

(1985) Pferdeheilkunde 1, 25–37

# Gliedmaßenfehlstellungen bei Fohlen

A. S. Turner

## Einleitung

Gliedmaßendeformationen bei Fohlen sind, so scheint es, in Nordamerika mehr verbreitet, und hier besonders in der Gegend der Rocky Mountains und den umgebenden Gebieten, als in Europa. An unserer Klinik beobachten wir sie ziemlich häufig. In dieser Abhandlung sollen Gliedmaßen- deformationen, die sich in einer Achsenabweichung nach medial oder lateral äußern, und deren Behandlung besprochen werden.

Die häufigste Ursache von Gliedmaßenfehlstellungen bei Fohlen ist ein Mißverhältnis im Wachstum von Metaphyse und Epiphyse (z. B., wenn eine Seite der Epiphysenfuge schneller wächst als die andere). Bestimmte Epiphysenfugen beim Fohlen neigen mehr zu dieser Fehlentwicklung als andere; z. B.:

1. distaler Radius (häufiger Valgus-Stellung als Varus-Stellung im Karpalgelenk)
2. distaler Metacarpus/Metatarsus (häufiger Valgus- als Varus-Stellung)
3. distale Tibia (häufiger Valgus- als Varus-Stellung im Tarsus)
4. selten andere Lokalisationen

An einer Gliedmaße können verschiedene Kombinationen von Deformationen auftreten, z. B. sieht man oft Valgus-Stellung im Bereich des Karpal- zusammen mit Varus-Stellung im Bereich des Fesselgelenks (Abb. 1–4). In der Regel ist die Deformation von einem gewissen Grad an Außenrotation begleitet, besonders die Valgus-Stellung.

## Ätiologie der Gliedmaßenfehlstellungen

Man hat viele Faktoren, die Epiphysitis hervorrufen, auch für Gliedmaßenfehlstellungen verantwortlich gemacht, aber ihre genaue Ursache ist noch unklar. Mangelzustände, die als Begründung für diese Veränderungen angeführt wurden, betreffen das Kalzium-Phosphor-Verhältnis (am häufigsten), Vitamin A, Vitamin D. Ein zu hoher Eisengehalt des Futters kann bei Lämmern ähnliche Erscheinungen hervorrufen. Die exakte Ursache-Wirkungs-Beziehung dürfte kaum experimentell festzustellen sein. Einige Fehlstellungen sind wahrscheinlich erblich bedingt (manche Stuten und Hengste bringen regelmäßig solche Fohlen). In einigen Fällen sind Beugehaltungen im Zusammenhang mit Gliedmaßenstellungsanomalien zu beobachten. Vieles spricht dafür, daß die Ätiologie multifaktoriell begründet ist.

In der typischen Krankengeschichte eines Fohlens mit Gliedmaßenfehlstellung war die Gliedmaßenstellung bei

## Zusammenfassung

Es werden Ursachen und Behandlungsmöglichkeiten von Gliedmaßenfehlstellungen beschrieben, die sich in einer Achsenabweichung nach medial oder lateral äußern. In den meisten Fällen ist ungleichmäßiges Wachstum der Epiphysenfuge Grund für solche Veränderungen, wobei sowohl Maßnahmen zur Retardierung als auch solche zur Stimulierung des Epiphysenfugenwachstums zur Behandlung getroffen werden können. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Behandlungsschritte. Die scharfe Durchtrennung und Lösung des Periosts (HCTP + PS) als Methode zur Stimulierung des Epiphysenfugenwachstums wird eingehend beschrieben. In den meisten Fällen ist sie ausreichend für die Korrektur der Fehlstellung. Als Methode der Wahl zur Retardierung des Epiphysenfugenwachstums wird die Implantation von zwei Schrauben und Drahtcerclagen beschrieben, die in besonderen Fällen mit der erstgenannten Technik kombiniert werden kann. Diese Methode der Epiphysen-Überbrückung wird für distalen Radius, distalen Metacarpus/Metatarsus und distale Tibia beschrieben. Weitere Erkrankungen, die sich in einer Längsachsenabweichung der Gliedmaße äußern, werden kurz dargestellt.

