11	22	1,6364	2,0000	1,2222	
46605	37	18	40	2,0556	2,2222	1,0811	
62805	23	16	30	1,4375	1,8750	1,3043	
media				1,7642	1,9040	1,0948	
mediana				1,7145	1,9226	1,0742	
dev standard				0,2724	0,2011	0,1339	
moda				1,7333	2,0000	1,0000	
confidenza				0,0787	0,0581	0,0387	
LTR	lunghezza tibio-rotuleo						
LP	lunghezza rotula						
LT	lunghezza troclea femorale						
*	presenza di osteoartrosi						

Dall'analisi dei dati raccolti in **tabella 1** si deduce:

- La media di LTR:LP \pm la deviazione standard è uguale a $1,76 \pm 0,27$
- L'intervallo di confidenza 95% è compreso tra 1,41 e 2,11
- La lunghezza della troclea femorale è circa il doppio della lunghezza della rotula (LT:LP 1,90)
- La lunghezza della troclea femorale e la lunghezza del legamento tibiorotuleo sono pressoché uguali (LT:LTR 1,09)

Sulla base di quanto descritto, e dalle conoscenze acquisite da quanto già affermato in letteratura, il nostro “gruppo dei sani” per quanto concerne i soggetti di piccola e media taglia, indica come portatori di patella alta tutti i soggetti che abbiano un rapporto LTR:LP $> 2,11$ e come portatori di patella baja tutti i soggetti con rapporto LTR:LP $< 1,41$ (dato che non si discosta molto da quanto affermato da Johnson et al per quanto riguarda i soggetti di grossa taglia).

Tabella 2 gruppo 2, soggetti con lussazione rotulea

rx#	LTR	LP	LT	LTR:LP	LT:LP	LT:LTR	OA
36801	18,5	13	20	1,4231	1,5000	1,0541	
39102	17	10	21	1,7000	2,1000	1,2353	
83601	18,5	13	25	1,4231	1,9231	1,3514	
24902	20	11	23	1,8182	2,0909	1,1500	
24902	20	11	23	1,8182	2,0909	1,1500	
18803	18,5	11	21	1,6818	1,9091	1,1351	
22203	20	12,5	23	1,6000	1,8400	1,1500	
34703	15,5	9	17	1,7222	1,8889	1,0968	
34903	15,5	11	22	1,4091	2,0000	1,4194	
73603	14,5	8,5	14	1,7059	1,6471	0,9655	
74403	13,5	8,5	16	1,5882	1,8824	1,1852	
74403	13,5	7,5	17	1,8000	2,2000	1,2222	
59004	15	9	16	1,6667	1,7778	1,0667	
69904	28	15,5	26	1,8065	1,6774	0,9286	
69904	29	16	26	1,8125	1,6250	0,8966	
8105	18	12	22	1,5000	1,8333	1,2222	
3704	29	14	30	2,0714	2,1429	1,0345	
25604	28	17	28	1,6471	1,6471	1,0000	
7206	15	9,5	22	1,5789	2,3158	1,4667	
7206	15	9,5	22	1,5789	2,3158	1,4667	
48204	19	11	21	1,7273	1,9091	1,1053	
48204	18,5	11	21	1,6818	1,9091	1,1351	
54104	35	16	31	2,1875	1,9375	0,8857	
54104	36	16	31	2,2500	1,9375	0,8611	
18304	26	15	28	1,7333	1,8667	1,0769	
102.086	19	9,5	19	2,0000	2,0000	1,0000	
102.086	18	10	19	1,8000	1,9000	1,0556	
101.158	33	13	35	2,5385	2,6923	1,0606	*
101.158	32	13	36	2,4615	2,7692	1,1250	*
18304	27	14	29	1,9286	2,0714	1,0741	*
73603	16	9	14	1,7778	1,5556	0,8750	*
28501	20	14	26	1,4286	1,8571	1,3000	*
65403	18	11	20	1,6364	1,8182	1,1111	*
70203	12	9	19	1,3333	2,1111	1,5833	*
72603	15	10	20	1,5000	2,0000	1,3333	*
31104	30	16	28	1,8750	1,7500	0,9333	*
31104	31	17	28	1,8235	1,6471	0,9032	*
61104	35	19	35	1,8421	1,8421	1,0000	*
25604	27,5	17	29	1,6176	1,7059	1,0545	*
34106	17	7	16	2,4286	2,2857	0,9412	
41506	18	11	24	1,6364	2,1818	1,3333	
61306	14	10	18	1,4000	1,8000	1,2857	
61306	14	10	19	1,4000	1,9000	1,3571	
74705	15	9	16	1,6667	1,7778	1,0667	
2005	18	12	21	1,5000	1,7500	1,1667	
2005	20	11	21	1,8182	1,9091	1,0500	
7405	15	11	21	1,3636	1,9091	1,4000	
media				1,7385	1,9404	1,1334	
mediana				1,7000	1,9091	1,1053	
dev standard				0,2819	0,2549	0,1749	
moda				1,8182	1,9091	1,1500	
confidenza				0,0806	0,0729	0,0500	
LTR	lunghezza tibio-rotuleo						
LP	lunghezza rotula						
LT	lunghezza troclea femorale						
*	presenza di malformazioni						

