

Die Behandlung von Radiusfrakturen beim Pferd – Eine Analyse von 15 klinischen Fällen

J. A. Auer und J. P. Watkins

Department of Large Animal Medicine and Surgery
Texas Veterinary Medical Center, College Station

Einleitung

Radiusfrakturen werden nach *Turner* (1982 und 1984) beim Pferd häufig diagnostiziert. Die übliche Ursache ist ein stumpfes Trauma, wie zum Beispiel der Tritt eines anderen Pferdes bei belasteter Gliedmaße (*Bramlage*, 1982). *Frauenfelder* und *Fessler* (1981) diskutieren Versuche, Radiusfrakturen mittels Osteosynthese zu behandeln. Bei den in der einschlägigen Literatur erwähnten Fällen handelt es sich meistens um Fohlen im ersten Lebensjahr (*Dingwall et al.*, 1971; *Turner et al.*, 1976; *Dennys*, 1978; *Turner*, 1979; *Valdez et al.*, 1979).

Nach Berichten von *Turner* (1982 und 1984) und *Bramlage* (1982) war die konservative Behandlung mit Gipsschienen nur bei distalen Radiusfrakturen erfolgreich. Als Hauptursache für das Mißlingen der konservativen Behandlung gilt die mangelhafte Ruhigstellung der Frakturfragmente sowie die fehlende Ruhigstellung des proximal der Fraktur gelegenen Gelenks. Es wurde erwogen, distale Metaphysen- bzw. Epiphysenfrakturen unter Umständen mittels Gipsverbänden zu behandeln (*Turner*, 1982 und 1984; *Bramlage*, 1982). *Nigam et al.* berichteten 1985 von der erfolgreichen Behandlung einer mittleren Radiuschaftfraktur bei einem erwachsenen Araber mittels Gipsverband.

Thoene und *Stuck* (1982) veröffentlichten einen Bericht über die erfolgreiche Behandlung einer Radiusfraktur bei einem erwachsenen Pferd durch Anwendung eines Kirschner-Apparates. Das Pferd wurde in eine Schlinge gehängt, und es wurde versucht, die Knochenheilung durch Anwendung pulsierender elektromagnetischer Felder zu unterstützen. Über eine weitere erfolgreiche Behandlung einer Radiusfraktur bei einem Fohlen mittels Fixateur externe berichtet *Wisner* (1985).

Nur wenige Fälle erfolgreich behandelte Radiusfrakturen bei erwachsenen Pferden werden in der Literatur erwähnt. *Alexander* und *Rooney* (1972) berichten über eine Serie von 12 Radiusfrakturen, 10 davon bei erwachsenen Pferden. Unter diesen waren 2 Ponys mit einem Gewicht von

Zusammenfassung

Die Autoren diskutieren 15 Fälle von Radiusfrakturen bei erwachsenen, über 300 kg schweren Pferden. 4 Tiere wurden aus ethischen Gründen und angesichts der hohen Behandlungskosten und schlechten Prognose sofort euthanasiert. 2 Pferde wurden nach 5 Tagen bzw. 5 Wochen eingeschläfert, nachdem zuvor eine Behandlung mit Gipsschienen begonnen worden war. 9 Pferde wurden einer Osteosynthese unterzogen, von denen jedoch nur 2 vollständig ausheilten und wieder voll belastbar wurden. In 8 Fällen wurden zwei Platten angelegt, eine lateral oder medial, die andere kranial. Die Operationstechnik wurde genau analysiert. Die Autoren diskutieren verbesserte Behandlungstechniken für die Zukunft. So sollten in jedem Fall 5,5-mm-Kortikalisschrauben Verwendung finden. Bei distalen und proximalen Frakturen sollte die dynamische Kondylusschraube mit Unterlegscheibe angewendet werden. Die Frakturen sind mit Knochentransplantaten zu versorgen. Die Pferde sollten, wenn möglich, auf dem Tisch aufwachen, damit eine Refraktur in der Aufwachphase vermieden wird. Schließlich ist es wichtig, die Platten über die ganze Knochenlänge anzulegen. Die Tatsache, daß von 15 Patienten nur 2 vollständig gesunden, verdeutlicht die Probleme der operativen Behandlung von Radiusfrakturen beim erwachsenen Pferd.

weniger als 300 kg. Nur 1 dieser Fälle erholte sich nach langer Zeit völlig, wobei hier die Fraktur nicht vollständig war und konservativ behandelt werden konnte. *Gertsen et al.* (1973) sowie *May* und *Wynjones* (1984) berichten von der erfolgreichen Behandlung einer Radiusfraktur mittels Osteosynthese bei Pferden mit Gewichten von 136 bzw. 200 kg. *Frauenfelder* und *Fessler* (1981) und auch andere Autoren (*Bramlage*, 1982; *Turner*, 1984; *Sanders-Shamis* und *Bramlage*, 1986) wendeten bei 300 kg schweren Pferden die kombinierte Osteosynthese mit Winkelplatte und dynamischer Kompressionsplatte (Fa. Synthes) erfolgreich an. Nach *Frauenfelder* und *Fessler* (1981), *Bramlage* (1982) und *Turner* (1982 und 1984) haben erwachsene Pferde mit einem Gewicht von mehr als 300 kg die schlechteste Prognose hinsichtlich einer vollständigen funktionellen Heilung der Fraktur.

Die vorliegende Arbeit analysiert und diskutiert die Behandlungstechniken und -ergebnisse von Radiusfrakturen bei 15 erwachsenen Pferden mit einem Gewicht von mehr als 300 kg.

Patientengut und Methoden

Seit 1978 wurden 15 erwachsene Pferde mit Radiusfrakturen an das University Veterinary Teaching Hospital der Texas A & M University zur Untersuchung und Behandlung überwiesen, die ein Gewicht zwischen 310 und 550 kg (durchschnittlich 450 kg) aufwiesen. Das Alter der Tiere lag zwischen 2 und 17 Jahren (durchschnittlich 8,5 Jahre). Die klinischen Daten sind in Tab. 1 zusammengefaßt.

Die Pferde, bei denen eine Osteosynthese durchgeführt werden sollte, erhielten ungefähr 30 Minuten vor Operationsbeginn Ampicillin i. v. und Gentamycin i. m. Die Therapie mit Antibiotika wurde 3 bis 5 Tage postoperativ durch intramuskuläre Injektionen weitergeführt.

Bei den 9 durch Osteosynthese behandelten Pferden (Tab. 1 und 2, Fall 9 bis 15) wurde die Narkose in der üblichen Weise eingeleitet. 1 Pferd (Fall 7) wurde in Rückenlage und

Tab. 1: Klinische Befunde, Behandlung und Ergebnisse bei 15 erwachsenen Pferden mit Radiusfraktur

