

Vurdering og behandling af olecranonfrakturer hos hest

Casereport med beskrivelse af et nyt fikseringsprincip - Locking-Dynamic Compression Plate

[Jon Vedding Nielsen]

Dyrlæge, Ansager Dyrehospital
ApS, Gartnerhaven 5,
6823 Ansager

Indledning

Olecranonfrakturer eller proksimale ulna frakturer er en hyppig og velbeskrevet fraktur ved traume mod hestens forben (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10). Lidelsen er hyppigst forekommende hos unge heste

som følge af tilstedeværelsen af aktive vækstlinjer. I alle tilfælde skyldes frakturen traume mod knoglen enten som følge af spark eller styrt, hvor kraftpåvirkningen på knoglen sammen med et patologisk træk gennem m. triceps brachii resulterer i avulsion af tuber olecrani (11). Oftest findes hesten på fold med andre heste, eller også er hesten set styrt eller blive sparket. Symptomerne er ved olecranonfrakturer ikke patognomoniske, men oftest findes hesten med en karakteristisk holdning af det afficerede ben, hvor benet ikke er vægtbæ-

rende med en sænket albue (dropped elbow). Symptomerne ses som følge af det manglende punkt for tilhæftning af m. triceps brachii, hvilket giver en manglende ekstension af albueledet og heraf også carpalledet (12). Symptomerne er derfor meget identiske med de symptomer, der ses ved radialisparalyse (6).

Klassificering

Typisk klassificeres olecranonfrakturer i 6 typer efter de to hyppigste vækstlinje frakturer (Salter-Harris I+II), samt hvorvidt frakturen er en intra-/ekstraartikulær fraktur, og om der er tale om en simpel/komminut fraktur (13,14) (fig. 1):

Type 1a Ekstraartikulær fraktur gennem vækstlinjen (fysis).

Type 1b Intraartikulær eller ekstraartikulær fraktur gennem vækstlinjen og det semilunare knoglefremspring.

Type 2 Intraartikulær fraktur gennem det semilunare knoglefremspring.

Type 3 Ekstraartikulær fraktur gennem den proksimale del af metafysen.

Type 4 Komminut intraartikulær fraktur gennem basis af olecranon proksimal for radius vækstlinje gennem det semilunare knoglefremspring.

Type 5 Intraartikulær eller ekstraartikulær fraktur gennem skaffet på ulna ved radius vækstlinje (ved sammenvokningen mellem radius og ulna), som fortsætter proksimalt gennem det semilunare knoglefremspring.

Konservativ behandling

Konservativ behandling med boksro og NSAID har været forsøgt med et meget varierende resultat (15,6,14,16).

Sammendrag

Olecranonfrakturer er en af de hyppigste knoglefrakturer på de lange knogler ved hest. Der er forsøgt både konservativ og kirurgisk behandling, hvor der ved kirurgisk behandling bliver anvendt forskellige interne fikseringsmuligheder. Udviklingen i fikseringsteknikker har medført en betydelig forbedring i prognosen for olecranonfrakturer. De forskellige fikseringsmuligheder omfatter brug af lag screw, cerclage, intramedullære pins, AO/ASIF dynamisk kompressions skinner og kombinationer af de forskellige. Forud for gennemgang af disse teknikker gives en gennemgang af de forskellige frakturtyper og belastningsforhold. Ved en casereport beskrives brugen af et nyt internt fikseringssystem – Locking-Dynamic-Compression skinne (LCP-skinne). Artiklen gennemgår yderligere 6 cases af olecranon frakturer med opgørelse af type, behandling og behandlingsresultat.