Dall'analisi dei dati raccolti in **tabella 2** si deduce:

- La media di LTR:LP di 1,73 non si discosta molto dal “gruppo sani” (tabella 1)
- La lunghezza della troclea femorale è sempre circa il doppio della lunghezza della rotula (LT:LP 1,94)
- La lunghezza della troclea femorale e la lunghezza del legamento tibiorotuleo sono ancora pressoché uguali (LT:LTR 1,13)

Tabella 3 gruppo 3, soggetti con lussazione rotulea adulti

rx#	LTR	LP	LT	LTR:LP	LT:LP	LT:LTR	età mesi	OA	Grado
18304	26	15	28	1,7333	1,8667	1,0769	144		
18304	27	14	29	1,9286	2,0714	1,0741	144	*	
41506	18	11	24	1,6364	2,1818	1,3333	144		
31104	30	16	28	1,8750	1,7500	0,9333	120	*	2
31104	31	17	28	1,8235	1,6471	0,9032	120	*	1
36801	18,5	13	20	1,4231	1,5000	1,0541	120		
74403	13,5	8,5	16	1,5882	1,8824	1,1852	108		2
74403	13,5	7,5	17	1,8000	2,2000	1,2222	108		1
22203	20	12,5	23	1,6000	1,8400	1,1500	84		2
65403	18	11	20	1,6364	1,8182	1,1111	84	*	
70203	12	9	19	1,3333	2,1111	1,5833	84	*	2
34106	17	7	16	2,4286	2,2857	0,9412	72		
101.158	33	13	35	2,5385	2,6923	1,0606	72	*	
101.158	32	13	36	2,4615	2,7692	1,1250	72	*	
28501	20	14	26	1,4286	1,8571	1,3000	48	*	
69904	28	15,5	26	1,8065	1,6774	0,9286	36		
69904	29	16	26	1,8125	1,6250	0,8966	36		
3704	29	14	30	2,0714	2,1429	1,0345	24		
48204	19	11	21	1,7273	1,9091	1,1053	24		3
48204	18,5	11	21	1,6818	1,9091	1,1351	24		1
61306	14	10	18	1,4000	1,8000	1,2857	24		2
61306	14	10	19	1,4000	1,9000	1,3571	24		3
18803	18,5	11	21	1,6818	1,9091	1,1351	20		2
83601	18,5	13	25	1,4231	1,9231	1,3514	20		
61104	35	19	35	1,8421	1,8421	1,0000	19	*	3
72603	15	10	20	1,5000	2,0000	1,3333	18	*	1
24902	20	11	23	1,8182	2,0909	1,1500	13		
24902	20	11	23	1,8182	2,0909	1,1500	13		
34903	15,5	11	22	1,4091	2,0000	1,4194	13		
8105	18	12	22	1,5000	1,8333	1,2222	12		3
59004	15	9	16	1,6667	1,7778	1,0667	12		
74705	15	9	16	1,6667	1,7778	1,0667	18		
2005	18	12	21	1,5000	1,7500	1,1667	78		
2005	20	11	21	1,8182	1,9091	1,0500	78		
7405	15	11	21	1,3636	1,9091	1,4000	84		

media				1,7183	1,9500	1,1517			
mediana				1,6818	1,9091	1,1351			
dev standard				0,2985	0,2599	0,1612			
moda				1,5000	1,9091	1,1500			
confidenza				0,1978	0,1722	0,1068			

LTR lunghezza tibio-rotuleo
 LP lunghezza rotula
 LT lunghezza troclea femorale
 * presenza di malformazioni

Dall'analisi dei dati raccolti in **tabella 3** si deduce:

- La media di LTR:LP di 1,71 non si discosta molto dal “gruppo sani” tabella 1 e dal “gruppo lussati” (tabella 2)
- La lunghezza della troclea femorale è sempre circa il doppio della lunghezza della rotula (LT:LP 1,95)
- La lunghezza della troclea femorale e la lunghezza del legamento tibiorotuleo sono ancora pressoché uguali (LT:LTR 1,15)

