

Artrodesi di gomito in un Labrador retriever utilizzando un impianto a stabilità angolare Fixin

RIASSUNTO

Viene descritta un'artrodesi di gomito per il trattamento di un quadro artrosico invalidante in un Labrador retriever, femmina di 14 mesi d'età e 26 kg di peso, conseguente a grave displasia. Il dispositivo di sintesi utilizzato è un impianto a stabilità angolare Fixin. Al controllo radiografico a 70 giorni dall'intervento il paziente risultava guarito radiograficamente e senza dolore. Al controllo clinico e radiografico a 8 mesi e clinico a 2 anni si osservava un evidente miglioramento della deambulazione del paziente, pur persistendo una zoppia di tipo meccanico.

INTRODUZIONE

L'artrodesi rappresenta una terapia chirurgica di salvataggio in situazioni in cui non è possibile ristabilire la funzionalità di un'articolazione e pertanto il chirurgo si pone l'obiettivo di eliminare il dolore senza ricorrere all'amputazione dell'arto. Il quadro clinico che più frequentemente richiede un'artrodesi di gomito risulta da una frattura intercondiloidea di omero esitata in gravi complicazioni.¹ Altre lesioni che possono portare il chirurgo alla scelta di un'artrodesi di gomito sono: fratture distali dell'omero, lussazioni croniche di gomito congenite o traumatiche, fenomeni degenerativi osteoarticolari gravi e invalidanti (DJD, Degenerative Joint Disease)^{1,2} spesso secondari alle patologie raggruppate sotto il termine displasia del gomito (FCP, frammentazione/frattura del processo coronoideo; UAP, mancata unione del processo anconeale; OC/OCD, osteocondrite dissecante; INC, incongruenza articolare) e ad IOHC, incompleta ossificazione del condilo omerale.³ La tecnica chirurgica descritta prevede la stabilizzazione dei segmenti ossei che compongono l'articolazione del gomito (omero, radio e ulna) mediante l'applicazione di una placca da osteosintesi sul versante caudale di omero e ulna previa rimozione della cartilagine articolare e cruentazione delle superfici articolari.²⁻⁷ Si eseguono due osteotomie sul piano trasverso, parallele fra loro, a carico del capitello radiale e dell'omero distale. Si procede poi con l'osteotomia dell'olecrano seguendo un piano curvo che dalla superficie caudale della diafisi omerale si continua con la superficie caudale della diafisi ulnare.³⁻⁷ È consigliato applicare un auto-trapianto di osso spongioso che generalmente viene prelevato dal grande tubercolo dell'omero ipsilaterale.³⁻⁷ L'angolo consigliato di artrodesi fra omero e avambraccio è pari a 110°.⁴

Le pubblicazioni scientifiche che descrivono le panartrodesi e le artrodesi parziali di carpo e di tarso in medicina veterinaria sono numerose mentre risultano rare le segnalazioni in letteratura di artrodesi di gomito nel cane.^{1,2,8} Nei casi in cui l'intervento si renda necessario a carico di un solo arto è possibile che il risultato clinico ottenibile non sia migliore di quello che si potrebbe ottenere con l'amputazione dell'arto.²⁻⁴ L'intervento di artrodesi di gomito è consigliabile nei casi in cui il proprietario rifiuti l'amputazione dell'arto, oppure nei casi in cui il quadro clinico sia grave a livello di entrambi i gomiti o di entrambi gli arti e quindi non sia indicata l'amputazione.

Viene qui descritto un caso clinico di artrodesi di gomito mediante l'impiego di un impianto a stabilità angolare Fixin in un Labrador retriever femmina di 14 mesi d'età, con osteoartrosi invalidante conseguente a grave displasia.

Massimo Petazzoni

Clinica Veterinaria Milano Sud, Peschiera Borromeo, Milano, Italy

Tommaso Nicetto

Clinica Veterinaria Milano Sud, Peschiera Borromeo, Milano, Italy

“Articolo ricevuto dal Comitato di Redazione il 01/12/2011 ed accettato per la pubblicazione dopo revisione il 13/04/2012”.