Summary

Olecranon fractures are one of the most common long bone fractures in equine practice. Conservative as well as surgical treatment is being used to treat these fractures. The intern fixation techniques have through the last two decades evolved and increased the prognosis for olecranon fractures when treated surgically. The different surgical techniques include the use of lag screw, tension band wiring, pins, tension band plating and a combination of these techniques. The different techniques and their application are described with a description of the different fracture types and the tension forces applied to these. A case report describes the use of a new internal fixation system - Locking-Dynamic-Compression plate (LCP-plate). This article also reviews 6 cases of olecranon fractures with regards to type, treatment and outcome.



figur 1

De typer af frakturer, der er kandidater til konservativ behandling, er frakturer uden stor displacering, hvilket derfor typisk kun vil omfatte type 2 og 5 (14). Den hyppige displacering af frakturen som følge af trækket fra *m. triceps brachii* og den medfølgende instabilitet i muskeltilhæftningen og leddet giver en general dårlig prognose for olecranonfrakturer behandlet konservativt. Et retrospektivt studie konkluderede, at kun ekstraartikulære/ikke displacerede frakturer er kandidater til konservativ behandling (13).

Brug af bandagering og ekstern skinne/cast er også et konservativt behandlingsforslag beskrevet til de intraartikulære/ikke displacerede. Skinnen/casten lægges fra albueled til hoven til fiksering af benet i ekstension til delvis vægtbæring (13). Konservativ behandling bør stadig kun vælges ved type 2 og 5 (fig. 1), hvor der samtidig er en økonomisk hindring for kirurgisk behandling (14,13,7).

Intern fiksering

Ønskes den bedste prognose for hesten,

skal intern fiksering overvejes, hvor der foreligger forskellige muligheder afhængig af hestens alder og frakturtype.

Da ulnas største kraftpåvirkning er trækket fra *m. triceps brachii*, og da selve vægtbelastningen på ulna er minimal, vil belastningen på ulnas kaudale flade næsten udelukkende være et træk i proksimodistal retning (2). Kravet til intern fiksering er at modsvare denne kraftpåvirkning til fiksering af frakturen.

De forskellige metoder til intern fiksering af knoglefrakturer kan alle appliceres olecranonfrakturer i henhold til de forskellige frakturtyper og hestens alder.

I det følgende gennemgås de forskellige fikseringsprincipper, hvor teknikker og metoder er beskrevet i henhold til the Association for the Study of Internal Fixation (AO/ASIF) (17). Herunder beskrives anvendelse af LCP skinner til intern fiksering af frakturer hos hest ved en casereport. Anvendelse af LCP skinner ved olecranonfrakturer er beskrevet i to tidligere artikler og med kun to tilfælde af olecranonfrakturer (Auer, 2003; Levine, 2007).

Incision

En passende kurvelinær incision gennem hud og subkutis foretages, som oftest påbegyndes 2-5 cm proksimalt for olecranon og fortsættes 20-30 cm distalt afhængig af frakturtypen (5,18,2). Herefter dissekteres ned mellem *m. ulnaris lateralis* og det ulnare hoved af den dybe bøjesene. Frakturen opsøges, reduceres og holdes på plads med enten lag screw eller knogleholder/-lus (17).

Cerclage

Da kravet til fikseringen primært er at modstå kraftpåvirkningen i proksimo-

distal retning, er brugen af cerclage mulig, da styrken i dette materiale netop er i trækket. Den primære indikation for brug af cerclage er ved unge heste (<6 måneder), hvor brugen af ASIF skinne og skruer vil påvirke væksten i knoglen. In vitro belastningsforsøg har dog vist, at cerclage ikke kan modstå belastning over 250 kg, og at denne fikseringsmetode ikke giver den fornødne stabilitet ved intraartikulære frakturer (19). De typer af frakturer som typisk vil fikseres ved cerclage, er type 1 Salter-Harris frakturer (avulsionsfrakturer) samt simple ikke displacerede frakturer i niveau eller distalt til det humeroradiale led (7,17).

Til placering af cerclagen anvendes der et 2,5-3,2 mm bor igennem ulna 2 cm proksimalt og distalt for frakturlinjen, efter at denne er reduceret med enten knogleholder/-lus eller lag screw. I ottetalsfigur anlægges 2-4 cerclager af 1,2-1,5 mm tykkelse, som torkveres til reducere og fiksering af frakturen (17).