Fall	Beschreibung des Tieres (Alter in Jahren)	Gewicht (kg)	Seite	Transport mit Schiene	Ort der Fraktur	Art der Fraktur	Typ	Behandlungsmethode	Ergebnis
1	Vollblutwallach (7)	500	R	ja	proximale Metaphyse	Spiralfraktur + eingestaucht	geschlossen	keine	sofortige Euthanasie
2	Araberwallach (10)	410	R	ja	Diaphyse	Spiralfraktur + eingestaucht	geschlossen	keine	sofortige Euthanasie
3	Appaloosastute (10)	460	R	nein	distale Metaphyse	Spiralfraktur + eingestaucht	offen	keine	sofortige Euthanasie
4	Quarter-horse-Stute (7)	480	R	nein	Diaphyse	Spiralfraktur + eingestaucht	offen	keine	sofortige Euthanasie
5	Araberstute (6)	400	R	nein	distale Metaphyse	kurze Spiralfraktur * eingestaucht	offen	Gips	Euthanasie nach 5 Tagen
6	Welshponystute (3)	310	R	ja	distale Metaphyse	Querfraktur * eingestaucht	geschlossen	Gips	Euthanasie nach 5 Wochen
7	Quarter-horse-Hengst (13)	520	L	nein	proximale Metaphyse	kurze Spiralfraktur * eingestaucht	geschlossen	OS	Euthanasie in der Aufwachphase
8	Quarter-horse-Stute (10)	500	R	nein	distale Metaphyse	lange Spiralfraktur * eingestaucht	offen	OS	Euthanasie in der Aufwachphase
9	Tennessee-walker-Stute (13)	540	L	nein	Diaphyse	kurze Spiralfraktur * eingestaucht	offen	OS	geheilt
10	Quarter-horse-Stute (13)	510	L	ja	Diaphyse	kurze Spiralfraktur einfach	geschlossen	OS	Euthanasie 5 Tage p. o.
11	Quarter-horse-Stute (17)	500	R	nein	gesamte Knochenlänge	lange Spiralfraktur einfach	geschlossen	OS	Euthanasie 2 Monate p. o.
12	Araberstute (5)	390	L	ja	distale Metaphyse	Fraktur in der Frontalebene mit Gelenkbeteiligung # eingestaucht	geschlossen	OS	Euthanasie nach 6 Wochen
13	Quarter-horse-Stute (2)	400	L	ja	distale Metaphyse	Querfraktur * eingestaucht	geschlossen	OS	Euthanasie 8 Tage p. o.
14	Morgan/Araber (8)	550	L	ja	proximale Metaphyse	lange Spiralfr. einfach	geschlossen	OS	geheilt
15	Araberstute (4)	380	L	ja	Diaphyse	lange Spiralfraktur + eingestaucht	geschlossen	OS	Euthanasie 8 Tage p. o.

* = ein großes Butterflyfragment (schmetterlingsförmig)
 + = wenige kleine Fragmente und zwei Hauptfragmente

= multiple kleine Fragmente und zwei Hauptfragmente
 L = links; R = rechts; p. o. = postoperativ

2 (Fall 8 und 9) wurden in Seitenlage operiert, wobei die erkrankte Gliedmaße unten lag. Alle anderen Pferde lagen auf der gesunden Seite.

Wegen des starken Schmerzes und wegen der Verbände, die in manchen Fällen angelegt worden waren, wurde das Operationsfeld erst nach Ablegen des Pferdes rasiert. In der Zwischenzeit wurde die frakturierte Gliedmaße mittels eines in der Wand verankerten und durch Drähte mit der Hornwand des Hufes verbundenen Lastenzuges unter Zug gesetzt. Während der Operationsvorbereitungen wurde der Zug langsam verstärkt. Nach der Vorbereitung der Haut für den aseptischen Eingriff wurden die Hautränder der Verletzungen der zwei offenen Frakturen (Fall 8 und 9) mit einem sterilen Instrumentarium exzidiert, und der Bereich wurde anschließend gespült und erneut desinfiziert. Für den Eingriff am Knochen selbst verwendeten wir ein frisches Instrumentarium. Wir legten den Hautschnitt nicht durch die perforierte Stelle.

In allen Fällen wurde der übliche, von *Milne* und *Turner* 1979 beschriebene Zugang zum Radius gewählt. Der Radius des Pferdes in Rückenlage (Fall 7) wurde von lateral und medial freigelegt. Zur Versorgung der Olekranonfraktur wurde ein kaudaler Zugang gewählt. Durch Zurückhalten der Muskulatur konnte die vierte Platte im kranialen Knochenbereich angebracht werden.

Bei Fall 8 und 9 legten wir den Radius von medial frei. Wegen der Nähe zum Nervus radialis war im proximalen Wundbereich eine sorgfältige Präparation notwendig. Die Reposition der Fraktur war in diesen Fällen erschwert, weil die Gliedmaße direkt auf dem Tisch auflag. Bei 6 Pferden (Fall 10 bis 15) wurde von lateral zugegangen. Bei den Fällen 12 und 15 lag der operative Zugang in einer Ebene mit der subperiostalen Präparation, wie dies von *Bramlage* und *Hanes* 1982 beschrieben wurde.

Ergebnisse

5 der 15 Pferde (Fall 3, 4, 5, 8 und 9) wurden mit offenen Frakturen vorgestellt. Sie zählten zu den 7 Pferden, die ohne ruhigstellenden Verband eingeliefert wurden (Tab. 1). 4 Pferde (Fall 1 bis 4) wurden sofort nach röntgenologischer Bestätigung der Erkrankung eingeschläfert. Die hohen Behandlungskosten angesichts der schlechten Prognose waren hier die Hauptgründe für diesen Entschluß. 2 Pferde (Fall 5 und 6) wurden mittels Gipsverbandes konservativ behandelt. Beide Tiere entwickelten im Bereich der Fraktur eine Osteomyelitis und mußten 5 Tage bzw. 5 Wochen später euthanasiert werden.

Die Narkosezeit der operativ behandelten Tiere betrug zwischen 3 Std. 30 Min. und 6 Std. 40 Min., wobei die reine

Tab. 2: Anästhesie, Art der OS, äußere Schienung, Aufwachphase und postoperative Daten von den 9 Pferden, die durch OS behandelt wurden

Fall	Narkosezeit (OP-Zeit)	Implantat (Breite DCP)	Anordnung der Platten	Arrangement	Knochen-implantat	äußere Schienung	Aufwachphase	p. o. Daten
7	6 Std. 40 Min. (5 Std. 50 Min.)	16fach 18fach 14fach 8fach	med. lat. kran. kaudal	versetzt, prox. Schraube lat.-med. wurde durch beide Platten geführt	nein	elastische Binde	unruhig	Zusammenbruch der OS während der Aufwachphase
8	4 Std. 35 Min. (4 Std. 4 Min.)	16fach 10fach	med. kran.	versetzt, Platten überbrücken nicht den ganzen Knochen	nein	elastische Binde und Schiene	unruhig	erneute Knochenfraktur prox. der Platten während der Aufwachphase
9	4 Std. 10 Min. (3 Std. 30 Min.)	16fach 14fach	med. kran.	versetzt, Platten überbrücken ganzen Knochen	ja	elastische Binde	ruhig	geheilt, kran. Platte nach 8 Wochen entfernt
10	5 Std. 30 Min. (4 Std. 30 Min.)	18fach 16fach	lat. kran.	versetzt, Platten überbrücken ganzen Knochen, dist. Schrauben der lat. Platte erreichen nicht med. Kortifalis	ja	elastische Binde	auf dem Tisch	Zusammenbruch der OS distal 5 Tage p. o.
11	5 Std. 15 Min. (4 Std. 5 Min.)	18fach 18fach	lat. kran.	Platten überbrücken ganzen Knochen, viele Stellschrauben	ja	elastische Binde	auf dem Tisch	Stute wurde angebunden, um Abliegen zu verhindern, Laminitis in beiden Vorderhufen 2 Mon. p. o. Hämaturie
12	4 Std. 20 Min. (3 Std. 16 Min.)	14fach 10fach	lat. kran.	Platten überbrücken nicht ganzen Knochen, Arthrotomie, unvollst. Reposition	ja	Gips für 1 Monat	auf dem Tisch	Osteomyelitis, Zusammenbruch der OS 6 Wochen p. o.
13	3 Std. 30 Min. (3 Std.)	18fach 12fach	lat. kran.	versetzt, Platten überbrücken ganzen Knochen	ja	elastische Binde	auf dem Tisch	Zusammenbruch der OS 8 Tage p. o., lat. Platte brach
14	4 Std. 40 Min. (4 Std. 3 Min.)	20fach 18fach	lat. kran.	Platten überbrücken ganzen Knochen	ja	elastische Binde	auf dem Tisch	geheilt
15	4 Std. 22 Min. (3 Std. 50 Min.)	18fach 14fach	lat. kran.	versetzte Platten, unvollst. Reposition	ja	elastische Binde	unruhig auf dem Tisch	Zusammenbruch der OS 8 Tage p. o.

prox. = proximal; lat. = lateral; med. = medial; kran. = kranial; p. o. = postoperativ

Operationszeit 23 bis 70 Minuten weniger betrug. Die Ursache für die unterschiedliche Vorbereitungszeit lag zum einen in der Tatsache, daß verschiedene OP-Helfer beteiligt waren, zum anderen in der notwendigen Versorgung der offenen Hautwunden.