CASO CLINICO

Anamnesi e precedenti trattamenti

Un cane di razza Labrador retriever, femmina di 14 mesi d'età e 26 kg di peso veniva sottoposto a visita clinica per una zoppia anteriore sinistra. La cartella clinica del paziente riportava una diagnosi radiografica e TAC (Tomografia Assiale Computerizzata) di FCP bilaterale in associazione ad osteoartrosi secondaria effettuata all'età di 8 mesi (Fig.

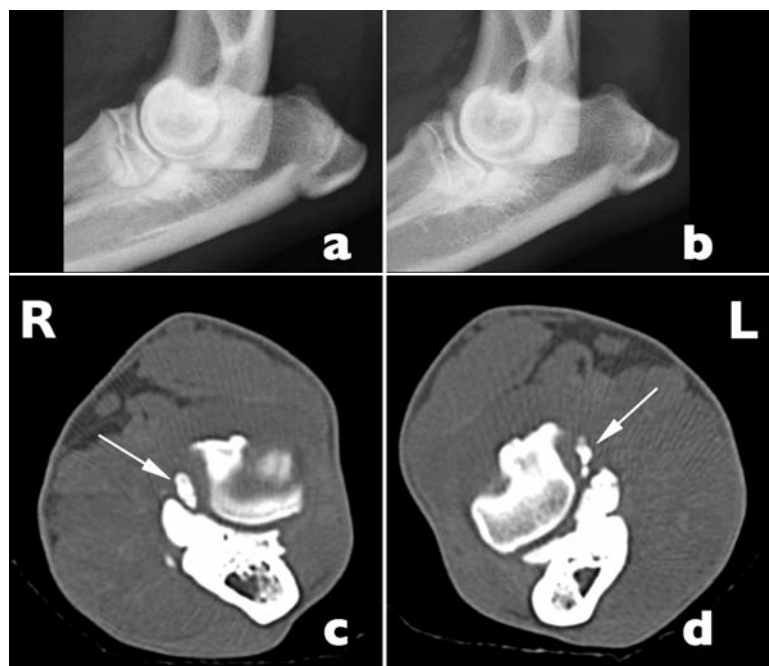


FIGURA 1 - Proiezione medio-laterale neutra a 110° del gomito destro (a) e sinistro (b). Aumento di radio-opacità in corrispondenza dell'incisura semilunare trocleare dell'ulna suggestiva di sclerosi ossea subcondrale, incongruenza omero-radio-ulnare con minus di radio (più importante a sinistra) e perdita di definizione del profilo del processo coronoideo mediale dell'ulna nella sua porzione più prossimale. Le scansioni TAC sul piano trasverso del gomito destro (c) e sinistro (d) evidenziano la frammentazione del processo coronoideo mediale dell'ulna bilaterale (freccia bianca).

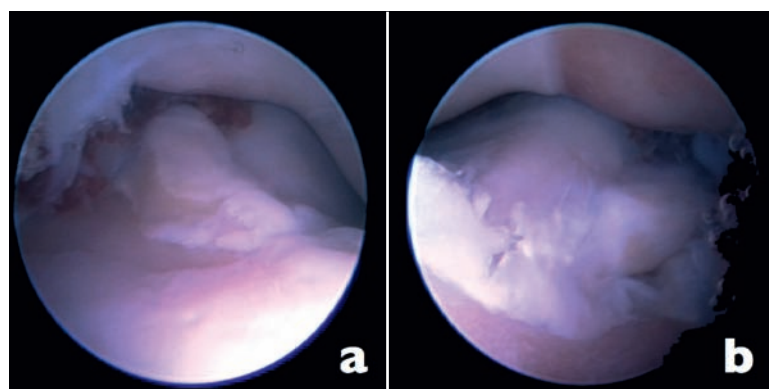


FIGURA 2 - Immagine artroscopica del gomito destro (a) e sinistro (b). Frattura del processo coronoideo mediale dell'ulna, artrosinovite ed erosione cartilaginea a carico del processo coronoideo mediale (a, b). Erosione cartilaginea a carico della superficie articolare distale dell'omero, comparto mediale (MCD) (b).