Tabella 4 : gruppo 4, soggetti con lussazione rotulea immaturi

rx#	LTR	LP	LT	LTR:LP	LT:LP	LT:LTR	età mesi	OA	Grado
7206	15	9,5	22	1,5789	2,3158	1,4667	8		2
7206	15	9,5	22	1,5789	2,3158	1,4667	8		1
25604	28	17	28	1,6471	1,6471	1,0000	10		3
25604	28	17	29	1,6176	1,7059	1,0545	10 *		3
34703	16	9	17	1,7222	1,8889	1,0968	9		
39102	17	10	21	1,7000	2,1000	1,2353	7		
54104	35	16	31	2,1875	1,9375	0,8857	10		3
54104	36	16	31	2,2500	1,9375	0,8611	10		1
73603	15	8,5	14	1,7059	1,6471	0,9655	10		2
73603	16	9	14	1,7778	1,5556	0,8750	10 *		3
102.086	19	9,5	19	2,0000	2,0000	1,0000	7		
102.086	18	10	19	1,8000	1,9000	1,0556	7		
media				1,7972	1,9126	1,0802			
mediana				1,7141	1,9188	1,0273			
dev standard				0,2281	0,2488	0,2085			
moda				1,5789	2,3158	1,4667			
confidenza				0,1291	0,1408	0,1180			
LTR	lunghezza tibio-rotuleo								
LP	lunghezza rotula								
LT	lunghezza troclea femorale								
*	presenza di malformazioni								

Dall'analisi dei dati raccolti in **tabella 4** si deduce:

- La media di LTR:LP di 1,79 è leggermente più alta ma non si discosta molto dal “gruppo lussati adulti” (tabella 3)
- La lunghezza della troclea femorale è sempre circa il doppio della lunghezza della rotula (LT:LP 1,91)
- La lunghezza della troclea femorale e la lunghezza del legamento tibiorotuleo sono ancora pressoché uguali (LT:LTR 1,08)

Tabella 5 gruppo 5, soggetti con lussazione rotulea mediale

rx#	LTR	LP	LT	LTR:LP	LT:LP	LT:LTR	OA
39102	17	10	21	1,7000	2,1000	1,2353	
83601	19	13	25	1,4231	1,9231	1,3514	
24902	20	11	23	1,8182	2,0909	1,1500	
24902	20	11	23	1,8182	2,0909	1,1500	
18803	19	11	21	1,6818	1,9091	1,1351	
22203	20	13	23	1,6000	1,8400	1,1500	
34703	16	9	17	1,7222	1,8889	1,0968	
34903	16	11	22	1,4091	2,0000	1,4194	
73603	15	8,5	14	1,7059	1,6471	0,9655	
74403	14	8,5	16	1,5882	1,8824	1,1852	
74403	14	7,5	17	1,8000	2,2000	1,2222	
59004	15	9	16	1,6667	1,7778	1,0667	
69904	28	16	26	1,8065	1,6774	0,9286	
69904	29	16	26	1,8125	1,6250	0,8966	
8105	18	12	22	1,5000	1,8333	1,2222	
3704	29	14	30	2,0714	2,1429	1,0345	
7206	15	9,5	22	1,5789	2,3158	1,4667	
7206	15	9,5	22	1,5789	2,3158	1,4667	
48204	19	11	21	1,7273	1,9091	1,1053	
48204	19	11	21	1,6818	1,9091	1,1351	
54104	35	16	31	2,1875	1,9375	0,8857	
54104	36	16	31	2,2500	1,9375	0,8611	
18304	26	15	28	1,7333	1,8667	1,0769	
102.086	19	9,5	19	2,0000	2,0000	1,0000	
102.086	18	10	19	1,8000	1,9000	1,0556	
101.158	33	13	35	2,5385	2,6923	1,0606	*
101.158	32	13	36	2,4615	2,7692	1,1250	*
18304	27	14	29	1,9286	2,0714	1,0741	*
73603	16	9	14	1,7778	1,5556	0,8750	*
28501	20	14	26	1,4286	1,8571	1,3000	*
65403	18	11	20	1,6364	1,8182	1,1111	*
70203	12	9	19	1,3333	2,1111	1,5833	*
72603	15	10	20	1,5000	2,0000	1,3333	*
31104	30	16	28	1,8750	1,7500	0,9333	*
31104	31	17	28	1,8235	1,6471	0,9032	*
61104	35	19	35	1,8421	1,8421	1,0000	*
34106	17	7	16	2,4286	2,2857	0,9412	*
41506	18	11	24	1,6364	2,1818	1,3333	
61306	14	10	18	1,4000	1,8000	1,2857	
61306	14	10	19	1,4000	1,9000	1,3571	
74705	15	9	16	1,6667	1,7778	1,0667	
7405	15	11	21	1,3636	1,9091	1,4000	
media				1,7548	1,9688	1,1416	
mediana				1,7141	1,9091	1,1181	
dev standard				0,2905	0,2510	0,1825	
moda				1,8182	1,9091	1,1500	
confidenza				0,0868	0,0750	0,0546	
LTR	lunghezza tibio-rotuleo						
LP	lunghezza rotula						
LT	lunghezza troclea femorale						

Dall'analisi dei dati raccolti in **tabella 5** si deduce:

- La media di LTR:LP di 1,75 è non si discosta dal “gruppo lussati” (tabella 2)
- La lunghezza della troclea femorale è sempre circa il doppio della lunghezza della rotula (LT:LP 1,96)
- La lunghezza della troclea femorale e la lunghezza del legamento tibiorotuleo sono ancora pressoché uguali (LT:LTR 1,14)