Die Frakturen wurden durch eine oder eine Kombination der drei folgenden Techniken reponiert: Zug auf die ganze Extremität mittels des oben beschriebenen Lastenzuges, Anwendung des AO-Müller-Distraktors (Müller et al., 1979) oder der AO-Becken-Reduktionszange. Diese Instrumente erlauben in den meisten Fällen eine schnelle und adäquate Reposition der Fragmente.

Freie Knochen-Transplantate aus dem Tuberculum coxae des Ilium fanden bei 7 Pferden Anwendung (Fall 9 bis 15). Das Knochengewebe wurde von einem zweiten Operationsteam gewonnen, während der Radius reponiert wurde. Das Transplantat wurde bis zur Implantation auf einen blutgetränkten Schwamm gelegt.

Mit Zugschrauben wurden die Knochenfragmente fixiert, um eine gute Anpassung der Platten zu ermöglichen. Diese Schrauben sollten nicht in den Bereich der Platten zu liegen kommen. Bis auf Fall 7 wurden bei allen Pferden zwei breite dynamische Kompressionsplatten im Winkel von 90 Grad zueinander angebracht. Im Fall 7 kamen vier Platten zur Anwendung. Eine DCP-Platte wurde immer an der kranialen Knochenoberfläche angelegt. Die zweite Platte

lag bei 3 Pferden (Fall 7 bis 9) medial, bei 7 Pferden (Fall 7 und 10 bis 15) lateral. Mindestens acht Schrauben wurden im proximalen und distalen Frakturstück eingebracht, bis auf Fall 12, wo eine Frakturlinie in das Antebrachio-karpalgelenk verlief. Die kraniale Platte wurde als Zugplatte, die zweite als Neutralisationsplatte angewendet. Bei den offenen Frakturen achteten wir darauf, daß die Implantate nicht unter die Hautwunden zu liegen kamen. Wir arbeiteten grundsätzlich nach den AO-Standard-Techniken, wie sie von Müller et al. 1979 beschrieben wurden. In 2 Fällen (8 und 12) überbrückten die Platten nicht die gesamte Länge des Radius. Fall 8 refrakturierte den Radius über dem proximalen Plattenende während der Aufwachphase. In allen anderen Fällen wurde versucht, die Platten zu stapeln oder mit den Platten die gesamte Knochenlänge zu überbrücken.

Weil die Fraktur von Fall 12 das Antebrachio-karpalgelenk miteinschloß, wurde die Extremität nach der Operation eingegipst. Dieser Verband wurde nach 2 Wochen gewechselt, nach insgesamt 4 Wochen entfernt und durch einen elastischen Verband ersetzt. Alle anderen durch Osteosynthese behandelten Pferde erhielten postoperativ elastische Verbände. Das Bein in Fall 8 wurde an der kaudalen Fläche zusätzlich durch eine Kunststoffschale gestützt.

Die Refraktur bzw. der Bruch der Osteosynthese während der Aufwachphase geschah bei Belastung der Extremität in

kaudaler Stellung. Das Bein konnte im Karpus wegen des Schienenverbandes nicht gebeugt werden. Die ungewöhnliche Stellung, die extreme Gewichtsbelastung sowie die Tatsache, daß die Platten nicht über die ganze Knochenlänge verliefen, waren für die Refraktur verantwortlich. Bei Fall 7 durchdrang eine Schraube der Olekranonplatte den Humerus. Bewegung im Ellbogengelenk während der Aufwachphase führte zum Bruch der Osteosynthese. Alle anderen Pferde überstanden die Aufwachphase unbeschadet. Die Fälle 7, 8 und 15 hatten ungewöhnliche Schwierigkeiten in der Aufwachphase, was bei den Fällen 7 und 8 letztlich zum Bruch der Osteosynthese führte. Bei den 6 Pferden der Fälle 10 bis 15 wurde die Aufwachphase kontrolliert, indem sie auf dem Operationstisch fixiert blieben, bis sie vollständig wach waren. Der Raum wurde dabei abgedunkelt und übermäßiges Bewegen der Tiere durch die Verabreichung von Xylazin (Rompun, Bayer) in einer Dosierung von 100 mg/450 kg unterdrückt. 60 bis 90 Minuten nach Beendigung der Narkose waren die Pferde ausreichend wach. Die Beine wurden nun losgeschnallt, und der Tisch wurde in senkrechte Position gebracht. Die Pferde leisteten hierbei nur geringen Widerstand und stellten sich nach entsprechender Aufforderung hin.

Von den operativ behandelten Tieren mußten 7 wegen Osteomyelitis und/oder Refraktur eingeschläfert werden. 2 Pferde (Fall 9 und 14) erholten sich vollständig. Die Frakturen verheilten, und die Pferde sind gegenwärtig, 6 und 2 Jahre nach dem Eingriff, gesund. Bei Fall 9 wurde die kraniale Platte 8 Monate nach der Operation entfernt. Bei 2 Pferden konnte nur eine unvollständige Reposition der Fraktur erreicht werden, wobei eine teilweise Überlappung der Frakturrenden unter den Platten bestand. Bei beiden Tieren kam es zum Zusammenbruch der Osteosynthese. Nach Beendigung der Osteosynthese wurde bei allen Fällen eine Redondrainage zur Verhinderung einer Hämatom- und Serombildung eingelegt, die nach 48 Stunden gezogen wurde. Der Verschuß von tiefen und oberflächlichen Faszien geschah mit resorbierbarem synthetischem, der der Haut mit nicht resorbierbarem monofilamentärem Faden. Die Hautwunden der offenen Verletzungen wurden nicht primär verschlossen.

Diskussion

Die erfolgreiche Behandlung von Radiusfrakturen beim Pferd gilt als sehr schwierig, vor allem bei schwereren Tieren (über 300 kg). Bei Fohlen ist die Osteosynthese eher erfolversprechend, weil das Bein weniger stark belastet wird und das Verhältnis von Knochengröße zu Implantatstärke günstiger ist (Bramlage 1982; Turner 1982 und 1984). Die derzeit erhältlichen Implantate besitzen für die Anwendung beim Pferd hinsichtlich der auf die Fraktur einwirkenden Kräfte nicht die ausreichende Stärke (Bramlage, 1982).

Radiusfrakturen sind beim erwachsenen Pferd, bedingt durch die spröde Struktur des Knochens, häufig gestaucht (Turner, 1982). Beim Sichten der Literatur finden sich nur wenig Berichte über eine erfolgreiche Behandlung von

Radiusfrakturen, und dies, obwohl in der letzten Zeit Fortschritte in der Osteosynsetechnik gemacht wurden. Dies unterstreicht die außerordentlichen Schwierigkeiten bei der Wiederherstellung dieses Knochens. Sowohl Bramlage (1982) als auch Turner (1982 und 1984) raten, bei stark eingestauchten Brüchen die Osteosynthese erst gar nicht zu versuchen, da die Prognose sehr schlecht ist. Von den hier beschriebenen Fällen wurden 4 Pferde sofort eingeschläfert. Diese Pferde hatten eine mäßige Stauchung mit mehreren Fragmenten gezeigt. Bei keinem dieser Tiere war ein stützender Transportverband angelegt worden. Bei 2 dieser Pferde (Fall 3 und 4) kam erschwerend hinzu, daß die Fraktur offen war, was die Prognose weiter verschlechterte.