1). A 10 giorni di distanza dalla diagnosi di FCP il paziente era stato trattato bilateralmente per via artroscopica con la rimozione dei frammenti osteocartilaginei della FCP (Fig. 2). Alla sinovio-centesi preartroscopica erano stati prelevati 16 ml di liquido sinoviale infiammatorio da ciascun gomito (normale da 0,01 a 1 ml⁹): reperto indice di grave stato infiammatorio delle articolazioni. L'esame citologico e batteriologico del liquido sinoviale prelevato aveva dato esito negativo per infezione. L'indagine artroscopica aveva messo in evidenza una malattia del comparto mediale, MCD (Medial Compartment Disease¹⁰) con erosione cartilaginea ed esposizione ossea subcondrale a carico del comparto mediale delle superfici articolari di omero distale e ulna prossimale del gomito sinistro (Fig. 2). Veniva proposto, ma poi non eseguito, l'intervento di HSO (Humeral Sliding Osteotomy) per lo spostamento dei carichi ponderali articolari dal comparto mediale a quello laterale.¹⁰

L'anamnesi remota riportava il temperamento particolarmente tranquillo del soggetto, il quale prediligeva l'andatura al passo a quella al trotto e al galoppo, era riluttante al gioco, a salire le scale e a saltare nel bagagliaio dell'automobile. I proprietari, dopo un importante miglioramento in seguito all'artroscopia, negli ultimi due mesi notavano l'aggravarsi della sintomatologia clinica con sempre maggiore riluttanza al movimento e difficoltà del cane a mettersi in stazione quadrupedale. Nel mese precedente la visita clinica, il paziente era stato trattato con terapia medica antinfiammatoria (Carprofen, 2 mg/kg BID) e antidolorifica (Tramadol, 2 mg/kg BID) per 3 settimane, con lieve miglioramento della sintomatologia clinica. Al momento della nuova visita il paziente prediligeva il carico ponderale sugli arti posteriori, assumendo un atteggiamento particolare a carico degli arti anteriori con rotazione esterna delle mani e adduzione dei gomiti (Fig. 3a, c). L'esame dell'andatura metteva in evidenza una zoppia anteriore sinistra di III grado, continua. Il soggetto si rifiutava di eseguire andature più veloci di quella al piccolo passo e doveva essere forzato al guinzaglio dal proprietario per la deambulazione (Fig. 3b). La palpazione permetteva di apprezzare una tumefazione dura elastica, non calda, non dolente alla palpazione delle dimensioni di una castagna in corrispondenza del versante caudolaterale dell'articolazione del gomito sinistro (Fig. 3). Il paziente lamentava dolore ai movimenti passivi di iperestensione di entrambi i gomiti ed ai movimenti passivi di flessione-estensione del gomito sinistro. Veniva ripetuta la radiografia in proiezione medio-laterale neutra e l'indagine TAC con il paziente in anestesia generale (Figg. 4, 5). La diagnostica per immagini metteva in evidenza un grave quadro artrosico che coinvolgeva il gomito sinistro (Fig. 4) e il collasso dello spazio articola-



FIGURA 3 - Immagini cliniche del paziente. (a) Il paziente appare riluttante al carico sul bipede anteriore, si evidenzia un atteggiamento di rotazione esterna di entrambe le mani e importante tumefazione sul profilo laterale del gomito sinistro. (b) Il soggetto si dimostra riluttante alla deambulazione. In evidenza l'importante tumefazione a carico del gomito sinistro. (c) Il cane anche seduto rifiuta il carico sul bipede anteriore. In assenza di carico si noti la scomparsa dell'atteggiamento antalgico di rotazione esterna di entrambe le mani.



FIGURA 4 - Immagine radiografica del gomito sinistro, proiezione medio-laterale neutra a 110°. Grave osteoartrosi con importante aumento della radio-opacità a carico della metafisi ulnare prossimale, osteofitosi a carico del profilo prossimale del processo anconeale dell'ulna, incongruenza articolare, aree di osteolisi in corrispondenza dell'osso subcondrale omero-radio-ulnare.

