

# Offene Schrägfraktur von Metatarsus III/IV und interne Fixation bei einem Alpaka

P. Zanolari<sup>1</sup>, M. Zulauf<sup>1</sup>, D. Nitzl<sup>2</sup>, G. Ueltschi<sup>2</sup>, A. Steiner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wiederkäuferklinik und <sup>2</sup>Abteilung für bildgebende Verfahren, Departement für klinische Veterinärmedizin der Universität Bern

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Fallbericht wird ein 15 Monate alter Alpakahengst vorgestellt, der eine offene Fraktur von Metatarsus (MT) III/IV nach einem Transportunfall aufwies. Trotz vorsichtiger Prognose wurde das Tier auf Wunsch des Besitzers operiert. Es wurde eine Spülung, Kürettage, offene Reduktion und interne Fixation mittels 12-Loch breiter 3,5mm dynamischer Kompressionsplatte (DCP) durchgeführt und ein mit Gentamicin durchsetzter Kollagenschwamm in die Wunde verbracht. Die Wunde heilte primär ab und 3 Monate nach der Fixation wurde die Platte entfernt. Auch 14 Monate nach der Operation zeigte der Hengst keine Lahmheit und konnte zum Decken eingesetzt werden.

**Schlüsselwörter:** Alpaka – Röhrbeinfraktur – ORIF – Neuweltkameliden – Antibiotikaabgabesystem

## Open fracture of Metatarsus III/IV treated by open reduction and internal fixation in an alpaca

This report describes the case of a 15-month-old alpaca stallion with an open fracture of metatarsus (MT) III/IV that occurred during transportation. Despite of a guarded prognosis, the animal was operated on request of the owner. The surgical intervention consisted of meticulous lavage and curettage of the wound and affected bone, precise fracture reduction, internal fixation with a 12-hole broad 3,5mm DCP and implantation of a gentamicin impregnated collagen sponge. Primary wound healing was evident and the implant was removed at 3 months after the initial intervention. At 14 months after surgery, the stallion did not show any signs of lameness and was used for service.

**Key words:** alpaca – longbone fracture – ORIF – New World Camelids – antimicrobial delivery system

## Einleitung

Diaphysäre Röhrbeinfrakturen gehören zu den am häufigsten vorkommenden Frakturen der langen Röhrenknochen bei Pferden (Auer, 1992; Richardson, 1999) und Rindern (Auer et al., 1993; Ferguson, 1997; Köstlin et al., 1990; Steiner et al., 1993a; Steiner et al., 1993b; Tulleners, 1986a; Tulleners, 1986b). Als Behandlungsmöglichkeiten von Röhrbeinfrakturen stehen bei Pferd und Rind die gedeckte Reduktion, externe Koaptation mittels Kunststoffgipsverband oder Walking-Cast (Németh und Back, 1991), die offene Reduktion und interne Fixation mittels Schrauben und Platten (Richardson, 1999) zur Verfügung. Bei diaphysären Frakturen von Metacarpus/Metatarsus (MC/MT) III/IV ist der operative Zugang einfach, da der Knochen nicht von Muskeln bedeckt ist. Der Kortex ist im Bereich der Diaphyse sehr dick und die distale Gliedmasse kann mit Verbänden und Schienen teilweise immobilisiert werden. Aufgrund der minimalen Weichteilbedeckung treten im Bereich des

Röhrbeines oft offene Frakturen auf. Nach interner Fixation besteht deshalb und auch wegen der gering ausgebildeten extraossären Blutversorgung eine erhöhte Infektionsgefahr im Frakturbereich (Richardson, 1999). Offene, und somit kontaminierte oder infizierte Frakturen sind generell als prognostisch ungünstiger zu beurteilen als gedeckte Frakturen. Das Risiko einer persistierenden, sich entlang der Implantate ausbreitenden Infektion ist gross und der, in diesem Fall zu erwartende Misserfolg (non-union) ebenfalls (Schneider und Jackman, 1996; Sumner-Smith, 1991). Zur Frakturbehandlung langer Röhrenknochen bei Neuweltkameliden liegen nur wenige Literaturhinweise vor (Johnson et al., 2000; Turner, 1989). Der vorliegende Fallbericht beschreibt Klinik, radiologische Befunde, operatives Vorgehen und Nachbehandlung einer offenen Schrägfraktur von MT III/IV bei einem Alpaka.

## Anamnese

Alpaka «Pancho», männlich, Huacayo, 15 Monate alt, 45 kg schwer. Das Tier sollte als neuer Deckhengst im Tierpark Dählhölzli Bern eingesetzt werden. Während des Transportes dorthin zog sich der Alpakahengst eine Fraktur von MT III/IV zu. Das Tier wurde vom verantwortlichen Tierarzt umgehend an die Wiederkäuerklinik des Tierspitals Bern zur genaueren Abklärung mit anschliessender Operation überwiesen.