Eine korrekt nach den Richtlinien von Bramlage (1983) angelegte Transportschiene vermindert nachhaltig die Beweglichkeit der Fraktur sowie die Weichteiltraumatisierung und erlaubt dem Pferd eine gewisse Belastung des betroffenen Beines. Das Anlegen eines solchen Verbandes vor dem Transport der verletzten Tiere in die Klinik ist unerlässlich.

Die Verwendung des AO-Distraktors oder der AO-Bekkenreduktionszange ist sehr hilfreich bei der Reposition der Frakturrenden und erübrigt die Distraction der Gliedmaße mittels eines Lastenzuges. So können Überdehnungen von außerhalb des Frakturbereiches gelegenen anatomischen Strukturen vermindert werden. Es erscheint sehr schwierig, mittels eines Gipsverbandes eine ausreichende Reposition und Stabilisierung der Radiusfraktur erreichen zu wollen. Allerdings berichten Nigam et al. (1985) von einer erfolgreichen konservativen Behandlung. Das Hauptproblem scheint hier die Fixierung der Fragmente unter dem Gips zu sein. Zudem ist das Anlegen eines Gipsverbandes über die ganze Länge des Beines oft deshalb kontraindiziert, weil dadurch die Druckverhältnisse im Streckbereich des Radius von kraniallateral nach kaudal verändert werden (Schneider et al., 1982).

Bei bestimmten Frakturen der distalen Metaphysenregion kann auch eine Kombination von Zugschraubung und Fixateur externe Verwendung finden, allerdings ist die Indikation hierfür recht selten (Turner, 1982).

Werden zwei dynamische Kompressionsplatten im Winkel von 90 Grad zueinander angebracht, so ist in den meisten Fällen eine ausreichende Stabilisierung erreicht. Bei allen 9 chirurgisch behandelten Pferden wurde die kraniale Platte nach dem Zuggurtungsprinzip implantiert (Bramlage, 1982; Schneider et al., 1982). Eine zweite Platte wurde als Neutralisationsplatte verwendet, die, soweit die Art der Fraktur es erlaubte, lateral zu liegen kam, weil dort das Implantat durch Weichteile bedeckt wird, was die Bildung von Druckstellen weitgehend verhindert (Bramlage und Hanes, 1982). Auch ist der Zugang zur medialen Seite wegen der dortigen Lage des Nervus radialis und wichtiger Gefäße kompliziert. Die Platten sollten möglichst subperiostal liegen, um die Gewebstraumatisierung klein zu halten (Bramlage und Hanes, 1982).

Das Débridement der Bruchstelle ist sehr wichtig. Auch sollten stets freie Knochenspongiosatransplantate im Bereich der Fraktur eingebracht werden (Bramlage, 1982). Das Festschnallen der Pferde auf dem Operationstisch nach



Abb. 1: Eingestauchte Fraktur des proximalen Radius und die nicht dislozierte Ulnafraktur (Pfeil) von Fall 7.

der Narkose bis zum vollständigen Erwachen verbessert wesentlich die Aufwachperiode. Bei guter Polsterung, Raumverdunklung und niedrigen Dosen von Xylazin bleiben die Pferde ruhig auf dem Tisch liegen. Nach Senkrechthaltung des Tisches und Lösen der Gurte akzeptieren die Tiere meist schnell und ohne Widerstand die aufrechte Haltung. Trotzdem stellten sich manche Pferde erst nach Aufforderung hin und belasteten alle vier Beine. Die Tiere wurden einige Minuten neben dem OP-Tisch stehen gelassen, um im Anschluß daran in eine Beobachtungsbox geführt zu werden. Diese Art des Aufwachens verhindert zu frühe Aufstehversuche mit extremen Belastungen der frisch operierten Fraktur.

Die folgende Diskussion der einzelnen Fälle soll helfen, mangelhafte und verbesserungswerte Stellen im Procedere aufzudecken. Auch werden operationstechnische Details diskutiert, um die Behandlung von Radiusfrakturen durch Osteosynthese künftig zu verbessern.

Fall 7

Dieses Pferd wurde uns vorgestellt mit einer Radius- und zusätzlich einer Ulnadiaphysenfraktur vorgestellt (Abb. 1). Am Radius wurden drei DC-Platten angebracht. Die Schrauben der DC-Platte an der Ulna sollten den Radius möglichst auch miterfassen. *Turner* (1984) propagiert bei ausgewählten Fällen die dreifache Verplattung, warnt jedoch vor einem Mißverhältnis von zu vielen Schrauben zur Knochensubstanz. So gesehen bedeuten die vier Platten bei Fall 7 sicherlich ein Zuviel. Auch wirkte sich dies verlängernd auf die Operationszeit aus. Ein zusätzliches Problem waren die verschiedenen Zugänge zu den verletzten Knochen, was die Knochenheilung verzögerte sowie die Entwicklung postoperativer Infektionen und einer Osteomyelitis förderte. Kontakte der Schrauben untereinander sollte möglichst vermieden werden (*Turner et al.*, 1976), obwohl Implantate gleicher Machart bei Berührung nicht

Abb. 2: Mißlungene Osteosynthese aus Fall 7. Die Frakturen wurden mit vier DC-Platten behandelt. Die vierte Schraube von oben in der Ulnaplatte dringt in den Humerus, was den Zusammenbruch der Osteosynthese auslöste. Zwischen der lateralen und medialen DCP wurde proximal ein Steinmann-Nagel gesetzt (schwarze Pfeile).



zu Elektrolyse führen sollten. Eine zu große Anzahl von Implantaten schwächt nicht nur den Knochen, sondern erhöht auch das Risiko von technischen Komplikationen wie Bruch von Bohrer, Schrauben oder Gewindeschneidern und die Chance, daß sich die Implantate berühren. Die laterale wurde mit der medialen Platte mittels eines

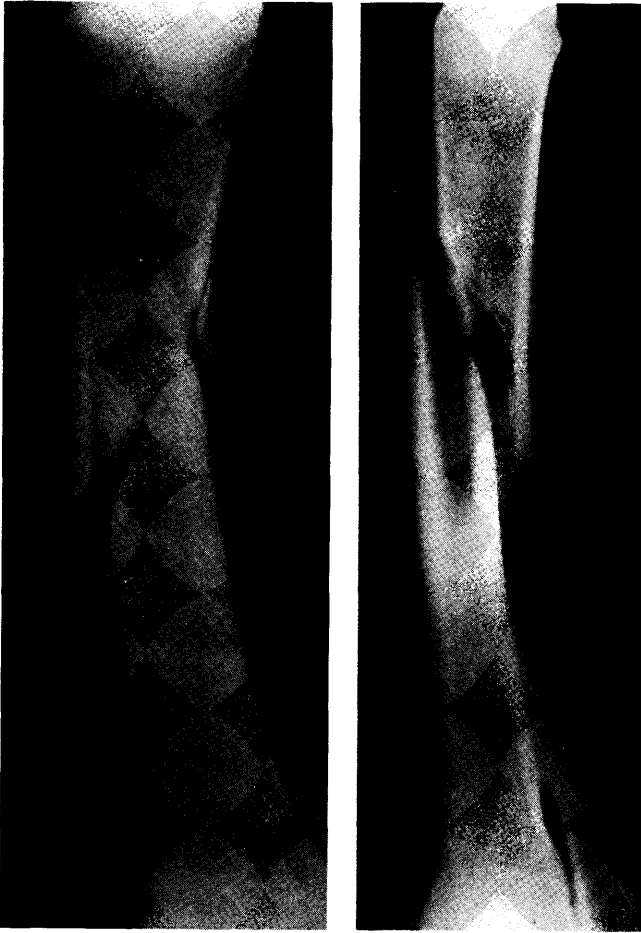


Abb. 3: Fraktur des Falles 9.