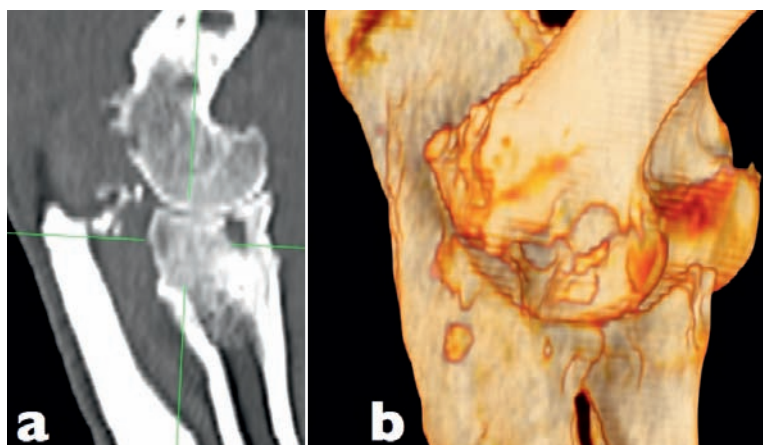


FIGURA 5 - (a) Immagine TAC, ricostruzione MPR (Multi Planar Re-formatting), piano sagittale. È possibile osservare il contatto tra l'osso subcondrale del condilo omerale laterale e quello del capitello radiale; non è visibile la linea radiotrasparente che identifica lo spazio occupato dalla cartilagine articolare. Quadro compatibile con collasso dello spazio articolare per perdita dello strato cartilagineo. (b) Immagine TAC, ricostruzione 3D del gomito sinistro. È possibile osservare la presenza di proliferazioni osteoartrosiche a livello del condilo omerale mediale, dell'incisura semilunare dell'ulna e del capitello radiale.

re omero-radiale suggestivo di perdita completa dello strato cartilagineo (Fig. 5). La settimana successiva veniva eseguita una nuova artroscopia diagnostica di gomito bilaterale (Fig. 6). La diagnosi emessa risultava essere di moderata osteoartrosi a carico del gomito destro. Il gomito sinistro risultava affetto da grave osteoartrosi con importante erosione cartilaginea di tutto il comparto articolare esplorabile in associazione ad un cratere subcondrale in corrispondenza della porzione omerale mediale (Fig. 6). L'esame citologico e bat-

teriologico del liquido sinoviale prelevato dava esito negativo per infezione. A distanza di due settimane veniva pianificata l'artrodesi del gomito sinistro, proposta come alternativa all'amputazione, anche in considerazione della condizione artrosica del gomito controlaterale.

Intervento di artrodesi

Il giorno dell'intervento il paziente veniva premedicato con un'associazione di acepromazina maleato (Prequillan®, Fatro spa) 10 mcg/kg e metadone cloridrato (Eptadone®, Molteni Farmaceutici spa) a 0,2 mg/kg, successivamente indotto con

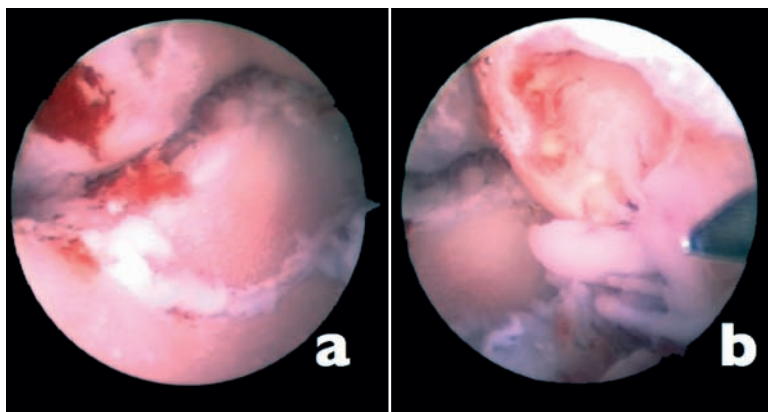


FIGURA 6 - Immagini artroscopica del gomito sinistro. (a) Erosione cartilaginea a carico delle superfici articolari di omero radio e ulna con esposizione ossea subcondrale. (b) Cratere a carico dell'osso subcondrale del comparto omerale mediale.