Cerclage/pins

Ved frakturer proksimalt for det humeroradiale led anvendes samtidig steinmann pins 3-5 mm i diameteren afhængig af hestens størrelse, da disse giver større fiksering i kraniokaudal og lateromedial retning (7,20). Der anvendes to steinmann pins, hvor den første placeres gennem fragmentet centralt i ulna i en proksimodistal retning distalt ind i korten uden at penetrere denne. Anden pin placeres på samme måde ved siden af første pin. Efterfølgende anlægges cerclage gennem huller boret 2 cm distalt for frakturlinjen i ottetalsfigur op omkring den proksimale del af de to steinmann pins, som klippes 6-8 mm proksimalt for olecranon (21,4). Brug





Figur 2



Figur 3



Figur 4

af steinmann pins alene er rapporteret, men oftest anvendes disse i kombination med cerclage (3,16).

AO/ASIF dynamisk kompressionskinne

I de fleste tilfælde af olecranonfrakturer er skinne fiksering det mest oplagte valg til intern fiksering. Den sidste udvikling på dette område har muliggjort anvendelsen af henholdsvis limited contact dynamic compression plate (LC-DCP) samt locking compression plate (LCP). Princippet bag disse er i begge tilfælde at mindske kontaktfladen mellem skinnen og periosten med henblik på at bevare denne og nedsætte irritationen på periosten. LCP-skinne er yderligere udviklet og er på mange områder et helt nyt princip. LCP-skinne er udviklet således, at skinnen ikke alene fikseres til knoglen, men at skrueerne også skrues fast i skinnen.

LCP-skinne er udformet med to huller i hvert hul med et hul til fiksering af låseskrue skrue samt et dynamisk kompressionshul (fig. 2). DCP og LC-DCP skinner opnår stabilitet ved pres af skinnen mod knogleoverfladen samt bicortical fiksering af skrue. LCP-skinne kan alene ved unicortical fiksering opnå stabilitet som følge af skrueernes fiksering i skinnen (fig. 3). Den unicortikale fiksering giver LCP-skinne større interfragment fiksering, hvilket giver LCP-skinne bedre stabilitet end DCP og LC-DCP ved både simple, men især komminutte frakturer. LCP-skinne er nu accepteret af AO tekniske kommission som standard plade ved intern fiksering.

En aluminiums skabelon med størrelse tilsvarende en 10 huls AO/ASIF dynamic compression plate/locking com-

pression plate (DCP-skinne/LCP-skinne) lægges på den kaudale flade af ulna og trykkes helt ind mod knoglen til aftryk af dennes kontur. Den valgte skinne bøjes efter skabelonen, hvilket er essentielt ved brug af DCP-skinne, mens brug af LCP-skinner ikke betinger den samme grad af konturtilpasning. Skinnen pålægges ulna og fikseres uden at stramme med en kortexskrue proksimalt for frakturlinjen. Skinnen rettes, så den ligger præcis på den kaudale rand af ulna og trækkes distalt til, at skrue er proksimalt i det elipseformede hul i skinnen. Anden skrue sættes distalt for frakturlinjen i et af hullerne, hvor den ikke vil påvirke de øvrige skrue, der evt. skal placeres som lag screw. Anden skrue placeres distalt i det elipseformede hul i skinnen, og de to skrue strammes skiftevis, hvorved frakturen komprimeres (fig. 4). I de øvrige huller i skinnen placeres enten låseskrue (LCP-skinne), kortexskrue eller lag screws i proksimodistal retning over frakturlinjen, hvor det er muligt (17,7,5).

Ved heste i vækst <1 år er det vigtigt, at disse skrue ikke penetrerer den kaudale kortex på radius, da dette kan medføre albedysplasi (22,23). I tilfælde hvor dette ikke kan undgås grundet krav til stabilitet, bør skrue fjernes efter healing har fundet sted. Det anbefales at undgå at placere skrue i det interosseose rum mellem ulna og radius (Spatium interosseum antebrachii proximale), da kar (A. interossea cranialis) løber igennem dette (17).