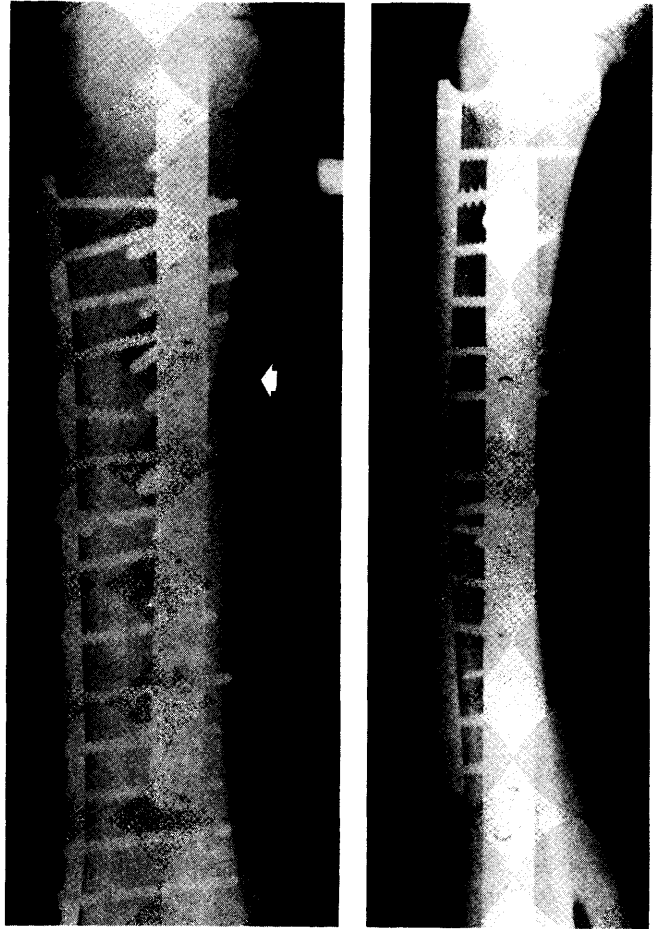


Abb. 4: Postoperative Röntgenkontrolle von Fall 9 zeigt die anatomische Rekonstruktion mittels zweier DCPs. Die mediale Platte liegt dem Knochen proximal nicht exakt an. Das laterale Knochenfragment (Pfeil) war mit dem Periost verbunden.

durch die obersten Schraubenlöcher geführten, mit Gewinden versehenen Steinmann-Nagels und entsprechenden Muttern verbunden. Diese Konstruktion sollte die Gesamtstabilität verbessern. Der größte Fehler bei diesem Fall war das Unterlassen der intraoperativen Röntgenkontrolle. So wurde nicht bemerkt, daß eine Schraube in den Humerus gedrungen war (Abb. 2, offener Pfeil). Die Schraube hätte problemlos ausgetauscht werden können. So führten Abwehrbewegungen in der Aufwachphase zum Zusammenbruch der Ulna. Später refrakturierte dann der Radius am distalen Ende der lateralen und medialen DCPs.

Unserer Meinung nach wäre aber auch bei Austausch der zu langen Schraube die Behandlung in diesem Fall nicht erfolgreich gewesen. Wäre die Fraktur tatsächlich stabil geblieben, so hätte eine sich entwickelnde Osteomyelitis sicherlich zu einem späteren Scheitern geführt. Retrospektiv wäre folgende Behandlung angezeigt gewesen: spezielle dynamische Kondylusschraube mit entsprechender Platte lateral, 20-Loch-DCP kranial und eine schmale 10-Loch-DCP über dem Olekranon.

Fall 8

Die Stute wurde ohne Schienung, mit offener Fraktur und starken Ödemen und Schwellung der betroffenen Gliedmaßen in die Klinik eingeliefert. Der Besitzer wünschte die

operative Behandlung trotz der schlechten Prognose. Wir erreichten eine anatomische Reposition und brachten zwei Platten an. Diese überbrückten nicht die ganze Knochenlänge, sondern endeten in gleicher Höhe im Bereich des distalen Radiusdrittels. Die durch den postoperativ angelegten Schienenverband veränderte Statik am Knochen (Zug nach kaudal) (Schneider et al., 1982) provozierte zusammen mit der fehlerhaften Verplattung die Refraktur am distalen Plattenende während der Aufwachphase. Vielleicht hätte die Refraktur verhindert werden können, hätten wir das Pferd auf dem Tisch aufwachen lassen.

Fall 9

Dieses Pferd wurde 4 Stunden nach der Fraktur eingeliefert. Vor Anlegen des Transportverbandes wurde die Hautverletzung im Frakturbereich gesäubert und eine Behandlung mit Antibiotika eingeleitet. Die mit Fall 8 gesammelten Erfahrungen ermöglichten eine kürzere Operationszeit trotz Verwendung längerer Platten. Dies zeigte deutlich, wie wichtig praktische Erfahrung und gründliche Planung bei der Osteosynthese sind. Wir bemühten uns, die Fehler aus Fall 8 zu vermeiden: Die Platten wurden in der Höhe versetzt und reichten über die ganze Knochenlänge (Abb. 3 bis 5). Während der Aufwachphase wurde keine Schiene angelegt. Die Osteosynthese war erfolgreich. Das kleine



Abb. 5: Die Röntgenkontrolle des Falles 9 nach 8 Monaten zeigt vollständige Heilung mit wenig Kallusbildung. Das Knochenfragment war wieder angewachsen.

Knochenfragment lateral wurde belassen, weil es mit dem Periost verbunden war, was seine Vitalität gewährleistete. Im Zuge der Heilung wurde dieses Fragment wieder in die Knochenmatrix integriert. Das Risiko einer Osteomyelitis kann durch frühzeitige Behandlung offener Weichteilverletzungen sowie das Anlegen eines Transportverbandes reduziert werden.

Fall 10

Das Tier wurde geschient eingeliefert, und wir brachten eine Platte lateral und eine kranial an, die beide den Radius vollständig überbrückten (Abb. 6). Die distalen fünf Schrauben der lateralen Platten faßten nicht in der medialen Kortikalis. So konnte diese Platte den Zugkräften, die am distalen Radius wirken, nicht widerstehen (Schneider et al., 1982). Allmähliches Zusammenbrechen der Fraktur während der ersten 5 Tage war die Folge (Abb. 7).

Fall 11

Dieses Pferd zeigte eine ungewöhnlich lange diagonale Spiralfaktur, die durch den gesamten Radius verlief (Abb. 8). Zwei breite 18-Loch-Platten wurden über die ganze Länge des Knochens angelegt (Abb. 9). Mehrere Zugschrauben wurden in der lateralen Platte gelegt. Das Pferd wurde nach dem Aufstehen im Ständer angebunden, um ein Niederle-

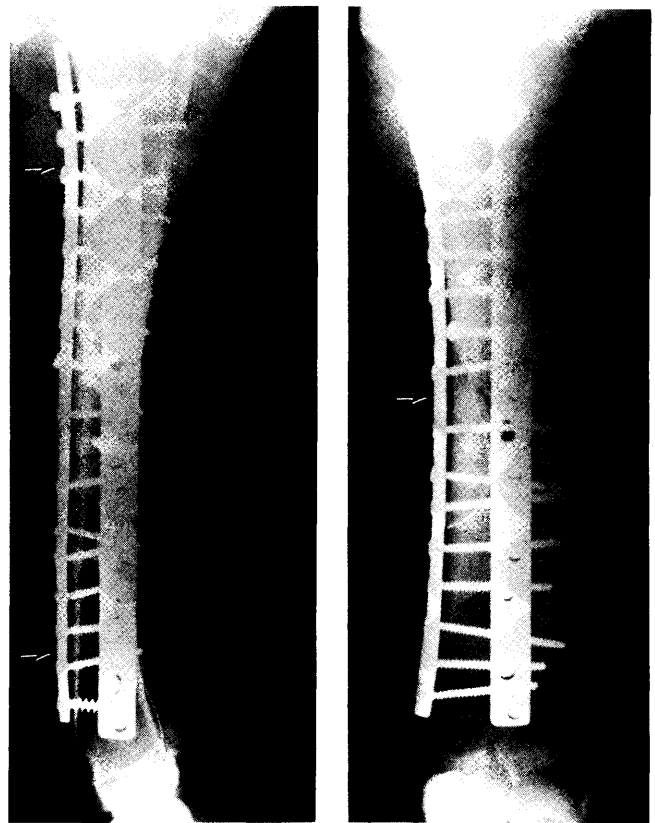


Abb. 6: Postoperative Röntgenaufnahme von Fall 10 zeigt, daß die Platten dem Knochen nicht ganz anliegen (Pfeile). Die distalen Schrauben in der lateralen und medialen Platte erfassen nicht den ganzen Knochen. Die röntgendichte Redondrainage ist zu sehen.