propofol (Rapinovel®, Intervet srl) a 3 mg/kg e mantenuto in anestesia inalatoria con miscela gassosa di ossigeno e isoflurano (Isoflurane-Vet®, Merial spa) al 1,5%. L'analgesia intraoperatoria veniva mantenuta con un'infusione di fentanyl (Fentanest®, Pfizer srl) a 6 mcg/kg/h. Prima dell'incisione cutanea venivano somministrati 22 mg/kg di cefazolina (Cefazolina Teva®, Teva srl) per via endovenosa per la profilassi antibiotica perioperatoria. Veniva eseguito un accesso chirurgico caudo-laterale al gomito.⁷ Per la stabilizzazione veniva impiegata una placca a stabilità angolare Fixin (Trauma-Vet® Ref. V3304) prepiegata a 110° di 138 mm di lunghezza e 2,5 mm di spessore con 6 viti da 3,5 mm di diametro, una vite a compressione interossea da 4,5 mm di diametro e 58 mm di lunghezza dal condilo laterale dell'omero all'epifisi prossimale del radio, una vite a compressione interossea da 4,5 mm di diametro e 38 mm di lunghezza dal versante caudale dell'olecrano al condilo mediale dell'omero ed infine una vite da 3,5 mm di diametro e 32 mm di lunghezza per stabilizzare la porzione

di olecrano precedentemente osteotomizzata (Fig. 7a, b). Lo studio radiografico postoperatorio permetteva di misurare un angolo di artrosi pari a circa 110°.

Convalescenza e risultati

Nel periodo postoperatorio il paziente veniva trattato con terapia antibiotica (amoxicillina + acido clavulanico - Synulox®, Pfizer srl - 20 mg/kg BID) per 10 giorni, con terapia antinfiammatoria (carprofen - Rimadyl®, Pfizer srl - 2 mg/kg BID) per 3 settimane e con terapia antidolorifica (tramadolo - Altadol®, Formevet srl - 2 mg/kg BID) per 3 settimane. Il paziente veniva dimesso con un bendaggio di Robert Jones antiedemigeno da mantenere per le successive 72 ore. Non veniva applicato alcun bendaggio nelle settimane successive alla chirurgia. Veniva suggerito il confinamento in gabbia fino alla conferma radiografica della guarigione ossea con uscite al guinzaglio limitate a 4 al giorno per 20 minuti l'una.

Venivano eseguiti controlli clinici a 15 giorni, 30 giorni, un anno e due anni e radiografici a 70 giorni, 7 e 8 mesi dall'intervento chirurgico (Fig. 7c, d, e). Al controllo radiografico a 70 giorni dall'artrosi veniva sciolta la prognosi. Si evidenziava la rottura della vite utilizzata per stabilizzare l'olecrano con una conseguente dislocazione prossimale di circa un centimetro del moncone stesso (Fig. 7c), in assenza di peggioramenti della sintomatologia clinica secondo quanto riportato dai proprietari. A 7 mesi dall'intervento il moncone olecrano risultava dislocato prossimalmente di ulteriori 6 mm (Fig. 7d). Al controllo radiografico a 8 mesi il moncone risultava essere nella stessa posizione della radiografia precedente (Fig. 7e). Al controllo clinico a distanza di 1 e 2 anni dall'intervento chirurgico il paziente manifestava una zoppia meccanica dovuta all'immobilità l'articolazione del gomito. La palpazione profonda del gomito non era in grado di evocare dolore.