## Klinische Befunde

Bei der Einlieferung wies das Alpaka einen guten Nähr- und Pflegezustand auf. Der Allgemeinzustand war leicht reduziert. Die rektale Körpertemperatur betrug 38°C (Normalwert: 36.4–37.8°C), die Pulsfrequenz 60/min (Normalwert: 60–90/min) und die Atemfrequenz 30/min (Normalwert: 10–30/min). Bei der Untersuchung des Bewegungsapparates fiel eine hochgradige Lahmheit der Hintergliedmasse links auf. Das betroffene Bein war im Bereich der Röhre auf der medialen Seite blutig und die Haut war perforiert. Bei der Manipulation konnte ein Krepitationsgeräusch ausgelöst werden. Die Zehenspitzen der betroffenen Gliedmasse erschienen etwas kühler verglichen mit den Zehen der rechten Hintergliedmasse.

## Präoperative radiologische Untersuchung

Es wurden lateromediale und dorsoplantare Röntgenaufnahmen des linken und rechten MT III/IV angefertigt (Digitales Röntgen Fuji FCR5000R, Siemens Tridoros 1200kW). Dabei wurden folgende Befunde erhoben: Im mittleren und distalen Drittel der Diaphyse des linken MT ist auf der lateromedialen Aufnahme eine schräg von lateroproximal nach medio-distal bzw. auf der dorsoplantaren Aufnahme von plantaroproximal nach dorsodistal verlaufende Zusammenhangstrennung sichtbar. Davon ausgehend ziehen mehrere feine Aufhellungslinien nach proximal. Das distale Fragment ist leicht nach lateral, proximal und plantar disloziert. Ausserdem sind zwei kleine, knochendichte Verschattungen zentral und plantarolateral der Zusammenhangstrennung zu sehen. In den Weichteilen entlang des MT befinden sich multiple, längliche und bläschenförmige Aufhellungen (v.a. lateral und plantar zwischen Metatarsophalangealgelenk und Talocruralgelenk, dorsal zwischen Metatarsophalangealgelenk und Übergang vom mittleren zum distalen Drittel des Röhrlbeins) (Abb. 1). Mit diesen Befunden wurde die radiologische Diagnose einer offenen Schrägfraktur von MT III/IV links gestellt.



Abbildung 1: Dorsoplantare (A) und lateromediale (B) Ansicht des linken Metatarsus eines 15 Monate alten, männlichen Alpakas: Offene Schrägfraktur.

Trotz vorsichtiger Prognose wurde die chirurgische Behandlung der frakturierten Gliedmasse gewünscht, nicht zuletzt auch aufgrund des hohen ideellen, materiellen und züchterischen Wertes des Tieres.

## Chirurgische Versorgung

Der Alpakahengst wurde direkt nach Diagnosestellung für die Operation vorbereitet. Als Antibiose erhielt er Ceftiofur (1mg/kg KGW i/m., Excenel® 1g; Pharmacia & Upjohn Provet AG, Schweiz) unmittelbar vor Operationsbeginn. Ein 16-gauge, 1.7 × 83 mm Dauerkatheter wurde in die rechte Jugularvene eingeführt. Die Sedation erfolgte mittels Diazepam (0.1mg/kg KGW i/v., Valium®, Roche, Schweiz) und Butorphanol (0.1mg/kg KGW i/v.,