## Angular limb deformities in the foal

Cases of angular limb deformities manifested as a medial or lateral deviation of the limb and their ways of management are discussed. The reason of the condition usually appears to be an unbalanced growth of the physis of the bone, that may be treated by retardation as well as by stimulation procedures. In table 1 a survey of the sequence in steps of management is given. Transection of the periosteum and periosteal stripping as a method of stimulating the physal growth is described in detail. Using this technique, limb deformities can be corrected in most cases. Implantation of 2 screws and wire cerclages is explained as the principal method of retardation that may also be combined with the stimulating technique in elected cases. Transphyseal bridging is described being performed in the distal radius, distal metacarpus/metatarsus and distal tibia. Appearance of deviations occurring in other conditions is outlined.

der Geburt normal und wich dann zunehmend von der Achse ab. Einige sind eventuell auch bei der Geburt verkrüppelt und bessern sich in wechselndem Ausmaß. Betreut man als Tierarzt solche Fälle, so muß man den Besserungsgrad – so vorhanden – bestimmen. Dies ist wichtig bei der Entscheidung darüber, ob eine Operation erforderlich ist.

## Röntgenologische Erscheinungen bei Gliedmaßenfehlstellungen

Die Erkrankung stellt besonders an Sprunggelenk und Karpus eine Indikation für eine Röntgenuntersuchung dar, da es sich hierbei um andere pathologische Zustände mit viel schlechterer Prognose handeln kann.

Dies sind:

1. Hypoplasie/Nekrose der Karpalknochen
2. aseptische Nekrose oder Kollaps des dritten und zentralen Tarsalknochens; diese Veränderungen werden im einzelnen später besprochen
3. unvollständige Ausbildung des zweiten und vierten Metakarpalknochens

Eine ganze Vielzahl von Erscheinungen tritt bei Gliedmaßenfehlstellungen im Röntgenbild auf.



Abb. 1: Beidseitige Valgus-Deformation der Karpalgelenke.



Abb. 2: Varus-Deformation des Fesselgelenks.

Einige mögliche Befunde sind:

1. sichtbare Winkelung eines Röhrenknochens zum nächsten, meist distalen Röhrenknochen
2. Auftreibungen und lippenförmige Ausziehungen an der Metaphyse
3. Sklerosierung der Metaphyse
4. „Keil“-Bildung an der Epiphyse
5. verschiedene Veränderungen in der knorpeligen Epiphysenfuge
6. osteochondritis-ähnliche Läsionen
7. unvollständige Ausbildung des zweiten und vierten Metakarpalknochens

Abb. 5 zeigt einige der röntgenologischen Veränderungen, die u. U. bei einer Varus-Deformation zu beobachten sind. Für Röntgenaufnahmen bei Fohlen mit Gliedmaßenfehlstellungen sollten die längeren Kassetten benützt werden, damit man den Winkel messen kann.

### Behandlung von Gliedmaßenfehlstellungen

Die konservative Therapie besteht in Bewegungseinschränkung (Boxenhaltung zusammen mit der Stute) und Hufkorrektur.

Bei der Hufkorrektur sollte zu langes Hufhorn abgeschnitten, die Zehe rechtwinklig zugerichtet und manchmal, abhängig von der Art der Deformation, entweder die innere oder die äußere Hälfte des Hufs mit dem Hufaspel gekürzt werden.

In sehr schweren Fällen kann die Gliedmaße geschient werden, aber möglicherweise ist es ein Fehler, sich zuviel davon zu erhoffen. Man hat Gipsverbände und Schienen oft als „konservative Methoden“ in Betracht gezogen, aber diese Methoden sind nicht wissenschaftlich fundiert und stecken voller Probleme wie Verursachung von Druckstellen durch die dünne Haut bei jungen Fohlen.