Tabella 6 gruppo 6, soggetti con lussazione rotulea mediale

adulti

rx#	LTR	LP	LT	LTR:LP	LT:LP	LT:LTR	età mesi	OA	GRADO
3704	29	14	30	2,0714	2,1429	1,0345	24		
8105	18	12	22	1,5000	1,8333	1,2222	12		3
18304	26	15	28	1,7333	1,8667	1,0769	144		
18304	27	14	29	1,9286	2,0714	1,0741	144 *		
18803	18,5	11	21	1,6818	1,9091	1,1351	20		2
22203	20	13	23	1,6000	1,8400	1,1500	84		2
24902	20	11	23	1,8182	2,0909	1,1500	13		
24902	20	11	23	1,8182	2,0909	1,1500	13		
28501	20	14	26	1,4286	1,8571	1,3000	48 *		
31104	30	16	28	1,8750	1,7500	0,9333	120 *		2
31104	31	17	28	1,8235	1,6471	0,9032	120 *		1
34106	17	7	16	2,4286	2,2857	0,9412	72		
34903	15,5	11	22	1,4091	2,0000	1,4194	13		
41506	18	11	24	1,6364	2,1818	1,3333	144		
48204	19	11	21	1,7273	1,9091	1,1053	24		3
48204	18,5	11	21	1,6818	1,9091	1,1351	24		1
59004	15	9	16	1,6667	1,7778	1,0667	12		
61104	35	19	35	1,8421	1,8421	1,0000	19 *		3
61306	14	10	18	1,4000	1,8000	1,2857	24		2
61306	14	10	19	1,4000	1,9000	1,3571	24		3
65403	18	11	20	1,6364	1,8182	1,1111	84 *		
69904	28	16	26	1,8065	1,6774	0,9286	36		
69904	29	16	26	1,8125	1,6250	0,8966	36		
70203	12	9	19	1,3333	2,1111	1,5833	84 *		2
72603	15	10	20	1,5000	2,0000	1,3333	18 *		1
74403	13,5	8,5	16	1,5882	1,8824	1,1852	108		2
74403	13,5	7,5	17	1,8000	2,2000	1,2222	108		1
83601	18,5	13	25	1,4231	1,9231	1,3514	20		
101.158	33	13	35	2,5385	2,6923	1,0606	72 *		
101.158	32	13	36	2,4615	2,7692	1,1250	72 *		
74705	15	9	16	1,6667	1,7778	1,0667	18		2
7405	15	11	21	1,3636	1,9091	1,4000	84		2
media				1,7313	1,9716	1,1574			
mediana				1,6818	1,9091	1,1351			
dev standard				0,3047	0,2563	0,1668			
moda				1,5000	1,9091	1,1500			
confidenza				0,1056	0,0888	0,0578			
LTR	lunghezza tibio-rotuleo								
LP	lunghezza rotula								
LT	lunghezza troclea femorale								
*	presenza di malformazioni								

Dall'analisi dei dati raccolti in **tabella 6** si deduce:

- La media di LTR:LP di 1,73 è non si discosta dal “gruppo lussati” tabella 2 e dal “gruppo lussati mediale” (tabella 5)
- La lunghezza della troclea femorale è sempre circa il doppio della lunghezza della rotula (LT:LP 1,97)
- La lunghezza della troclea femorale e la lunghezza del legamento tibiorotuleo sono ancora pressoché uguali (LT:LTR 1,15)

**Tabella 7 gruppo 7, soggetti con lussazione rotulea mediale
immaturi**

rx#	LTR	LP	LT	LTR:LP	LT:LR	LT:LTP	età mesi	OA	Grado
7206	15	9,5	22	1,5789	2,3158	1,4667	8		2
7206	15	9,5	22	1,5789	2,3158	1,4667	8		1
34703	15,5	9	17	1,7222	1,8889	1,0968	9		
39102	17	10	21	1,7000	2,1000	1,2353	7		
54104	35	16	31	2,1875	1,9375	0,8857	10		3
54104	36	16	31	2,2500	1,9375	0,8611	10		1
73603	14,5	8,5	14	1,7059	1,6471	0,9655	10		2
73603	16	9	14	1,7778	1,5556	0,8750	10	*	3
102.086	19	9,5	19	2,0000	2,0000	1,0000	7		
102.086	18	10	19	1,8000	1,9000	1,0556	7		
media				1,8301	1,9598	1,0908			
mediana				1,7500	1,9375	1,0278			
dev standard				0,2373	0,2462	0,2285			
moda				1,5789	2,3158	1,4667			
confidenza				0,1471	0,1526	0,1416			
LTR	lunghezza tibio-rotuleo								
LP	lunghezza rotula								
LT	lunghezza troclea femorale								
*	presenza di malformazioni								