Morphasol<sup>®</sup>, Dr. E. Gräub AG, Schweiz) und die Narkoseeinleitung mittels Ketamin (2mg/kg KGW i/v., Narketan<sup>®</sup> 10; Chassot AG, Schweiz). Anschließend wurde eine Epiduralanästhesie mit 6 ml Lidocain (Anesthesique 503N<sup>®</sup>, Biokema SA, Schweiz) durchgeführt. In Sternallage wurde das Tier intubiert (Tubusinnendurchmesser 7.5 mm) und die Narkose mit einem Isofluran-/Sauerstoffgemisch (Isoflurane U.S.P, Halocarbon Laboratories, River Edge, New Jersey, USA) in einem halb geschlossenen Kreissystem aufrechterhalten (Jaegglin, 2002; Neiger-Aeschbacher, 1999). Danach wurde das Alpaka in linker Seitenlage auf dem Operationstisch fixiert. Zur chirurgischen Vorbereitung des Operationsfeldes wurde die ganze linke Hintergliedmasse geschoren und mit Jod- und Alkoholtupfern abwechselnd dreimal gereinigt. Die Zehen der linken Gliedmasse wurden mit einem sterilen Handschuh sowie einem sterilen Klebestreifen abgedeckt. Vom proximalen Teil des Femurs an Richtung Abdomen wurde das Tier zusätzlich mit sterilen Stofftüchern und einer Plastikfolie abgedeckt. Das linke Bein war frei beweglich, von cranial, medial und caudal frei zugänglich und auf einem kleinen, mit sterilen Tüchern abgedeckten Tisch abgestützt. Mit dem Skalpell eröffnete man die Haut auf der medialen Seite des MT mit einem etwa 20cm langen Schnitt. Die Hautperforationsstelle wurde spindelförmig umschnitten und die betroffene Haut reseziert. Unter ständigem Spülen mit steriler physiologischer Ringerlösung (Laboratorium Dr. G. Bichsel AG, Schweiz) und Absaugen der anfallenden Flüssigkeit wurde das kontaminierte Gebiet gereinigt. Das Operationsbesteck wurde vor der Osteosynthese gewechselt. Der freigelegte Knochen wurde vorsichtig mit einem scharfen Löffel kürettiert und vorhandene Blutkoagula aus Wunde und Markhöhle entfernt. In die Markhöhle wurde ein in Gentamicin getränkter Kollagenschwamm (125 mg, Garamycin<sup>®</sup>, Essex Chemie AG, Schweiz) eingebracht; danach wurde die Schrägfraktur unter Schonung des Periostes vorsichtig reponiert und mit einer Repositionszange temporär fixiert. Eine breite 3,5 mm 12-Loch Dynamische Kompressions-Platte (DCP) (Synthes<sup>®</sup>, STRATEC Medical, Schweiz) wurde mittels Biegepresse an die mediale Kontour des kontralateralen MT angeglichen. Dazu wurden die präoperativ hergestellten Röntgenbilder der rechten Hintergliedmasse verwendet. Alle Löcher der DCP wurden mit 3,5 mm Kortexschrauben besetzt. Drei Schrauben, welche den Frakturspalt überbrückten, wurden als Zugschrauben und die restlichen 9 in der Funktion von Positionsschrauben eingesetzt. Drei Zentimeter oberhalb des proximalen Wundwinkels wurde mit einem Trokar die intakte Haut perforiert und ein Redondrain (Provet AG, Schweiz) eingezogen. Der fenestrierte Teil des Drains wurde neben der Platte platziert. Das Periost und die Subkutis wurden je mit einer Kürschnernäht

fortlaufend vernäht (Polydioxanon USP 2-0, PDS<sup>®</sup> II, Johnson & Johnson AG, Schweiz), die Haut wurde mit Wundklammern aus rostfreiem Stahl (3M Precise<sup>™</sup> Vista, 3M Schweiz AG) verschlossen. Vor Verschluss der Subkutis wurde nochmals ein in Gentamicin getränkter Kollagenschwamm (125mg) in die Wunde eingebracht. Eine sterile, nicht haftende Kompresse (Mediset<sup>®</sup>, 10 x 20cm. IVE, Schweiz) wurde auf die Wunde gelegt. Mit einer synthetischen Polsterwatte (3M Schweiz AG) wurde das operierte Bein eingebunden sowie plantar durch eine gepolsterte Plastikschiene, welche bis zum Calcaneus reichte, verstärkt. Der am Redondrain angebrachte Dreiweghahn sowie die Spritze für die aktive Saugdrainage wurden mit einer kohäsiven Binde (3M Schweiz AG) auf dem Verband befestigt.



Abbildung 2: Dorsoplantare (A) und lateromediale Ansicht des linken Metatarsus eines 15 Monate alten, männlichen Alpakas unmittelbar nach der Operation: In physiologischer Knochenachse reponierte und fixierte Schrägfraktur.

## Postoperative radiologische Untersuchung

Die unter dem Schutzverband unmittelbar nach der Operation angefertigten Röntgenaufnahmen zeigten eine gute Reposition der Schrägfraktur des linken MT in der physiologischen Knochenachse. Die Fraktur ist mittels einer medial an Dia- und Metaphyse anliegenden 12-Loch-DCP und 12 Kortexschrauben fixiert. Auf der dorsoplantaren Aufnahme ist eine schmale Aufhellungslinie im Bereich des Frakturspaltes zu sehen. Lateral am MT ist die Saugdrainage, medial in den Weichteilen sind die metallgedichteten Wundklammern zu erkennen (Abb. 2). Aufgrund dieser Befunde wurde folgende radiologische Diagnose gestellt: in physiologischer Knochenachse reponierte und fixierte Schrägfraktur des linken MT unmittelbar nach der Operation.