Hook skinne

Som et alternativ til DCP/LCP-skinne kan AO/ASIF hook skinnen anvendes, hvor brugen mest er indikeret ved ulna frakturer ved immature og mindre he-

ste. Hook skinnen er udformet som en DCP-skinne, men med den proksimale del udformet som en krog til forankring i tuber olecrani. Til placering af kroge i tuber olecrani foretages incision igennem insertionen af m. triceps brachii på langs og parallel med fibre over olecranon. Frakturen reduceres, og med hammer forankres kroge i tuber olecrani, hvorefter skinnen placeres efter samme princip som DCP-skinne (24). Hook skinnen er ikke ligeså stærk som DCP-skinne og er mest af alt indikeret i de tilfælde med type 1 olecranonfrakturer (avulsionfrakturer), hvor fragmentet grundet størrelse ikke kan fikseres med skrue (24).

Cases

I perioden fra 2005 til 2007 blev seks olecranonfrakturer undersøgt og behandlet på Ansager Dyrehospital. Fem af disse blev behandlet kirurgisk, mens en blev aflivet på baggrund af en økonomisk betragtning. Fire ud af de seks frakturer var type 5 frakturer, mens to var type 4 frakturer. I et tilfælde trak skrue sig ud af tuber olecrani under opvågningen og betingede efterfølgende aflivning af hesten.

Casereport

Anamnese

En Dansk Varmblod hoppe 1½ år var på fold blevet akut halt på venstre forben og blev bragt til hospitalet den 22. december 2007.

Symptomer

Ved henvisning til klinikken var hesten 5/5 grader halt på venstre forben. I hvile stod hesten med benet i ikke vægtbærende position med sænket albue og let flekteret carpus. Hesten var hævet



Figur 5

omkring albueledet og radius og var øm ved manipulation af albue/skulder og øm ved palpation omkring tuber olecrani.

Røntgen

Ved røntgenundersøgelse af venstre forbens albueregion konstateredes en distal intraartikulær fraktur af ulna, type 5 olecranonfraktur med let displacering af tuber olecrani i proksimal retning (fig. 5).

Behandling

Hesten blev den 23. december 2007 klargjort til operation med præmedikation (acepromazin, metadon, atropin og ampicillin). Til induktion af anæstesi blev der givet detomidin, ketamin og diazepam efterfulgt af inhalationsanæstesi med isofluran. Frakturen blev fikseret ved LCP-skinne med procedure som beskrevet under internfiksering. Der blev til fiksering anvendt en 10 huls, 4,5 mm, smal, LCP-skinne. Proksimalt for frakturlinjen i hul 4 blev der i det dynamiske kompressions hul placeret en kortexskrue. Skinnen blev trukket distalt til placering af kortexskruen eccentric. Distalt for frakturlinjen i hul 7 blev der tilsvarende placeret en kortexskrue excentrisk til dynamisk kompression. I de resterende huller blev der isat locking skruer undtaget i hul 6, hvor frakturlinjen var placeret. Der blev under fikseringen placeret skruer gennem det interosseose rum mellem ulna og radius. Intraoperativt blev der foreta-

get røntgen til verificering af korrekt placering af skruer (fig. 6).

Resultat

Postoperativt blev hesten behandlet med antibiotika og NSAID (gentamycin, penicillin og flunixin meglumin). I løbet af de fem første dage tog hesten fuld støtte på benet, og samme dag blev serum amyloid A målt til 354,60 mg/L. Operationssåret var postoperativt kun let hævet og let øm, og på dag 11 blev serum amyloid A målt til 1,09 mg/L, hvorefter antibiotikase NSAID blev seponeret. På dag 24 blev hesten afhentet på hospitalet.

Opfølgning

Hesten blev sendt hjem i boksro i otte uger, og efterfølgende fire uger med skridtmotion, hvor hesten var rengående i skridt. Efterfølgende kom hesten på fold, hvor den var rengående i både skridt og trav.