Dall'analisi dei dati raccolti in **tabella 7** si deduce:

- La media di LTR:LP di 1,83 si discosta leggermente sia dal gruppo dei sani che dai gruppi di lussati presenti in tutte le tabelle precedenti
- La lunghezza della troclea femorale è sempre circa il doppio della lunghezza della rotula (LT:LP 1,97)
- La lunghezza della troclea femorale e la lunghezza del legamento tibiorotuleo sono ancora pressoché uguali (LT:LTR 1,15)

Tabella 8 gruppo 8, arti con lussazione rotulea laterale

rx#	LTR	LR	LT	LTR:LR	LT:LR	LT:LTR	OA
36801	19	13	20	1,4231	1,5000	1,0541	
25604	28	17	29	1,6176	1,7059	1,0545	
25604	28	17	28	1,6471	1,6471	1,0000	*
2005	18	12	21	1,5000	1,7500	1,1667	
2005	20	11	21	1,8182	1,9091	1,0500	

media				1,6012	1,7024	1,0651	
mediana				1,6176	1,7059	1,0541	
dev standard				0,1512	0,1492	0,0613	
moda				#N/D	#N/D	#N/D	
confidenza				0,1325	0,1308	0,0537	

LTR lunghezza tibio-rotuleo
 LP lunghezza rotula
 LT lunghezza troclea femorale
 * presenza di malformazioni

Dall'analisi dei dati raccolti in **tabella 8** si deduce:

- La media di LTR:LP di 1,60 si discosta abbastanza sia dal gruppo dei sani che dai gruppi di lussati presenti in tutte le tabelle precedenti, evidenziando così una sostanziale differenza nella misurazione in corso di lussazione laterale o mediale
- La lunghezza della troclea femorale è minore e non rappresenta il doppio della rotula come risultava per le lussazioni mediali delle precedenti tabelle
- La lunghezza della troclea femorale e la lunghezza del legamento tibiorotuleo sono ancora pressoché uguali (LT:LTR 1,06)

Capitolo 6 - Discussione

La non completa disponibilità di dati clinici specifici e di esami radiografici standardizzati ha reso la valutazione della posizione verticale della rotula, almeno nei cani di taglia grande e gigante, importante nel determinismo della lussazione. Gli studi compiuti fino ad ora, piuttosto esigui per la verità, evidenziano come in questi soggetti una patella alta possa in qualche modo condizionare l'insorgenza della lussazione stessa. Al tempo stesso mancano studi analoghi riguardanti i soggetti di taglia minore.

Con questo lavoro abbiamo voluto verificare dapprima la reale posizione inserzionale del legamento tibiorotuleo sulla tibia, in maniera tale da poter stabilire l'effettiva localizzazione di tale punto di inserzione e, soprattutto, la costanza della sua posizione; questo perché le misurazioni che devono essere effettuate hanno numerosi punti critici. Già nei lavori di Johnson et al sono state messe in evidenza le criticità del metodo di misurazione, che

subisce notevoli influenze in funzione della corretta posizione del ginocchio, della reale posizione della rotula, della presenza o meno di lussazione, dell'età del soggetto, della corretta esposizione del radiogramma; tutti questi fattori, uniti alla normale variabilità che si riscontra fra i diversi osservatori ed alla oggettiva difficoltà nel misurare questi parametri, data dalla posizione costante ma non sempre ben evidenziabile dei punti di inserzione, rendono queste misurazioni di non facile esecuzione e soggette ad un margine di errore non trascurabile.

Nel nostro caso si deve aggiungere che i soggetti esaminati sono di taglia ridotta, per cui l'incidenza di un errore anche minimo sulla misurazione esercita un'influenza maggiore sui rapporti che ne scaturiscono. Il tutto, sia nello studio di Johnson et al che in quello presente, è complicato dalla mancanza di una digitalizzazione delle immagini, che rende impossibile intervenire con correzioni e con sistemi elettronici di misura, che

risulterebbero sicuramente più precisi rispetto alla misurazione convenzionale visiva.

La scelta di indirizzare il lavoro sulla valutazione della posizione verticale rotulea nei soggetti di media e piccola taglia è stata dettata, oltre che dal non voler ripetere un'indagine già condotta, anche dalla maggiore disponibilità di casistica clinica in soggetti di questa taglia. Nella casistica rilevata non sono stati segnalati casi di instabilità bilaterale della rotula, intesa come possibilità di lussazione sia mediale che laterale; questo verosimilmente perché anche in questi casi si assiste ad una tendenza prevalente della lussazione, per cui il chirurgo è portato a correggere questo aspetto tralasciando quello relativo all'instabilità. È noto però che un certo numero di casi di lussazione recidiva, sia per difetti nella correzione dell'allineamento, sia per altre cause non sempre note. La presenza di questo tipo di instabilità potrebbe allora condizionare l'insuccesso chirurgico. Una condizione di "Patella Alta" potrebbe quindi essere messa in relazione con una

situazione di questo tipo, ma l'analisi della casistica non ha consentito di avanzare ipotesi in tal senso. Uno studio prospettico dovrebbe tenere in considerazione anche questo aspetto per valutare le potenziali relazioni fra l'alterazione anatomica "Patella Alta" e il difetto funzionale "instabilità rotulea".