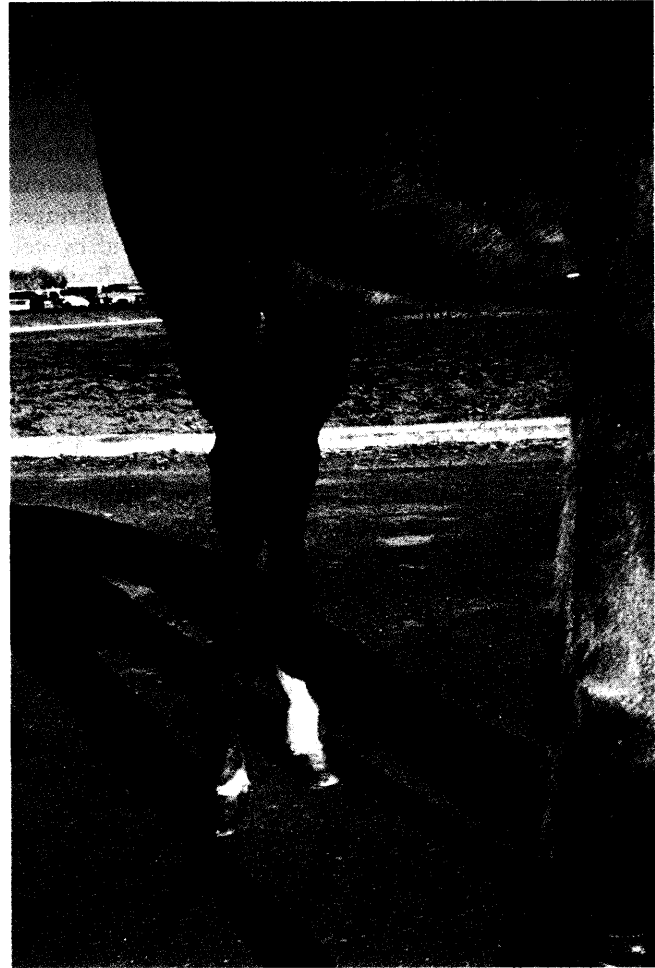
Konservative Behandlung führt bei ca. 95% der Gliedmaßenfehlstellungen im Karpus und Tarsus zur Begradigung, sollte aber nicht bei Deformationen des Fesselgelenks durchgeführt werden. Diese müssen wegen des sich rapide vermindernenden Wachstumspotentials der Epiphysenfuge des distalen Metakarpus und Metatarsus sofort operiert werden.

Die chirurgische Korrektur kann auf zweierlei Arten durchgeführt werden; die eine basiert auf Stimulierung, die andere auf Retardierung der enchondralen Ossifikation.

Chirurgisch erreicht man eine Verzögerung des unausgeglichene Wachstums der Metaphyse durch eine vorüberge-



**Abb. 3:** Eine Kombination von Valgus-Stellung im einen und Varus-Stellung im anderen Karpalgelenk.



**Abb. 4:** Valgus-Deformation des Tarsus.

hende Überbrückung der Epiphysenfuge mit Klammern oder Schrauben und Draht.

Es wird hier ein Wachstumshemmnis in Form eines orthopädischen Implantats über die knorpelige Wachstumsfuge hinweg angebracht. Da der Knochen weiterwächst, baut sich im Innern der Fuge ein Druck auf, der zur Behinderung der Zellsprossung und -proliferation in der Wachstumszone führt (Fretz et al., 1985).

Eine Stimulierung der enchondralen Ossifikation provoziert man mit der Technik der scharfen Durchtrennung und Lösung des Periosts (HCTP + PS).\*

In unserer Klinik steht sie an erster Stelle der angewandten Methoden. Sie ist relativ rasch und einfach auszuführen und billiger als die Maßnahmen zur Retardierung. HCTP + PS kann bei einer hochgradigen Fehlstellung auch mit Retardierungstechniken kombiniert werden. Fälle von Fesselgelenksdeformation (z. B. Varus-Stellung im Fesselgelenk) behandeln wir im Moment alle mit HCTP + PS und einer Retardierungsmaßnahme wegen des sehr begrenzten Wachstumspotentials, das nach 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Monaten in dieser Epiphysenfuge noch vorhanden ist.

\* Hemicircumferential transection of the periosteum and periosteal stripping

### Scharfe Durchtrennung und Lösung des Periosts

Die Methode der scharfen Durchtrennung und Lösung des Periosts (im folgenden einfach als Periost-Durchtrennung bezeichnet) wurde zum ersten Mal erfolgreich von Auer et al. (1982) zur Korrektur von Gliedmaßenfehlstellungen angewandt.

Wir ziehen die Technik der Periost-Durchtrennung derzeit als chirurgische Hauptmethode bei Gliedmaßenfehlstellungen heran, die durch unausgewogenes Epiphysenfugenwachstum der distalen Enden von Radius und Tibia verursacht sind. Bei Gliedmaßenfehlstellungen im Fesselgelenk (gewöhnlich Varus-Deformation) wenden wir die Periost-Durchtrennung kombiniert mit der Technik der Schrauben-Draht-Methode an (Besprechung im folgenden Kapitel).