Diskussion

I perioden fra 2005 til 2007 blev der diagnosticeret i alt seks olecranonfrakturer. Fem af disse undergik kirurgisk behandling med intern fiksering. Fire af disse cases var type 5 frakturer, og to var type 4 frakturer, dvs. alle intraartikulære frakturer. Andre studier viser type 5 frakturer i henholdsvis 33 % (32/97;KI:24-42 %) (25), 34 % (26/77;KI:23-45 %) (12) og 29 % (10/34;KI:14-44 %) (14). Type 2 frakturer er i flere studier den hyppigst forekommende 56 % (14/25;KI:37-75 %) (8), 41 % (12/29;KI:23-59 %) (13) og 27 % (6/22;KI:8-46 %) (21). Til trods for at forskellene i prævalens mellem de enkelte frakturtyper er forsøgt forklaret i andre artikler ved den geografiske forskel i hestens anvendelse, så er prævalenserne ikke signifikant forskellige.



Figur 6

Gennemsnitsalderen på de fem cases, som blev behandlet ved intern fiksering med DCP- og LCP-skinner, var 1,9 år og var alle ungheste fra tre år og yngre. Der kan ikke drages konklusioner om fordelingen grundet dette begrænsede statistiske materiale, men tilsvarende overrepræsentation af ungheste gør sig også gældende i større undersøgelser, hvor der rapporteres 83 % <2 år ($n=41$;KI:72-94 %) (14), 80 % <3 år ($n=25$; KI:64-96 %) (6), 53 % <4 år ($n=17$;KI:29-77 %) (9) og 55 % <4 år ($n=29$;KI:37-73 %) (13). Det er påvist, at prognosen for yngre heste er bedre (9), og dette kan sammen med de kirurgiske færdigheder være med til at forklare succesraten i de ovenfor beskrevne cases. Årsagen til en bedre prognose ved yngre heste kan skyldes de yngre hestes vækst og det heraf større osteogenetiske potentiale. Samtidig er vægten hos disse heste ofte mindre med heraf mindre belastning på frakturen post operativt.

I de publicerede retrospektive studier angives henholdsvis 28 % (2/7;KI:-5-61%) (13) og 33 % (14/43;KI:19-47 %) (14) rengående efter konservativ behandling. Ved intern fiksering med DCP-skinner angives i studier 87 % (13/15;KI:70-100 %) (25), 80 % (16/20;KI:62-98 %) (8) 58 % (11/19;KI:36-80 %) (13) og 38 % (5/13;KI:12-64 %) (9), som overlevede den postoperative periode og efterfølgende var rengående. Opfølgningen med kontakt til ejer i de ovenstående cases viste, at 4/5 (80 %) overlevede

og er rengående. Øvrige studier viser gennemsnitlig tilbagevenden til atletisk arbejde efter 3,6 måneder og 9,5 måneder til konkurrencebrug (25). Hestene i disse cases var ikke i arbejde inden operation, men tre heste har nået en alder, hvor de nu er sat i arbejde uden tegn på halthed, herunder en hest der har opnået kåring og vinder af ungheste-championatet.

Type 4 og 5 olecranonfrakturer andrager typisk albueleddet meget distalt på ulna, og intraartikulært i dette område findes en synovial fossa og ikke vægtbærende hyalin brusk. Dette bevirker, at intraartikulære frakturer af type 4 og 5 har en god prognose også i de tilfælde, hvor mindre led inkongruens findes efter intern fiksering (25). Fire af de fem cases understøtter den gode prognose ved olecranonfrakturer og herunder også de intraartikulære frakturer.

Direkte komplikationer som følge af fikseringsteknikken, herunder skrues der penetrerer leddet eller ulna dysplasi og sublaxation, er ikke observeret ved de fem cases. Ulna dysplasi og sublaxation ses ved heste under 1 år, hvor skrues gennem den kaudale korteks på radius låser vækstlinjen. I alle cases penetrerer skrues den kaudale korteks til optimal fiksering, men ingen af disse havde en aktiv vækstlinje i radius.