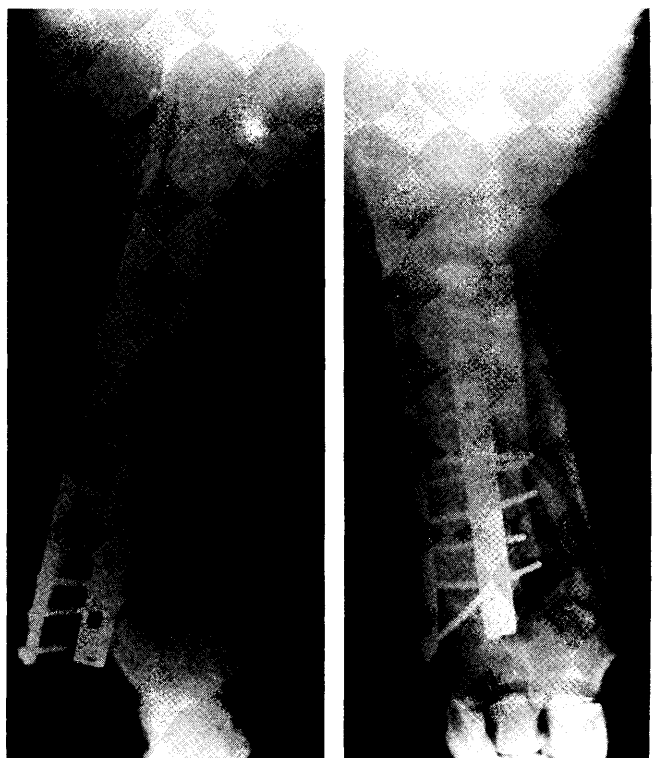


Abb. 7: Die Röntgenkontrolle des Falles 10 5 Tage p. op. zeigt den Zusammenbruch der Osteosynthese. Der Hauptfehler in diesem Fall war die ungenügende Einbeziehung des distalen Radius in die Osteosynthese.

gen zu verhindern. Der Fall, der trotz nicht exakt am Knochen anliegender Platten wahrscheinlich hinsichtlich der Fraktur ausgeheilt wäre, wurde durch eine Rehe der Vorderhufe und eine Nierenerkrankung kompliziert. Das Tier mußte 2 nach dem Eingriff eingeschläfert werden.

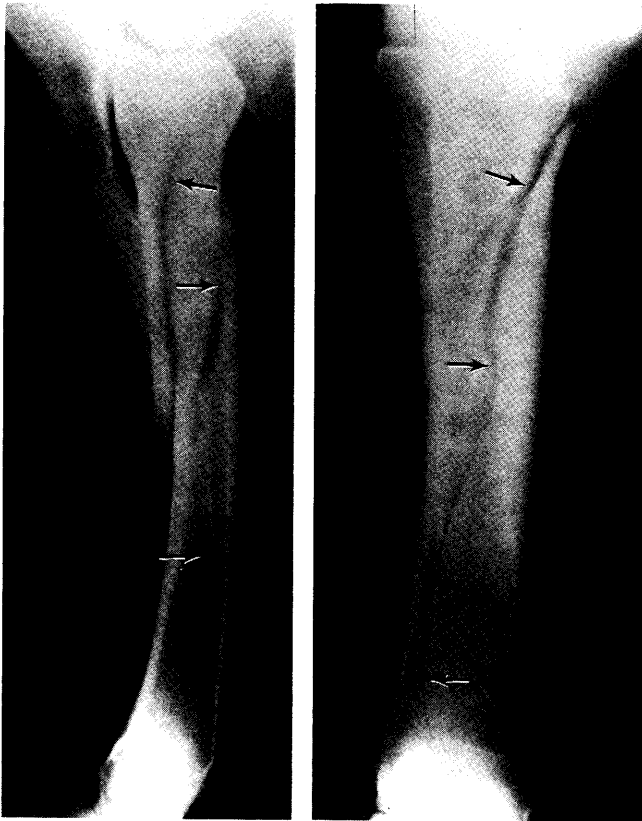


Abb. 8: Röntgenaufnahme aus Fall 11. Die Bruchlinie ist extrem lang und verläuft durch den gesamten Knochen.

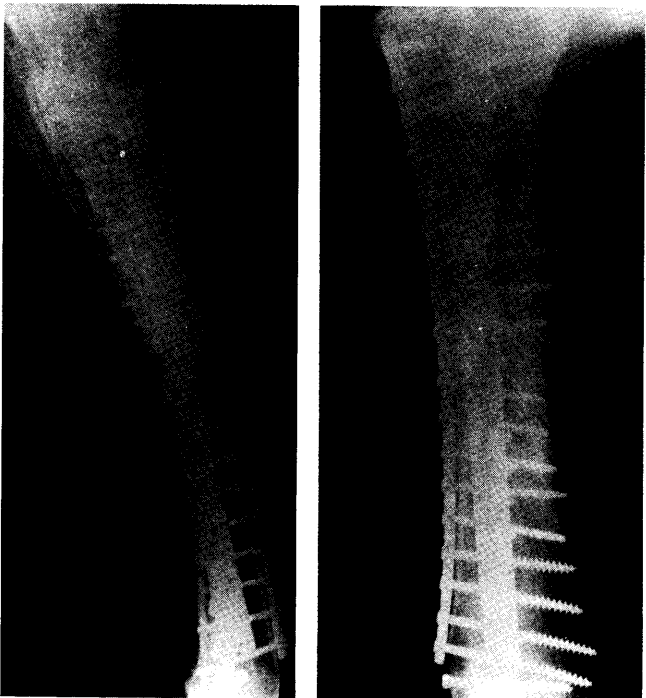


Abb. 9: Die Verlaufskontrolle zeigt die anatomische Reposition der Fraktur mittels zweier DCPs. Periostale Knochenbildung und Schluß des Frakturspalts zeigen die fortschreitende Heilung an. Auch die untersten Schrauben beider Platten erfassen den ganzen Knochen.

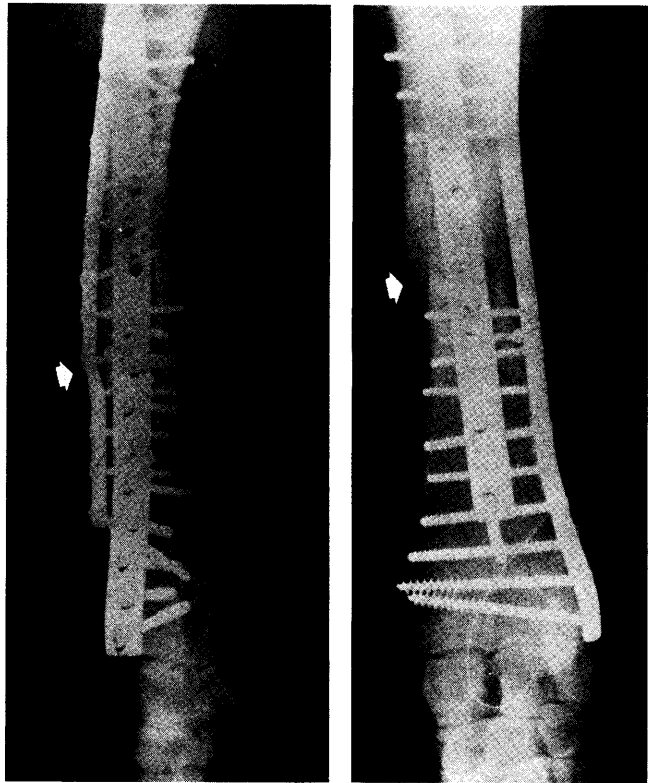


Abb. 10: Die postoperativen Röntgenbilder des Falles 15 zeigen die unvollständige Reposition der Fraktur. Sieben 5,5-mm-Kortikalschrauben wurden hier verwendet. Im mittleren Teil der lateralen Platte konnten keine Schrauben eingesetzt werden, worunter die Stabilität litt.