## Nachbehandlung

Nach der Operation wurde das Alpaka in eine Einzelboxe verbracht. Flunixin meglumine (1.1mg/kg KGW i/v., Finadyne®, Biokema AG, Schweiz) einmalig und Ceftiofur (1mg/kg KGW i/m., Excenel® 1g; Pharmacia & Upjohn, Provet AG, Schweiz) während 10 Tagen wurden als medikamentöse Nachbehandlung eingesetzt. Täglich wurden Zehen und Gliedmasse proximal des Verbandes auf Schwellung und Dolenz kontrolliert. Das Vakuum der Saugdrainage wurde täglich dreimal erneuert. Bei Entfernung des Drains am 4. Tag nach der Operation wurde die in der Spritze gesammelte, grünliche, aber nicht übelriechende Flüssigkeit zur bakteriologischen Untersuchung eingesandt. Direktmikroskopisch war die Probe negativ und die Kultur war steril. Zehn Tage nach der Operation wurden die Hautklammern entfernt und ein neuer Schienenverband angebracht. Der Hengst zeigte keine Anzeichen einer Lahmheit und palpatorisch war keine Schmerzreaktion auslösbar. Die Wunde war trocken und nicht geschwollen. Achtzehn Tage nach der Operation wurde das Tier in gutem Allgemeinzustand aus der Wiederkäuferklinik in den Tierpark Dählhölzli entlassen. «Pancho» sollte mindestens für 2 Monate von der Herde abgesondert bleiben, damit die frakturierte Gliedmasse wenig belastet wird. Der Sitz des Verbandes sollte täglich kontrolliert werden, ein Verbandswechsel war nach 10 Tagen vorgesehen und der Verband sollte nach weiteren 10 Tagen entfernt werden. Drei Monate nach der Operation wurde erneut eine radiologische Kontrolluntersuchung durchgeführt. Aufgrund der fortgeschrittenen Knochenheilung ohne Anzeichen eines Infektes entschloss man sich, die Platte zu entfernen.

## Reoperation/Plattenentfernung

Die Operationsvorbereitungen sowie die Narkose wurden entsprechend der ersten Operation durchgeführt. Einen halben Zentimeter medial der alten Narbe wurde mit dem Skalpell die Haut eröffnet. Das subkutane Bindegewebe wurde intakt gelassen, ausser direkt über dem Innensechskant der Schraubenköpfe. Hier wurden mit der Spitze des Skalpells eine Stichinzision durchgeführt und mit dem AO-Schraubenzieher die Schrauben entfernt. Durch leichtes Anheben der DCP mit einem Periostelevator konnte die Platte von der Unterlage gelöst und entfernt werden. Die Subcutis wurde mit einer forlaufend adaptierenden Naht verschlossen (Polydioxanon Grösse 2-0), die Haut mit Klammern geheftet und ein Schutzverband angebracht. Das Tier wurde am darauffolgenden Tag nach Hause entlassen mit der Anweisung, den Hengst nochmals 2 Wochen abgesondert zu halten, den Verband während dieser Zeit zu belassen und die Hautklammern anschliessend zu entfernen.

## Radiologische Untersuchung nach Implantatentfernung

Nach Implantatentfernung wurden Röntgenaufnahmen unter einem Schutzverband angefertigt. In der Dia- und Metaphyse des linken MT sind 12, durch beide Cortices verlaufende Aufhellungen im Bereich der Schrauben mit leichten knochendichten Ausziehungen der Knochenkontur an den entsprechenden Aus- und Eintrittsstellen zu sehen. Die Knochenachse ist in der Norm und die Frakturlinie gut mit knochendichtem Gewebe durchbaut. Medial in den Weichteilen sind die metallgedichteten Wundklammern zu erkennen (Abb. 3).

Etwa 3 Monate nach Frakturversorgung lautete die Röntgendiagnose: Nach Implantatentfernung radiologisch stabile, primär geheilte Schrägfraktur des linken MT ohne erkennbare Kallusbildung.

## Diskussion

Der vorliegende Bericht beschreibt die Krankengeschichte eines Alpakahengstes mit einer offenen Schrägfraktur von MT III/IV. Dieser Fall ist insofern von veterinärmedizinischem Interesse, als dass einerseits über die Behandlung von Frakturen der langen Röhrenknochen von Neuweltkameliden bis anhin in der Literatur nur wenige Berichte vorliegen, andererseits bei offenen Frakturen beim Grosstier häufig von einem Behandlungsversuch abgesehen wird. Letzteres ist dadurch begründet, dass die Prognose von offenen Frakturen bei Rindern und Pferden als zweifelhaft bis ungünstig zu beurteilen ist. Mit zunehmendem



Abb. 3: Dorsoplantare (A) und lateromediale (B) Ansicht des linken Metatarsus eines 15 Monate alten, männlichen Alpakas: Radiologisch stabile Schrägfraktur nach Implantatentfernung ca. 3 Monate nach Frakturversorgung (keine erkennbare Kallusbildung).