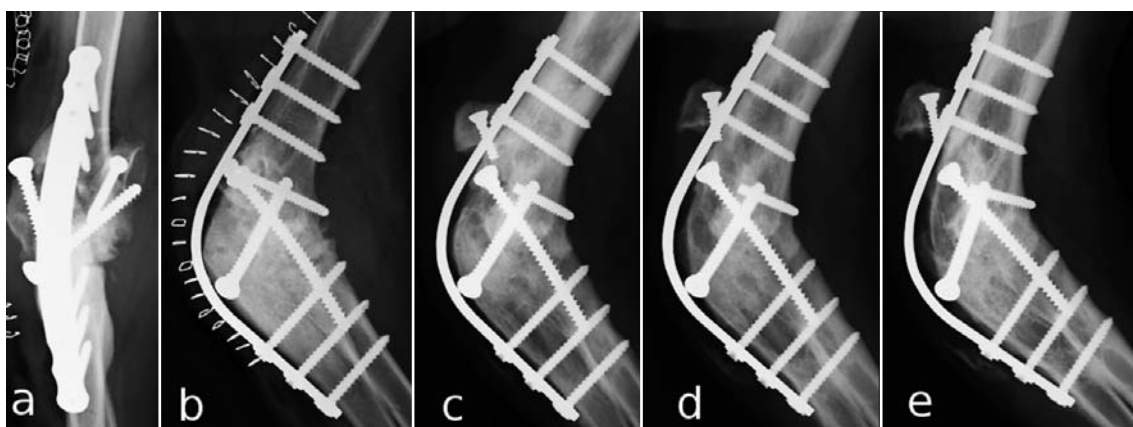


FIGURA 7 - Immagini radiografiche postoperatorie del gomito sinistro nella proiezione cranio-caudale (a) e medio-laterale (b). Immagini relative al controllo radiografico nella proiezione medio-laterale a 70 giorni (c), 7 mesi (d) e 8 mesi (e) dall'intervento chirurgico.

DISCUSSIONE

La grave evoluzione osteoartrosica della displasia del gomito sinistro di questo soggetto, nonostante il trattamento artroscopico eseguito all'età di 8 mesi, è da imputare all'incongruenza articolare, causa della frattura/frammentazione del processo coronoideo mediale dell'ulna prima, ed in seguito di una gravissima MCD.

L'amputazione dell'arto non è stata considerata tra le opzioni chirurgiche in quanto l'arto contro-laterale presentava gravi alterazioni osteoartrosiche e avrebbe potuto non essere in grado di sopportare per lungo tempo il carico ponderale. Un'alternativa all'artrodesi sarebbe stata la protesi di gomito.¹¹⁻¹³ In letteratura è riportata una percentuale di successo delle protesi totali di gomito che varia dal 50 all'80%.^{13,14} Secondo gli autori, una tale percentuale di successo non sarebbe stata sufficiente per consigliare la protesi in un cane in cui l'arto contro-laterale risultava patologico su base degenerativa con possibilità di un decorso progressivamente inaggravante.

In occasione della prima artroscopia veniva diagnosticata, oltre alla FCP, una MCD a carico del gomito sinistro. Il beneficio clinico apportato dalla rimozione del frammento articolare ha portato il proprietario del paziente a rimandare di alcuni mesi l'intervento di HSO proposto. Al momento della recrudescenza della sintomatologia clinica, dopo aver effettuato un tentativo medico-conservativo ulteriore, l'indagine artroscopica evidenziava un peggioramento osteoartrosico tale (erosione cartilaginea completa e cratere subcondrale a carico dell'omero distale) da non rendere più indicato l'intervento di HSO e prediligere quello di artrodesi.

La procedura di pre-piegatura della placca all'angolo di artrodesi desiderato favorisce un risultato che si avvicina al valore suggerito in letteratura in quanto la placca risulta parallela e a contatto con le superfici caudali di omero e ulna. La verifica intra-operatoria dell'angolo di artrodesi ottenuto può essere effettuata mediante goniometro ortopedico autoclavabile oppure appoggiando ai segmenti ossei (omero e ulna) un filo di Kirschner sterile precedentemente piegato secondo l'angolo voluto.