Infektion omkring skinne og skrues forekom, og implantat blev som følge heraf fjernet seks måneder post operativt i et tilfælde. Som følge af stabiliteten ved brug af DCP-/LC-DCP-skinne heler en stor del af selv de inficerede frakturer, hvorfor skrues og skinne ved disse typisk kan fjernes 4-6 måneder postoperativt (25). Der foreligger dog modsat også artikler, som viser, at infektion omkring intraartikulære komminut frakturer giver en signifikant dårligere prognose (9). Der forekom yderligere tegn på infektion i såret i et tilfælde (feber, varme, hævelse), men ikke tegn på infektion omkring skinne og skrues. Tilfældet med infektion omkring implantatet viste, at med stabilitet omkring frakturen kunne infektionen behandles effektivt.

Postoperativt kunne der have været

lagt et aktivt suge dræn til at mindske hæmatom- og seromadannelse og den heraf følgende øgede infektionsrisiko. Ved brug af drænen vil det være nødvendigt i min. 2-3 dage med aktivt dræn for at undgå en retrograd kontamination, og antibiotose bør fortsættes 24-48 timer efter fjernelse af drænen (26,5).

Der refereres i flere artikler til at forsøge at undgå det interosseose rum mellem radius og ulna til trods for, at der i samme artikler vises mange cases, hvor der ikke er taget hensyn hertil. Ved de repræsenterede cases i denne artikel er der placeret skrues gennem til det interosseose rum til optimal fiksering og stabilisering af frakturen. Der er ikke umiddelbart som følge heraf set komplikationer, som eksempelvis excessiv hæmorrhagi eller seromadannelse.

Konklusion

Intern fiksering med DCP-skinne er den mest brugte teknik ved fiksering af olecranonfrakturer grundet stabiliteten i fikseringen. Prognosen for olecranonfrakturer fikseret med DCP-skinne er god, hvilket understøttes af denne artikels fire cases (type 4 og 5). Valget af behandling konservativ/kirurgisk eller fikseringsmetode skal foretages ud fra frakturtypen og størrelsen af hesten. Brugen af intern fiksering med dynamisk kompressions skinne giver optimal fiksering, stabilitet og prognose for olecranonfrakturer. Denne artikel beskriver brugen af Locking-Compression-Plate (LCP-skinne) i et tilfælde af olecranonfraktur med god prognose.

Referencer

1. Denny, H. R. The surgical treatment of fractures of the olecranon in the horse. *Equine Vet.J.* 1976;8(1);20-25.
2. Fretz, P. B. Fractured ulna in the horse. *Can.Vet.J.* 1973;14(2);50-53.
3. Arnbjerg, J. Fracture of ulna in the horse with case reports on three ponies. *Nord.vet.Med.* 1969;(21);389-397.
4. Monin, T. Repair of physeal fractures of the tuber olecrani in the horse, using a tension band method 3. *J.Am.Vet.Med.Assoc.* 1978;172(3);287-290.
5. Colahan, P. T. and Meagher, D. M. Repair of comminuted fractures of the proximal ulna and olecranon in young horses using tension band plating. *Vet. Surg.* 1979;(8);105-111.
6. Easley, K. J., Schneider, J. E., Guffy, M. M., and Boero, M. J. Equine ulnar fractures: a review of twenty five clinical cases. *Equine vet.Sci.* 1983;(3);5-12.
7. Turner, A. S. Fractures of the olecranon. *Vet.Clin.North Am.Large.Anim Pract.* 1983;5(2);275-283.
8. Denny, H. R., Barr, A. R., and Waterman, A. Surgical treatment of fractures of the olecranon in the horse: a comparative review of 25 cases. *Equine Vet.J.* 1987;19(4);319-325.
9. Anderson, D. E. Comminuted, articular fractures of the olecranon process in horses: 17 cases (1980 to 1990). *Veterinary-and-Comparative-Orthopaedics-and-Traumatology* 1995;8(3);141-145.
10. Scott, E. A., Mattoon, J. S., Adams, J. G., Riebold, T. W., and Teshera, J. Surgical repair of bilateral comminuted articular ulnar fractures in a seven-month-old horse. *J.Am.Vet.Med.Assoc.* 1998;212(9);1380-1382.
11. Richardson, D. W. Ulnar fractures. In: *Current Practice of Equine Surgery*. Ed. White, N. A. and Moore, J. N. Lippincott Company, Philadelphia 1990. pp 641-646.
12. Swor, T. M., Watkins, J. P., Bahr, A., and Honnas, C. M. Results of plate fixation of type 1b olecranon fractures in 24 horses 382. *Equine Vet.J.* 2003;35(7);670-675.
13. Donecker, J. M. Retrospective analysis of 29 fractures of the olecranon process of the equine ulna 61. *Journal-of-the-American-Veterinary-Medical-Association* 1984;185(2);183-189.
14. Wilson, D. G. and Riedesel, E. Nonsurgical management of ulnar fractures in the horse: a retrospective study of 43 cases. *Vet.Surg.* 1985;(14);283-286.