Körpergewicht können Frakturen auch mit interner Fixation nicht vollständig immobilisiert werden, was in Kombination mit einer lokalen Infektion dazu führt, dass sich die Implantate zu lockern beginnen, lange bevor der Frakturspalt überbrückt ist (Kaneps, 1996). In diesem Fall wurde trotzdem ein Behandlungsversuch unternommen, weil das Körpergewicht des Tieres mit 45 kg gering war, der Zeitpunkt der Verletzung weniger als 2 Stunden zurücklag, der Verschmutzungsgrad als gering beurteilt wurde und lediglich eine Grad 1 offene Fraktur vorlag. Offene Frakturen werden in Grade von I bis III eingeteilt (Anson, 1993; Popovitch und Jon Nannos, 2000; Unger, 1998). Grad I beschreibt eine offene Fraktur mit einer Weichteilverletzung von innen nach aussen durch Knochenfragment(e). Grad II kommt bei per-

forierenden Verletzungen durch eine Gewalteinwirkung von aussen zu Stande mit deutlichen Kontusionen im Bereiche der darunterliegenden Weichteile. Bei Grad III findet man exzessive Weichteilschäden an Muskeln, Nerven und Gefässen, die durch hohe Energieeinwirkung (z.B. Schussverletzungen) verursacht werden können. Gerade weil eine Grad I Fraktur vorlag, konnte damit gerechnet werden, dass zum Zeitpunkt der Operation lediglich eine Kontamination und noch keine Infektion vorherrschte. Unter Kontamination versteht man eine Verunreinigung und Verschmutzung der Wunde mit Keimen ohne Vermehrung derselben. Hingegen können sich bei einer Infektion Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Pilze, Protozoen, etc.) in einem Wirtsorganismus ansiedeln und vermehren. Die Fähigkeit zur Krankheits-erzeugung eines bestimmten Erregers hängt von stamm-spezifischen Virulenzfaktoren der Keime ab wie Vermehrungstendenz, Penetrationsvermögen und Bildung von Toxinen (Fontana et al., 1987; Samuelson, 1999; Zinkernagel, 1997).

Um die Keimzahl zu Beginn der Operation möglichst effizient verringern zu können, wurden die Wundränder im Bereich der Perforationsstelle reseziert, das kontaminierte Gewebe intensiv gespült und gereinigt, Blutkoagula sorgfältig entfernt, die Blutversorgung geschont, nach dem Débridement der kontaminierten Hautwunde das Operationsbesteck gewechselt und frühzeitig eine Antibiose eingeleitet. Letztere bestand in der systemischen Anwendung eines Cephalosporinpräparates der 3. Generation (zur Abschirmung einer perifokalen Bakterienaussaat) unmittelbar nach Einlieferung an die Wiederkäuerklinik und der hochdosierte lokalen Applikation eines Gentamicinpräparates während der Operation. Bei diesem Präparat handelt es sich um ein Medikamentenabgabesystem, welches mindestens 1 Woche lang einen sehr hohen lokalen Antibiotikumwirkspiegel garantiert. Die systemische Belastung ist geringer als bei systemischen Gaben und erreicht nie auch nur annähernd toxische Werte. Das eingebrachte Trägermaterial, wird komplett resorbiert, die lokale Blutstillung und die Wundheilung werden gefördert (Stemberger et al., 1989; Wörschhauser und Rüter, 1989). Diese Gentamicinpräparate wurden bereits erfolgreich lokal bei Gelenksinfektionen, Frakturen und Osteomyelitiden beim Grosstier eingesetzt (Hirsbrunner und Steiner, 1998a; Hirsbrunner und Steiner, 1998b; Steiner et al., 2000).

Der Anteil gentamicinresistenter Stämme von *Staphylococcus aureus* bei prä- und intraoperativen Wundabstrichen liegt bei gross untersuchten Kollektiven aus der Humanmedizin bei ca. 10% (Grimm, 1989). Aus der Routinediagnostik wurden gentamicinresistente Stämme mit MHK-Werten von  $\geq 8$  mg/l