La scelta di utilizzare un impianto a stabilità angolare deriva dal fatto che queste placche offrono una stabilità maggiore e più duratura rispetto ad un impianto convenzionale.¹⁵⁻¹⁹ Alcuni autori consigliano l'applicazione di un bendaggio per 4-6 settimane nel periodo postoperatorio⁴⁻⁶, altri suggeriscono l'impiego di un fissatore esterno trans-articolare come ulteriore mezzo di immobilizzazione per proteggere l'impianto di osteosintesi.³ Secondo gli autori la tipologia di impianto a stabilità angolare utilizzato era in grado di offrire una stabilità sufficiente a condurre l'artrodesi a consoli-

damento senza necessità del parziale supporto e immobilità offerti dal bendaggio o dal fissatore esterno. Il bendaggio veniva applicato solo a fini antiedemigeni postchirurgia per 72 ore.

La scelta di questo tipo di impianto si basava anche sulla sua caratteristica di alloggiare le viti alle sue estremità (3 distali e 3 prossimali). Questo comporta che la placca, nella sua parte centrale sottoposta a maggior sollecitazione, presenti una sezione costante e quindi risulti essere più resistente e meno soggetta a rottura.²⁰

Un altro vantaggio offerto dall'utilizzo di un impianto a stabilità angolare deriva dal fatto che, a differenza delle placche convenzionali, che richiedono un'ampia superficie di contatto con l'osso, non è indispensabile modellare la placca in modo che risulti aderente e compressa alla superficie ossea.²¹ Questa caratteristica offre una riduzione dei tempi chirurgici.

Il controllo radiografico a 2 mesi e 10 giorni dalla chirurgia ha evidenziato la rottura della vite di fissazione dell'olecrano. A conoscenza degli autori, la complicazione riscontrata non è riportata in letteratura. Riteniamo possa essere dovuta ad un'eccessiva trazione del muscolo tricipite sull'olecrano in fase di guarigione. Un cerchiaggio di tensione con fili di Kirschner sarebbe forse stata una miglior alternativa in quanto avrebbe potuto resistere di più ai cicli di trazione esercitati dal muscolo tricipite brachiale. Il cerchiaggio di tensione avrebbe convertito le forze di trazione in forze di compressione opponendosi meglio ad esse rispetto ad una vite a compressione interframmentaria, con un asse perpendicolare alle forze di trazione, e quindi meccanicamente più portata alla rottura.

I tempi di consolidazione per l'artrodesi di gomito, secondo la letteratura, sono di 1,5-2 mesi.⁴⁻⁶ Nel caso preso in esame, la radiografia a 2 mesi e 10 giorni dall'intervento permetteva di sciogliere la prognosi confermando i tempi di guarigione riportati.

La valutazione della consolidazione ossea, per lo scioglimento della prognosi, è risultata problematica. Il solo studio radiografico risultava insufficiente per la valutazione obiettiva dello stato d'avanzamento del processo di guarigione in quanto le superfici giustapposte risultavano compresse già dall'immagine postoperatoria grazie alle viti a compressione interossee omero-radiale e ulno-omerale e per il fatto che il fascio radiogeno, nella proiezione medio-laterale delle radiografie di controllo, era su un piano differente e divergente rispetto alle superfici articolari. Pertanto la scelta di sciogliere la prognosi a 70 giorni si basava: [1] sulla scorta dello studio radiografico che non evidenziava fenomeni di radiotrasparenza in corrispondenza delle superfici ossee giustapposte per l'artrodesi, [2] sulla scorta dei tempi medi di guarigione riportati in letteratura e [3] sulla scorta del decorso clinico.

L'intervento di artrodesi ha permesso un netto miglioramento della qualità di vita del soggetto, pur persistendo una zoppia meccanica a carico dell'arto trattato dovuta all'immobilità articolare. Sulla base di questa esperienza e con tutti i limiti relativi alla valutazione di un solo caso clinico, gli autori hanno ritenuto adeguato l'impianto a stabilità angolare Fixin per la fissazione interna dell'artrodesi di gomito in questo soggetto.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il dottor Antonio Domenicali per il caso riferito.

Parole chiave

Artrodesi, gomito, cane, stabilità angolare, Fixin.