Weil die Periost-Durchtrennung eine „Stimulierungs-Maßnahme“ ist, d. h. das Knochenwachstum anregt, wird sie gegenüber der Seite mit der Brückenverbindung zwischen Meta- und Epiphyse, die man zur Retardierung anlegt, durchgeführt. Bei einer Valgus-Deformation des Karpus durchschneidet man daher das Periost auf der Lateralfäche der distalen Radiusmetaphyse.

*Narkose und Operationsvorbereitung*

Die Operation muß in Allgemeinnarkose durchgeführt werden, und die Seite des Knochens, an der operiert wird, muß dabei nach oben zu liegen kommen. Wenn sowohl Periost-Durchtrennung als auch Schrauben-Draht-Methode anstehen (z. B. an der Epiphyse des distalen Metakarpus oder Metatarsus), sollte man logischerweise das Einbringen der Implantate (Schrauben und Draht) an den Anfang stellen. Bei der Verwendung von Implantaten ist das Risiko einer Wundinfektion durch den „Fremdkörper-effekt“ der Implantate größer und damit die Forderung aseptischer Kautelen während des Eingriffs stärker. Sobald Schrauben und Draht liegen und die Wunde geschlossen ist (siehe folgendes Kapitel), kann das Tier über den Rücken gerollt und die Periost-Durchtrennung auf der gegenüberliegenden Seite der Metaphyse ausgeführt werden. Zu beachten ist, daß beim Überrollen nicht die aseptischen Verhältnisse verlorengelangen. Folglich müssen, wenn beide Operationen geplant sind, routinemäßig beide Operationsflächen geschoren, rasiert und zur Operation vorbereitet werden. An der Gliedmaße wird eine sterile Selbstklebefolie so aufgebracht, daß sie beiden Operationsflächen dicht anliegt und an ihren Kanten in einer Verklebungslinie auf der Kranial- oder Kaudalfläche der Gliedmaße verbunden ist.

*Zusätzliche Instrumente*

Man benötigt für diesen Eingriff ein Raspatorium und ein Skalpell Nr. 12 Bard-Parker.

**Operationstechnik**

Die hier beschriebene Technik ist eine leicht modifizierte Form der erstmals von *Auer et al.* (1982) dargestellten.

Man legt einen 6 cm langen geraden Hautschnitt auf der lateral (oder medial) zuoberst gelegenen Fläche der Metaphyse des betroffenen Knochens. Der Hautschnitt sollte nach distal etwa bis in die Mitte der benachbarten Epiphyse reichen. Das subkutane Bindegewebe wird ebenfalls vorsichtig durchgetrennt. Sehnen und Sehnnenscheiden sind sorgfältig zu schonen. Wenn z. B. eine Valgus-Deformation am Karpus operiert wird, findet sich eine natürliche Vertiefung zwischen den Sehnen von gemeinsamem und lateralem Zehenstrecker. In dieser Vertiefung soll die Inzision liegen. Wenn man eine Varus-Deformation am Karpus operiert, findet sich die Medialfläche des distalen Radius ziemlich frei von solchen Strukturen. Der Zugang zur Lateralfläche der distalen Tibiametaphyse ist etwas anders durch die laterale Lokalisation der Sehne des lateralen Zehenstreckers. Zwei vertikale Inzisionen werden durch Haut und subkutanes Gewebe gelegt, um eine ausreichende Darstellung der Metaphyse zu ermöglichen.

Während man mit zwei Backhaus-Tuchklammern, die auf die Hautränder gesetzt sind, diese sorgfältig zur Seite halten läßt, sucht man mit Hilfe einer sterilen 18- oder 20-g-Einmalkanüle die Epiphyse auf. Die distale Radiusepiphyse befindet sich in der Nähe des am weitesten hervorragenden Knochenteils im Operationsfeld. Man findet sie, indem man mit der Nadel auf der Metaphyse entlang nach distal in Richtung Epiphyse „wandert“ und dabei festen Druck