Dall'analisi dei dati scaturiti dalle misurazioni è evidente che la situazione nei soggetti di piccola e media taglia differisce da quella descritta nei soggetti di taglia grande e gigante. Non si sono infatti riscontrate differenze significative fra la popolazione normale e quella con lussazione di rotula. Fanno eccezione i soggetti giovani e quelli con lussazione laterale, dove effettivamente i rapporti risultano alterati. L'alterazione sembrerebbe indicare un lieve aumento del rapporto nelle lussazioni mediali dei soggetti immaturi. Questo aspetto, se potrebbe confermare i risultati dello studio di Johnson et al, non spiega come i valori dei soggetti adulti rientrino nella normalità. Prendendo come valida l'ipotesi che una Patella Alta possa

indurre una lussazione mediale, una tale situazione nel giovane dovrebbe corrispondere ad analoga situazione nell'adulto, anche in considerazione del fatto che l'insorgenza della lussazione rotulea è estremamente precoce, e non inducibile una volta completato un regolare sviluppo. La differenza nel rapporto fra i giovani ed i soggetti maturi potrebbe essere spiegata con la difficoltà di evidenziare piccole parti inserzionali non ancora mineralizzate, ma questo dato non ha riscontro in letteratura e dovrebbe essere verificato. È invece certo che anche piccole proliferazioni osteofitiche inserzionali ostacolano una corretta identificazione dei punti di repere. Diverso è il quadro dei soggetti con lussazione laterale dove, seppure con le limitazioni dovute al ridotto numero dei casi, si riscontra un quadro di Patella Baja. È interessante notare come in questi casi sia presente anche una lunghezza della troclea ridotta rispetto agli altri gruppi. Nella meccanica della lussazione laterale, è noto che questa avviene con il ginocchio semiflesso. Il relativo ridotto sviluppo del labbro

trocleare laterale, unito ad altre alterazioni dell'allineamento scheletrico, faciliterebbe in questo caso la fuoriuscita della rotula nella posizione laterale. Una patella baja porterebbe potenzialmente la rotula in posizione lussabile anche in condizioni di ginocchio poco flesso, favorendo quindi questa condizione. È però presente una lunghezza trocleare ridotta, che potrebbe esprimere un ridotto sviluppo del labbro trocleare laterale, che rappresenta un'altra condizione favorente la lussazione. Se queste due situazioni agiscano sinergicamente, o rappresentino due entità singolarmente influenti e di per se stesse capaci di indurre la lussazione non è stato stabilito.

La non completa disponibilità di dati clinici specifici e di esami radiografici standardizzati, volti a rilevare con la massima accuratezza possibile i parametri presi in esame, unitamente alla non disponibilità di un sistema digitale di rilevazione, rendono queste risposte difficili da formulare. Sarà necessario programmare uno studio prospettico che tenga conto di tutti questi

fattori e miri ad una corretta e completa registrazione di tutti i dati presi in esame per poter tentare di dare una risposta agli interrogativi formulati.

Capitolo 7 – Conclusioni

La conclusione di questo studio evidenzia che, per quanto riguarda i dati ottenuti nella misurazione del rapporto LTR:LP, non esistono particolari differenze tra i risultati ottenuti nei soggetti sani e quelli ottenuti nei soggetti affetti da lussazione rotulea; questo dato indica quindi che in realtà non esisterebbe correlazione tra “Patella Alta” e incidenza di lussazione rotulea nei soggetti di piccola e media taglia, o in altro modo si potrebbe concludere che i criteri di misurazione applicati da Johnson et al sui soggetti di grossa taglia non sono applicabili ai soggetti di piccola e media taglia.

Sulla base dei dati ottenuti si può osservare che non esistono particolari differenze negli intervalli di riferimento del rapporto LTR:LP dei sani ottenuto da Johnson et al (1,33 e 2,03) e quello ottenuto da noi (1,41 e 2,11), dato che porta a pensare che

effettivamente il tipo di misurazione sia effettivamente ripetibile e che il valore di riferimento del rapporto nei soggetti sani sia effettivamente quello ottenuto. Restano molti dubbi riguardo ai dati ottenuti nei soggetti lussati, dati che non si discostano assolutamente dai valori ottenuti nei sani, ad eccezione del campione “lussazione mediale immaturi”, per il quale si ottengono dei valori leggermente superiori al gruppo dei sani ma con una differenza poco significativa.