isoliert, um den genauen MHK-Wert zu bestimmen. Die minimale Hemmkonzentration (MHK) ist die für einen bestimmten Erreger im Labor ermittelte Antibiotikumkonzentration, die gerade ausreicht, um die Bakterienvermehrung *in vitro* zu hemmen. Die Bestimmung dieses wichtigen Wertes erfolgt in Reihenverdünnungstesten (Grimm, 1989). Aus 90 gentamicinresistenten *Staphylococcus aureus* Stämmen zeigten nur deren 4 eine MHK >128 mg/l. Die in einem vergleichbar ähnlichen Produkt (Sulmycin®) gemessenen Konzentrationen im Wundsekret von 9 humanen Unterschenkel-Osteomyelitiden zeigten, dass 3 Tage nach der Operation noch 1661 mg/l resp. am 5. Tag postop. noch 47.5 mg/l vorlagen. Diese Konzentration am 5. Tag ist immer noch um ein mehrfaches höher als der MHK-Grenzwert und somit in der Lage, nahezu alle gentamicinresistenten Erreger zu erreichen (von Hasselbach, 1989). Unabhängig von der Diffusionsstrecke oder dem pH-Wert des Wundmilieus sollte von einem Wirkstoffträger die Freisetzung von Gentamicin in ausreichender Menge gefordert werden, d.h. mit einem initialen lokalen Wirkstoffspiegel von mindestens 300 mg/l (von Hasselbach, 1989). Der Wirkstoffspiegel bleibt lokal über mehrere Tage extrem hoch, v.a. wenn durch eine schlechte Durchblutung oder durch die haemostatische Wirkung des Kollagens (führt zu einem signifikant niedrigerem Exsudatvolumen) die zellulären und humoralen Abwehrmechanismen nicht voll zur Wirkung kommen können und dadurch pathogene Keime potentiell eher eine Überlebenschance hätten (von Hasselbach, 1989).

Beim Einsatz von in Polymethylmethacrylat getränktem Gentamicin in Tarsocruralgelenken von Pferden konnte auch noch nach 9 Tagen eine MHK von >2 mg/l nachgewiesen werden. Die meisten pathogenen Pferdepathogene sind empfindlich gegenüber diesem MHK-Wert (Farnsworth et al., 2001). Bei einer systemischen Behandlung muss beachtet werden, dass die Antibiotikakonzentration 4 bis 8 mal der MHK entsprechen sollte, da im Gewebe die effektive Antibiotikakonzentration nur etwa 20 bis 25% des korrespondierenden Plasmaspiegels erreicht (Weisman et al., 2000).

Eine breite 3,5 mm DCP wurde im Gegensatz zu einer schmalen 4,5 mm gewählt. Die 3,5 mm DCP hat eine ähnliche Dicke, Breite und Länge wie die schmale

4,5 mm, jedoch mit mehr und kleineren Löchern für 3,5 mm Schrauben. Dementsprechend ist die Zerreihsfestigkeit und damit die Ermüdungsfestigkeit der beiden Platten im Vollprofil gleich, jedoch im Bereich der Plattenbohrung (Schraubenlöcher) für die breite 3,5 mm DCP grösser (Pohler, 1998). Weitere Vorteile wurden auch in einer vergleichenden Arbeit zwischen breiter 7 Loch 3,5 mm DCP und schmaler 5 Loch 4,5 mm DCP aufgezeigt (Johnston et al., 1991). Die breite 7 Loch 3,5 mm DCP hält grössere Kräfte in der Vierpunktbiegung und im Torsionstest aus als die schmale 5 Loch 4,5 mm DCP. Die breite 3,5 mm DCP bietet aufgrund der grösseren Steifigkeit einen Vorteil, durch den Einsatz von 3,5 mm Schrauben entstehen kleinere Defekte im Knochen und weil mehr Schrauben einsetzbar sind, kann auch mehr Kompression zwischen Knochen und Platte hergestellt werden (Johnston et al., 1991). Es ist üblich, bei den Grosstieren alle Löcher einer Platte zu füllen, weil sie dadurch an Stabilität gewinnt (im Bereich des Schraubenlochs ist die Platte stärker, wenn das Loch mit einer Schraube gefüllt ist). Nachteil bleibt das Knochen-Platten Interface. Die Durchblutung des Knochens ist unter einer Platte vermindert, je ausgeprägter die Kompression zwischen Platte und Knochenoberfläche ist. Eine Voraussetzung für das schnelle Abheilen während der Rekonvaleszenzzeit beinhaltet die reduzierte Belastung und Bewegungsfreiheit des operierten Beines. Es war uns deshalb wichtig, dass der Hengst von der Herde abgesondert wurde und alleine in einer Boxe gehalten wurde. Da die Operation in der kalten Jahreszeit erfolgte, hielt man es für indiziert, den Hengst in eine kältegeschützte Boxe zu stellen und, wenn nötig, das Bein durch einen Schutzverband vor der Kälte zu schützen. Trotz Fehlen von Anzeichen eines Knocheninfektes wurde die Platte entfernt. Damit sollte verhindert werden, dass während der kalten Jahreszeit das Implantat, welches im Bereich des MT nur minimale Weichteilbedeckung aufweist, Kälteschmerz hervorrufen kann. Während der zweiten Operation wurden gleichzeitig die Incisivi geraspelt, die Hengstzähne entfernt und die Zehennägel hergerichtet. Trotz der offenen Fraktur ist die Prognose in diesem Falle *quo ad vitam/usum* sehr gut. Auch 11 Monate nach Entfernung der DCP zeigt der Hengst keinerlei Anzeichen von Beschwerden und wurde in seiner neuen Herde ohne Probleme aufgenommen.