Elbow arthrodesis in a Labrador retriever using the Fixin locking plate system

Summary

The arthrodesis of invalidating elbow osteoarthritis in a Labrador retriever, female, 14-month-old, 26 kg due to severe elbow dysplasia is described. A Fixin locking plate system was applied. At 70 days after surgery the dog was radiographically healed and pain free. The 8-month clinical and radiographic check-up and the 2-year clinical follow-up showed a clearly visible improvement of the dog walking, however a mechanical lameness was persisting.

Key words

Arthrodesis, elbow, dog, angle stable, Fixin.

BIBLIOGRAFIA

1. De Haan JJ, Roe SC, Lewis DD, Renberg WC, et al: Elbow arthrodesis in twelve dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 9: 115-8, 1996.
2. Choate CJ, Arnold GA: Elbow arthrodesis following a pathological fracture in a dog with bilateral humeral bone cysts. *Vet Comp Orthop Traumatol* 24(5): 398-401, 2011.
3. Lesser AL. Arthrodesis. In: *Textbook of Small Animal Surgery* (3rd ed.). Philadelphia: Saunders 2003; 2171-2173.
4. Piermattei DL, Flo GL, DeCamp C. Arthrodesis of the elbow. In: *Brinker, Piermattei and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*, Fourth edition, Saint Luis, Missouri: Saunders Elsevier 2006; 355-358.
5. Johnson AL, Houlton JEF. Arthrodesis of the elbow. In: *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*. New York: Thieme 2005; 441-445.
6. Johnson AL, Dunning D. Elbow Arthrodesis. In: *Atlas of Orthopedic Surgical procedures of the dog and cat*. Missouri: Elsevier Saunders 2005; 28-29.
7. Hulse DA, Johnson AL. Management of Joint Disease. In: *Small Animal Surgery*. St. Louis: Mosby-Year Book 1997; 931-933.
8. Denny HR: Elbow Arthrodesis - technique and results. Autumn scientific meeting of the British Veterinary Orthopaedic Association, Cambridge, 2010, pp 14-18.
9. Sawyer DC: Synovial fluid analysis of canine joints. *J Am Vet Med Assoc* 43: 609, 1963.
10. Fitzpatrick N, Yeadon R, Smith T, Schulz K: Techniques of Application and Initial Clinical Experience with Sliding Humeral Osteotomy for Treatment of Medial Compartment Disease of the Canine Elbow. *Vet Surg* 38:261-278, 2009.
11. Lewis RH: Development of elbow arthroplasty (canine) clinical trials. *Proceedings from the 6th Annual ACVS Symposium*. San Francisco, CA, October 1996, p. 110.
12. Déjardin LM, Guillou RP: TATE: latest design in elbow replacement, surgical technique and early clinical results. *Proceedings from the Annual ACVS Symposium*. Washington DC, October 2009, p. 630.
13. Comzemius M, Aper RL, Hill CM: Evaluation of a Canine Total Elbow Arthroplasty System: A Preliminary Study in Normal Dogs. *Vet Surg* 2001; 30, 11-20.
14. Conzemius MG, Aper RL, Corti LB: Short-Term Outcome After Total Elbow Arthroplasty in Dogs With Severe, Naturally Occurring Osteoarthritis. *Vet Surg* 2003; 32, 545-552.
15. Petazzoni M, Urizzi A, Verdonck B et al. Fixin internal fixator: Concept and technique. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2010; 23:250-253.
16. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. *Injury* 2003; 34 (2), B31.
17. Miller DL, Goswami T. A review of locking compression plate biomechanics and their advantages as internal fixators in fracture healing. *Clin Biomech* 2007; 22: 1049-1062.
18. Perren SM. Backgrounds of the technology of internal fixators. *Injury* 2003; 34:SBI-SB3.
19. Voss K, Kull MA, Haessing M et al. Repair of long-bone fractures in cats and small dogs with the Unilock mandible locking plate system. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; 22:398-405.
20. Stoffel K, Dieter U, Stachowiak G et al. Biomechanical testing of the LCP - how can stability in locked internal fixators be controlled? *Injury* 2003; 34: S-B11-S-B19.
21. Larson AN, Rizzo M. Locking Plate Technology and Its Applications in Upper Extremity Fracture Care. *Hand Clin* 2007; 23, 269-278.