15. Pettersson, H. Die konservative und chirurgische Versorgung der Ulnafraktur. *Prakt Tierarzt* 1981;(62);585-588.
16. McGill, C. A. Internal fixation of fractures of the ulna in the horse. *Australian-Veterinary-Journal* 1982;58(3);101-104.
17. Bramlage, L. R., Richardson, D. W., Markel, M. D., and Salis, B. von. *AO Principles of Equine Osteosynthesis*. Ed. Fackelman, G. E., Auer, J. A., and Nunamaker, D. M. Thieme, Stuttgart, New York 2000. pp 158-177.
18. Milne, D. W., Turner, A. S., and Gabel, A. A. Surgical approaches to certain long bones of the horse for application of tension band plates. *J.Am.Vet.Med. Assoc.* 1976;168(1);48-52.
19. Hanson, P. D., Hartwig, H., and Markel, M. D. Comparison of three methods of ulnar fixation in horses. *Vet. Surg.* 1997;26(3);165-171.
20. Honnas, C. M. Surgical treatment of selected musculoskeletal disorders of the forelimb: Ulnar fractures. In: *Equine Surgery*. Ed. Auer, J. A. Saunders, Philadelphia 1992. pp 1039-1042.
21. Martin, F., Richardson, D. W., Nunamaker, D. M., Ross, M. W., and Orsini, J. A. Use of tension band wires in horses with fractures of the ulna: 22 cases (1980-1992). *J.Am.Vet.Med.Assoc.* 1995;207(8);1085-1089.
22. Clem, M. F., Debowes, R. M., Douglass, J. P., Leipold, H. W., and Chalmers, J. A. The effects of fixation of the ulna to the radius in young foals 11. *Vet.Surg.* 1988;17(6);338-345.
23. Smith, B. L., Auer, J. A., Taylor, T. S., Hulse, D. S., and Longnecker, M. T. Use of orthopedic markers for quantitative determination of proximal radial and ulnar growth in foals 1. *Am.J.Vet.Res.* 1991;52(9);1456-1460.
24. Murray, R. C., Debowes, R. M., Gaughan, E. M., and Bramlage, L. R. Application of a hook plate for management of equine ulnar fractures. *Vet.Surg.* 1996;25(3);207-212.
25. Swor, T. M., Watkins, J. R., Bahr, A., Epstein, K. L., and Honnas, C. M. Results of plate fixation of type 5 olecranon fractures in 20 horses. *Equine Vet.J.* 2006;38(1);30-34.
26. Bramlage, L. R. Surgical repair of long bone fractures 11. *Athletic-injuries-in-the-performance-horse-Proceedings-of-the-Thirteenth-Bain-Fallon-Memorial-Lectures,-July-1991,-Melbourne,-Australia* 1991.