**Fracture transversale ouverte du métatarse III/IV et fixation interne chez un alpaga**

Le cas d'un alpaga mâle non castré âgé de 15 mois avec une fracture ouverte du métatarse III/IV à la suite d'un accident de transport est présenté. Malgré un pronostic peu favorable l'animal a été opéré selon le désir du propriétaire. Un lavage, un curetage, une réduction ouverte et une fixation interne au moyen d'une plaque à compression dynamique pourvue de 12 trous et large de 3,5 mm ont été effectués et une éponge de collagène imbibée de gentamicine a été utilisée. La blessure a guéri primairement et 3 mois après la fixation la plaque a été retirée. 14 mois après l'opération, l'alpaga n'a démontré aucune boiterie et a pu être utilisé pour la monte.

**Frattura obliqua aperta del metatarso III/IV e fissazione interna in un alpaca**

In questo rapporto viene presentato uno stallone alpaca di 15 mesi con una frattura aperta del metatarso (MT) III/IV dovuta ad un incidente di trasporto. Malgrado la prognosi riservata, l'animale su desiderio del proprietario, è stato operato. Sono stati eseguiti un risciaquo, un raschiamento, una riduzione aperta ed una fissazione interna tramite una placca di compressione dinamica con un foro 12 largo 3,5 mm e nella ferita è stata applicata una spugna di collagene intrisa di gentamicina. La ferita è guarita in maniera primaria e 3 mesi dopo la fissazione la placca è stata tolta. Anche 14 mesi dopo l'operazione lo stallone non mostrava zoppia ed ha potuto essere utilizzato per la monta.

**Literatur**

Anson L.: Emergency management of fractures. In: Textbook of small animal surgery. Ed. D. Slatter, W.B. Saunders Company, 1993, 1603–1610.

Auer J.: Principles in fracture treatment. In: Equine Surgery. Eds. J. Auer, A. Stick, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1992, 812–833.

Auer J., Steiner A., Iselin U., Lischer C.: Internal fixation of long bone fractures in farm animals. V.C.O.T. 1993, 6:36–41.

Farnsworth K., Withe II N., Robertson J.: The Effect of Implanting Gentamicin-Impregnated Polymethylmethacrylate Beads in the Tarsocrural Joint of the Horse. Vet. Surg. 2001, 30:126–131.

Ferguson J.: Surgery of the distal limb. In: Lameness in cattle. Ed. P. Greenough, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1997, 248–261.

Fontana A., Lüthy R., Siegenthaler W.: Infektion. In: Klinische Pathophysiologie. Hrsg. W. Siegenthaler, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1987, 560–573.

Grimm H.: Bakteriologische und pharmakokinetische Aspekte der topischen Antibiotikaawendung. In: Kollagen als Wirkstoffträger. Hrsg. A. Stemberger, R. Ascherl, F. Lechner, G. Blümel, Stuttgart, New York, Schattauer, 1989, 33–37.

Hirsbrunner G., Steiner A.: Treatment of delayed union and septic osteomyelitis of metacarpus III/IV in a calf using Gentamicin-impregnated collagen sponges and minimal external coaptation. V.C.O.T. 1998a, 11:19–22.

Hirsbrunner G., Steiner A.: Treatment of infectious arthritis of the radiocarpal joint of cattle with gentamicin-impregnated collagen sponges. Vet. Rec. 1998b, 11:399–402.

Jaegglin N.: Die Anästhesie der Neuweltkameliden. Frühjahrstagung 2002 Fortbildungskommission SVW+ASMR, Tierspital Bern, 23.05.02.

Johnson C., Baird A., Baird D., Wenzel J.: Long-bone fractures in llamas: six cases (1993–1998). J. Am. Vet. Med. Assoc. 2000, 216:1291–1293.

Johnston S., Lancaster R., Hubbard R., Probst C.: A biomechanical comparison of 7-hole 3.5mm broad and 5-hole 4.5mm narrow dynamic compression plates. Vet. Surg. 1991, 20:235–239.

Kaneps A.: Orthopedic conditions of small ruminants – Llama, sheep, goat, and deer. Vet. Clin. North. Am. (Food Anim. Pract.). 1996, 12:211–231.