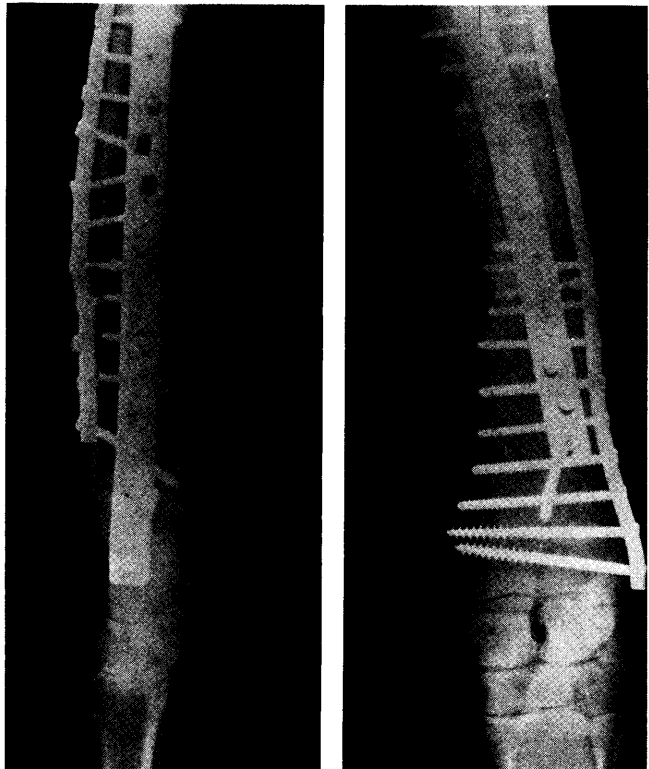


Abb. 11: Die Röntgenverlaufskontrolle des Falles 15 zeigt den Zusammenbruch der Osteosynthese. Keine der 5,5-mm-Schrauben war gebrochen. Die unvollständige Reposition ist als Hauptmangel hier zu sehen.

Fall 12

Das Pferd wurde von uns vorgestellt mit einer stark eingestauchten, bis ins Antebrachiokarpalgelenk reichenden Fraktur. Die Reposition gestaltete sich sehr schwierig. Die Kongruenz der Gelenkflächen konnten wir erreichen, nicht jedoch die anatomische Reposition der Fragmente (Tab. 2). Zudem überbrückten die Platten nicht die ganze Knochenlänge. Die unzureichende Reposition erleichterte den Zusammenbruch der Osteosynthese, wobei die Schrauben zwischen Kopf und Mittelstück brachen. Durch den Gipsverband wurde die Zugseite des Knochens nach kaudal verschoben (Schneider et al., 1982) und die kraniale Platte mehr unter Druck statt unter Zug gesetzt. Retrospektiv hätte man in diesem Fall keine Osteosynthese versuchen sollen.

Fall 13

In diesem Fall war die Operationszeit kurz, und es wurde eine gute Reposition erreicht. Allerdings erfaßten die Schrauben der lateralen Platte am distalen Radius nicht beide Kortikales. Zudem tangierten sie die Epiphysenfuge. Da nur noch wenig Wachstum zu erwarten war, nahmen wir diese mögliche Beeinträchtigung für einen besseren Schraubenhalt in Kauf. Man hätte diese Schrauben aber auch 2 bis 3 Monate postoperativ entfernen können, wenn die Osteosynthese erfolgreich gewesen wäre. Während des Anpassens der lateralen Platte wurde diese mehrmals gebogen. Diese Manipulationen schwächten die Platte, was zum Bruch derselben zusammen mit dem Bruch der distalen sechs Schrauben der kranialen Platte am Übergang vom Kopf zum Mittelstück beitrug.

Fall 14

Hier bestand eine einfache lange Spiralfaktur ohne Einstauchung. Mittels breiter DC-Platten konnte eine stabile Fixation erreicht werden. Trotz seiner Größe entwickelte das Pferd keinerlei postoperative Komplikationen. Die Frakturheilung war zufriedenstellend, und das Pferd ist heute gesund. Die Platten reichen über die ganze Knochenlänge, und wir wollen die Implantate nicht entfernen. Das Tier wird normal gearbeitet. Streßprophylaxe scheint beim Pferd nicht die Rolle zu spielen, wie dies beim Mensch oder Hund der Fall ist (Turner, 1984).

Fall 15

Dieses Pferd war außerordentlich unruhig. Intraoperativ fanden wir ein größeres Knochenfragment, das vom kaudalen Kortex abgesprengt war. Die erreichbare Reposition war nicht zufriedenstellend (Abb. 10). Das kaudale Kortikalisfragment wurde inadäquat mit einer Zugschraube an der Abrißstelle fixiert. Besser hätte man über dem Defekt an der kaudalen Knochenfläche eine Platte als Stütze angebracht. So wurde das Fragment zwar angefügt, gab aber keinen zusätzlichen Halt. Das Pferd belastete das Bein nach einer unruhigen Aufwachphase voll. Nach 1 Woche begannen die Schrauben zu brechen, wodurch die Fraktur instabil wurde. Die distalste Schraube der kranialen Platte, eine 5,5-mm-Kortikalisschraube, brach nicht. Leider waren zur Zeit dieses Falles die 5,5-mm-Schrauben nur in wenigen

und kleinen Längen erhältlich. Da die Schrauben der Größe 4,5 mm beim Pferd häufig brechen, ist es wichtig, für die Osteosynthese der langen Röhrenknochen das 5,5-mm-Instrumentarium zu verwenden. Eine neuere Studie von Yovich et al. (1985) zeigt die Überlegenheit dieser Technik. Hier scheint die Lösung des Problems für die Zukunft zu liegen. Leider sind die Schrauben im Moment noch sehr teuer, und die Materialkosten für einer Osteosynthese sind immens.

Im mittleren Teil der lateralen Platte konnten keine Schrauben gesetzt werden. Es muß jedoch angestrebt werden, wenn möglich durch jedes Plattenloch eine Schraube zu setzen (Bramlage, 1982)

Frauenfelder und Fessler (1981), Bramlage (1982) sowie Turner (1984) berichten über die Anwendung von Winkelplatten. Diese Platte ist stärker als die normale DCP und soll bei proximalen oder distalen Radiusfrakturen in den Fällen Verwendung finden können, wo nur wenig Knochengewebe zur Schraubung zur Verfügung steht. Eine weitere Alternative ist die Verwendung der dynamischen Kondylusschraube, die ähnliche Vorteile bietet, jedoch noch bessere stabilisierende Eigenschaften besitzt und leichter anzupassen ist. Diese Schraube paßt in eine Spezialplatte, die stärker ist als die übliche DCP. Diese Technik sollte an der lateralen Seite Verwendung finden, zusammen mit einer DCP mit 5,5-mm-Schrauben an der kranialen Seite. Diese Kombination müßte beim erwachsenen Pferd ausreichende Stabilität leisten. Die Autoren haben diese Platte erfolgreich bei Korrekturosteotomien verwendet.

Entschließt man sich zur Behandlung durch Osteosynthese, so sollte man grundsätzlich die beste Technik mit den besten Implantaten verwenden, und zwar ohne Rücksicht auf die Kosten, um die Chancen einer vollständigen funktionellen Heilung zu verbessern.