Si rende necessario a questo punto un nuovo lavoro di misurazione nei casi di lussazione di rotula nei soggetti di grossa taglia, corretto sulla base di quanto discusso, allo scopo di verificare quanto già affermato da Johnson et al, oltre che pensare, sulla base dell'esperienza acquisita, di adattare i metodi di misurazione utilizzati in medicina umana. Questi, come quelli ideati da Brattstrom, Blackburne, Caton e de Carvalho, necessitano di proiezioni radiografiche con angoli di inclinazione dell'articolazione del ginocchio particolari, ma che caratterizzano

la posizione verticale della rotula senza eseguire rapporti tra rotula e legamento tibiorotuleo, ma semplicemente rapporti o misurazioni comparative eseguiti esclusivamente in considerazione di rapporti tra le parti ossee costituenti l'articolazione femoro-tibio-rotulea. La valutazione della correlazione fra la posizione verticale rotulea e l'incidenza della lussazione non tiene conto inoltre nel nostro studio dei casi di instabilità bilaterale della rotula, intesi come lussazione sia mediale che laterale, eventualità effettivamente poco frequente. È possibile che in questi casi esista realmente una correlazione fra i due fattori, ma la casistica raccolta non ha consentito di avanzare alcuna ipotesi in proposito.

Nonostante la difficoltà di applicazione nella normale attività clinica dei metodi di medicina umana citati questi, dopo una attenta standardizzazione sperimentale, potrebbero essere utilizzati come protocollo standard per la valutazione anche preoperatoria dei soggetti affetti da lussazione rotulea.

BIBLIOGRAFIA

1. Arnoczky S.P., Marshall J.L., *The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis*. Am J Vet Res, 38:11, 1977, 1807-1814
2. Arthurs GI, Langley-Hobbs SJ., *Complications associated with corrective surgery for patellar luxation in 109 dogs*. Vet Surg. 2006 35:559-66.
3. Ballatori C., Modenato M., Sbrana S., *Comparison of throclear block recession and throclear wedge recession in four dogs with bilateral patellar luxation*. Annali della Facolta di Medicina Veterinaria di Pisa, Volume LVIII, 2005, 295-304
4. Barone R., *Anatomia comparata dei mammiferi domestici*. Ed agricole, Vol.1,1983
5. Crovace A., Di Bello A., Meomartino L., *L'arto pelvico dei piccoli animali*. In Bertoni G., Brunetti A., Pozzi L., *Radiologia veterinaria*, 2005, Idelson-Gnocchi, 143-156.

6. Blackburne J. S. Peel T. E., *A new method of measuring patellar height*. Journal of Bone and Joint Surgery 59: 241-242
7. Blumensaat, C., *die lageabweichungen und verrenkungen der kniescheibe*. Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1938 31: 149-223
8. Brattström H., *patella alta in non-dislocating knee joints*. Acta orthopaedica Scandinavica 1970 41: 578-588
9. Caton, J. Deschamps, G. Chambat, P. Lerat, J. L., *les rotules basses - A propos de 128 observations*. Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de Lyon 1981 68: 317-325
10. de Carvalho A., Holst A., Topp S., Jurik A. G., *a method for assessing the height of the patella*. international orthopaedics 1985 9: 195-197
11. Gibbons S. E., Macias C., Tonzing M. A., Pinchbeck G.L., McKee W.M., *Patellar luxation in 70 large breed dogs*. J Small Anim Pract. 2006 47:3-9.

12. Grelsamer, R. P., Meadows M. D., Steve M.D., *The Modified Insall-Salvati Ratio for Assessment of Patellar Height*. *Clinical orthopaedics and related research* 1992 282: 170-176
13. Hayes, A. g;, Boudrieau, R. J. & Hungerford, L. L. *Frequency and distribution of medial and lateral patellar luxation in dogs: 124 cases (1982-1992)*. *Journal of the American Animal Veterinary Medical Association* 1994 205: 716-720
14. Harasen G., *Patellar luxation: Pathogenesis and surgical correction*. *The Canadian veterinary journal*. *La revue vétérinaire canadienne*. 2006 47: 1037-1039
15. Henderson R., Milton J., *The tibial compression mechanism: a diagnostic aid in stifle injuries*. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 14, 474
16. Hulse D.A., Shire P.K., *Articolazione femoro-tibio-rotulea*. In Slatter DH: *Trattato di chirurgia dei piccoli animali*, SMB (Ed), 1990, 2193-2235
17. Hulse D. A. *Pathophysiology and management of medial patellar luxation in the dog*. *Vet Med/ Small anim clin* 1981 76:43-51

18. Insall J. and Salvati E., *patella position in the normal knee joint*. Radiology 1971 101: 101-104
19. Johnson A. L., Broaddus K. D., Hauptman J.G., Marsh S., Monsere J., Sepulveda G., *Vertical patellar position in large-breed dogs with clinically normal stifles and large-breed dogs with medial patellar luxation*. Vet Surg. 2006 35:78-81
20. Johnson A.L., Probst C.W., Decamp C.E., Rosenstein D.S., Hauptman J.G., Weaver B.T., Kern T.L., *Comparison of Trochlear Block Recession and Trochlear Wedge Recession*. veterinary surgery 2001 30: 140-150
21. Johnson A. L., Probst C. W., Decamp C. E., Rosenstein D. S. , Hauptman J. G. , Kern T. L., *Vertical position of the patella in the stifle joint of clinically normal large-breed dogs*. Am. j. vet. res. 2002, vol. 63: 42-46