Köstlin R., Nuss K., Elma E.: Metakarpal- und Metatarsalfrakturen beim Rind. Tierärztl. Prax. 1990, 18:131–144.

Neiger-Aeschbacher G.: Lama-Sedation und Anästhesie. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1999, 141:307–318.

Németh E., Back W.: The use of the walking cast to repair fractures in horses and ponies. Equine Vet. J. 1991, 23:32–36.

Pohler O.: Implantatmaterial, Implantatstabilität und Komplikationen mit Implantaten. In: Kleintierkrankheiten. Bd. 3. Orthopädische Chirurgie und Traumatologie. Hrsg. K. Bonath, W. Prieur, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 1998, 189–203.

Popovitch C., Jon Nannos A.: Emergency management of open fractures and luxations. Vet. Clin. North. Am. (Small Anim. Pract.). 2000, 30:645–655.

Richardson D.: The metacarpal and metatarsal bones. In: Equine Surgery. Eds. J. Auer, A. Stick, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1999, 810–821.

- Samuelson J.*: Infectious diseases. In: Robbins pathologic basis of disease. Eds. R. Cotran, V. Kumar, T. Collins, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1999, 329–402.
- Schneider R., Jackman B.*: Fractures of the third metacarpus and metatarsus. In: Equine fracture repair, Ed. A. Nixon, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1996, 179–194.
- Steiner A., Hirsbrunner G., Rytz U., Zulauf M., Philipp M., Martig J.*: Die Behandlung von Gelenks- und Knocheninfektionen beim Grosstier mittels Gentamicin-impregnierter Kollagenschwämmen. Schweiz. Arch. Tierheilk. 2000, 142: 292–298.
- Steiner A., Iselin U., Auer J., Lischer C.*: Physeal fractures of the metacarpus and metatarsus in cattle. V.C.O.T. 1993a, 1993:131–137.
- Steiner A., Iselin U., Auer J., Lischer C.*: Shaft fractures of the metacarpus and metatarsus in cattle. V.C.O.T. 1993b, 1993: 138–145.
- Stemberger A., Sorg K., Machka K., Blümel G.*: Technologische und biochemische Aspekte von Kollagen-Implantaten. In: Kollagen als Wirkstoffträger. Hrsg. A. Stemberger, R. Ascherl, F. Lechner, G. Blümel, Schattauer, Stuttgart, New York, 1989, 17–29.
- Sumner-Smith G.*: Delayed unions and nonunions: Diagnosis, Pathophysiology, and treatment. Vet. Clin. North. Am. (Small Anim. Pract.). 1991, 21:745–760.
- Tulleners E.*: Management of bovine orthopedic problems. Part 1. Fractures. Compend. Cont. Educ. Pract. Vet. 1986a, 8:69–79.
- Tulleners E.*: Metacarpal and metatarsal fractures in dairy cattles: 33 cases (1979–1985). J. Am. Vet. Med. Assoc. 1986b, 189:463–468.
- Turner A.*: Surgical conditions in the Llama. Vet. Clin. North. Am. (Food Anim. Pract.). 1989, 5:81–99.
- Unger M.*: Frakturen-Grundlagen und Klassifikation. In: Kleintierkrankheiten. Bd. 3. Orthopädische Chirurgie und Traumatologie. Hrsg. K. Bonath, W. Prieur, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 1998, 534–536.
- von Hasselbach C.*: Klinik und Pharmakokinetik von Kollagen-Gentamicin als adjuvante Lokaltherapie knöcherner Infektionen. Unfallchirurg. 1989, 92:459–470.
- Weisman D., Olmstead M., Kowalski J.*: In Vitro Evaluation of Antibiotic Elution from Polymethylmethacrylate (PMMA) and Mechanical Assessment of Antibiotic-PMMA Composites. Vet. Surg. 2000, 29:245–251.
- Wörschhauser S., Rüter A.*: Kollagen-Gentamicin in der Behandlung der Osteomyelitis. In: Kollagen als Wirkstoffträger. Hrsg. A. Stemberger, R. Ascherl, F. Lechner, G. Blümel, Schattauer, Stuttgart, New York, 1989, 75–79.
- Zinkernagel R.*: Grundlagen der Immunologie. In: Medizinische Mikrobiologie. Hrsg. F. Kayser, K. Bienz, J. Eckert, R. Zinkernagel, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1997, 43–136.

---

## Korrespondenzadresse

Patrik Zanolari, med. vet. Wiederkäuerklinik, Universität Bern, Bremgartenstrasse 109a, 3012 Bern

Manuskripteingang: 30. August 2002

In vorliegender Form angenommen: 8. Januar 2003