Literatur

- Alexander, J. T., und Rooney, J. R. (1972): The biomechanics, surgery and prognosis of equine fractures (1967-1971): Proc. Am. Ass. equine Pract. 18, 219-236.
- Bramlage, L. R. (1982): Longbone fractures. Vet. Clin. North Am.: Large Anim. Prac. 5, 285-310.
- Bramlage, L. R., und Hanes, G. E. (1982): Internal fixation of a tibial fracture in an adult horse. J. Am. vet. med. Ass. 180, 1090-1092.
- Bramlage, L. R. (1983): Current concepts of emergency first aid treatment and transportation of equine fracture patients. Comp. cont. Educ. 5, 564-573.
- Denny, H. R. (1978): The surgical treatment of equine fractures. Vet. Rec. 102, 273-277.
- Dingwall, J. S., Duncan, D. B., und Horney, F. D. (1971): Compression plating in large animal orthopaedics. J. Am. vet. med. Ass. 158, 1651-1657.
- Frauenfelder, H. C., und Fessler, J. F. (1981): Proximal radius fracture in a horse: Angle blade plate repair. Vet. Surg. 10, 96-100.
- Gertsen, K. E., Monfort, T. N., und Tillotson, P. G. (1973): Fracture repair in large animals. Vet. Med. Small Anim. Clin. 68, 782-790.
- May, S. A., und Wym-Jones, G. (1984): Repair of a proximal radius fracture in a horse. Vet. Rec. 115, 516-518.
- Milne, D. W., und Turner, A. S. (1979): An atlas of surgical approaches to the bones of the horse. W. B. Saunders Co., Philadelphia. 98-105.
- Möller, M. E., Allgöwer, M., Schneider, R., und Willenegger, H. (1979): Manual of internal fixation. 2. Aufl., Springer Verlag.
- Nigam, J. M., Amin, A. J., und Abbas, B. T. (1985): Treatment of a radial fracture in a horse. Equine Pract. 7, 18-23.

- Sanders-Shamis, M., und Bramlage, L. R.* (1986): Radius fractures in the horse: A retrospective study of 47 cases. *Equine vet. J.* 18, 432-438.
- Schneider, R. K., Milne, D. W., Gabel, A. A., Groom, J. J., und Bramlage, L. R.* (1982): Multidirectional in vivo strain analysis of the equine radius and tibia during loading with and without cast. *Am. J. vet. Res.* 43, 1541-1550.
- Thoene, B., und Stuck, R.* (1982): Rare surgery performed on equine movie star. *Western Horseman* 47, 33-41.
- Turner, A. S.* (1979): Further experiences with the use of the dynamic compression plate (DCP) in equine long bone fractures. *Aust. vet. Pract.* 9, 43-54.
- Turner, A. S.* (1982): *Equine medicine and surgery*, 3rd edn. Eds *R. A. Mansmann and E. S. McAllister*. American Veterinary Publications, Santa Barbara. 1002-1006.
- Turner, A. S.* (1984): *The practice of large animal surgery*. 1st edn. Ed *P. B. Jennings*, W. B. Saunders Co, Philadelphia. 768-949.
- Turner, A. S., Milne, D. W., und Gabel, A. A.* (1976): Use of the dynamic compression plate for treatment of equine long bone fractures. *J. Am. vet. med. Ass.* 168, 309-315.
- Valdez, H., Morris, D. L., und Auer, J. A.* (1979): Compression plating of long bone fractures in foals. *J. vet. Orthop.* 1, 10-18.
- Wisner, A. B.* (1980): Full Kirschner splint repair of a fractured radius in a foal. *Vet. Med. Small Anim. Clin.* 75, 1045-1047.

- Yovich, J. V., Turner, A. S., und Smith, F. W.* (1985): Holding power of orthopaedic screws in equine third metacarpal and metatarsal bones. Part II Adult horse bone. *Vet. Surg.* 14, 230-234.

Die Autoren danken Frau Melinda Astle für die Hilfe bei der Niederschrift und Vorbereitung des Artikels zur Veröffentlichung.

Dr. Jörg A. Auer
Department of Large Animal Medicine and Surgery
Texas Veterinary Medical Center
Texas A & M University
College Station, Texas, 77843, USA

Erschienen in *Equine Veterinary Journal* 19 (1987), 103-110. Übersetzt und veröffentlicht mit freundlicher Genehmigung der British Equine Veterinary Association.

Kurzreferat

Chirurgische Arthroskopie als Behandlung von osteochondralen Chip-Frakturen in Karpalgelenken von Pferden

(Arthroscopic surgery for the treatment of osteochondral fractures in the equine carpus)

C. W. McIlwraith, J. V. Yovich und G. S. Martin (1987)

JAVMA 191, 531-540

Diese Studie berichtet über die Behandlung osteochondraler Chip-Frakturen im Karpus von Rennpferden mittels arthroskopischer Chirurgie über die Technik, Ergebnisse und deren Vorteile.

Es wurden an 591 Pferden, davon 349 Quarter Horses und 220 Vollblüter, 1000 Karpalgelenkschäden operiert, wobei bei 58,9 % aller Quarter Horses und bei 37,4 % der Vollblüter zu beiden Seiten eingegriffen werden mußte. Postoperative Informationen wurden über 445 Rennpferde vom Besitzer, Trainer oder vom behandelnden Tierarzt über deren Zustand erhalten und in die Ergebnisse der Studie involviert.

Die Gelenkschäden der Pferde wurden in 4 Grade eingeteilt, wobei Grad-3- und -4-Schäden eine sehr ungünstige Prognose aufwiesen.

Es wurden 1346 osteochondrale Chips an verschiedenen Lokalisationen gefunden.

Zur Technik: Vor der Operation wurden alle Pferde an beiden Karpalgelenken röntgenologisch komplett untersucht, mit den Besitzern wurde die Prognose besprochen und dann auf Wunsch operiert, gleichgültig welcher Gelenkschaden vorlag.

Es wird das chirurgische Vorgehen detailliert besprochen. Nach 10 bis 14 Tagen wurden die Nähte gezogen und die Verbände weggelassen. Generell wurden 6 Wochen Stallruhe mit täglichem Schrittführen ab dem 5. Tag verordnet. Manche Trainer begannen 2 Wochen nach der Operation mit einem Schwimmprogramm. Die Empfehlungen bezüglich der Ruhigstellung der Pferde bis zum Wiederbeginn des Trainings differierten zwischen 2 bis 6 Monaten je nach Gelenkschaden.

Die betroffenen Gelenke, der Sitz und die Größe der Chips, der Schwierigkeitsgrad der Entfernung, die zusätzlichen Gelenkschäden und die Informationen bezüglich der Heilung wurden tabellarisiert und ausgewertet. Die Autoren gehen auf technisch-chirurgische Fehlerquellen sowie postoperative Komplikationen ein.

Die Rennleistung der Pferde nach erfolgreicher arthroskopischer Operation wurden unter Berücksichtigung des behobenen Schadens eingeteilt. 133 von 187 Pferden mit 1.-Grad-Schäden (minimale Gelenkknorpelfibrillation und Fragmentierung nicht weiter als 5 mm von der Frakturlinie), 108 von 144 mit 2. Grad (Gelenkknorpeldegeneration weiter als 5 mm und bis zu 30 % der Gelenkoberfläche), 41 von 77 mit 3. Grad (Verlust von 50 % des Gelenkknorpels) und 20 von 37 Pferden mit 4. Grad (schwerwiegender Knochenverlust, kombiniert mit einer Fraktur) liefen nach der Genesung gleich gut oder besser als vor ihrer Verletzung. Der Erfolg war bei 1.- und 2.-Grad- signifikant größer als bei 3.- und 4.-Grad-Schäden. Nur ca. 11 % der Pferde hatten nach der Behandlung weitere Probleme mit dem behandelten Karpalgelenk.