22. Kaiser S., Cornely D., Golder W., Garner M. T., Wolf K. J., Waibl H., Brunberg L., *The correlation of canine patellar luxation and the anteversion angle as measured using magnetic resonance images.* Vet Radiol Ultrasound, 2001 42:113-8.
23. Kannus P, A., *Long patellar tendon: radiographic sign of patellofemoral pain syndrome--a prospective study.* Radiology. 1992 185:859-63.
24. La Fond, E., Breur, G. J., AUSTIN, C., *Breed susceptibility for developmental orthopedic diseases in dogs.* Journal of the American Animal Hospital Association 2002 38:467-477
25. Modenato M., Borghetti L., Romeo T., Ballatori C., Perri A., *Esperienza personale su interventi di "Tibial Plateau Leveling Osteotomy" per la stabilizzazione del ginocchio con deficienza del legamento crociato anteriore nel cane.* Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Pisa, Volume LVII, 2004, 59-66
26. Nikel R., Schummer A., Seiferle E.: *Articolazione del ginocchio.* In Trattato di anatomia degli animali domestici, Vol.1, 1984, 236-241

27. Olmstead M. L., *Lussazione laterale della rotula*. In Bojrab M.J.: *Le Basi Patogenetiche delle Malattie Chirurgiche nei Piccoli Animali*, Gilardi (Ed), 2001, 1089-1092
28. Paatsama S., *Ligament injuries of the canine stifle joint: a clinical and experimental study*. MSc thesis, Helsinki University, Helsinki, Finland, 1952
29. Priester W. A., *Sex, Size and Breed as Risk Factors in Canine Patellar Luxation*. *J Am Vet Med Assoc.* 160:740, 1972.
30. Read R., *Rational treatment options for medial patellar luxation*. *WALTHAM FOCUS* 1999 9:25-31
31. Remedios, A. M., Basher, A. W. P., Runyon, C. L., Fries, C. L., *Medial patellar luxation in 16 large dogs. A retrospective study*. *Vet Surg.* 1992 21: 5-9
32. Roush J. K., *Canine patellar luxation*. *Veterinary Clinics Of North America Small Animal Practice* 1993 23:855-868

33. Slocum B., Slocum T.D., *Ginocchio – Test diagnostici*. In Bojrab M.J., Ellison G.W., Slocum B., *Tecnica chirurgica – Chirurgia ortopedico traumatologica: rachide, scheletro appendicolare*. Utet (Ed), 2004, 1131-1136
34. Slocum B., Slocum T.D., *Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine*. *Vet Clin North Am: Small Animal Practice*, 23:4, 1993, 777-795
35. Tepic S., Damur D., Montavon P.M., *Biomechanics of the stifle joint*. 1st World Orthopaedic Veterinary Congress, Monaco, 5-8 Settembre 2002, 189-190
36. Towle HA, Griffon DJ, Thomas MW, Siegel AM, Dunning D, Johnson A. *Pre- and postoperative radiographic and computed tomographic evaluation of dogs with medial patellar luxation*. *Vet Surg.* 2005 34:265-72.
37. Vezzoni A. et al.: *Trattamento chirurgico della rottura del legamento crociato anteriore nel cane mediante osteotomia livellante del piatto tibiale (TPLO): presupposti teorici ed esperienza clinica in 293 casi*. *Veterinaria*, 2003, 3, 19-31
38. Walker P., Harris I., Leicester A., *Patellar tendon-to-patella ratio in children*. *J Pediatr Orthop*. 1998 18: 129-31.

RINGRAZIAMENTI

Il più grosso ringraziamento va ai miei genitori che grazie a numerosi sacrifici mi hanno dato la possibilità di raggiungere questo mio importante traguardo.

Un grazie infinito a mia sorella Paola , con la quale sono cresciuto insieme e durante tutti questi anni di distanza mi è mancata molto.

Ringrazio molto Angela per la sua pazienza e sua dolcezza nello starmi vicino in questi anni non del tutto facili da percorrere.

Ringrazio tutti i miei amici e tutte le persone a me più care di cui l'elenco di nomi farebbe perdere il vero significato.

Ringrazio la Dott.ssa Sbrana che mi ha aiutato più del dovuto nella parte sperimentale del lavoro.

Vorrei ringraziare il mio maestro didattico e di vita Professor Modenato per gli innumerevoli insegnamenti utili dati e ultimamente per l'enorme pazienza dedicata a seguirmi anche più del dovuto nonostante le barriere fisiche imposte.