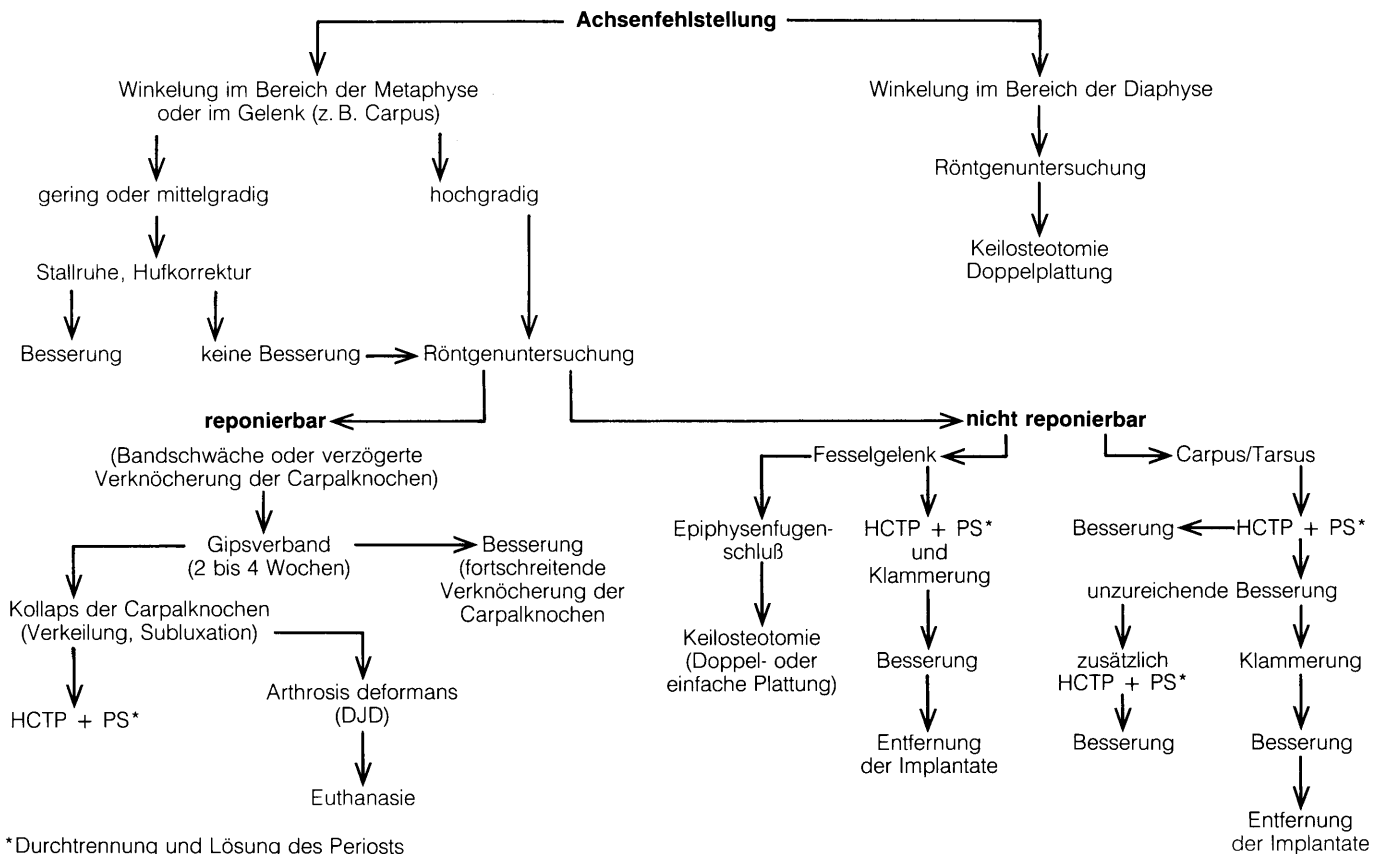


**Abb. 5:** Röntgenaufnahme einer Varus-Deformation.

mit dem auf dem Kanülenansatzstück liegenden Zeigefinger ausübt. Durch dieses Vorgehen können kleine Hämatome entstehen, aber sie haben keine Folgen. Mit einer Skalpellklinge Nr. 20 wird in kräftigem Schnitt eine umgekehrt T-förmige Inzision in das Periost gesetzt. Der horizontale Balken des T sollte etwa 1 cm proximal der Epiphysenfuge liegen, die genaue Entfernung ist aber offenbar nicht entscheidend.

Um sicherzustellen, daß wirklich die ganze Hälfte der Knochenperipherie im Periost durchschnitten wird, kann der Chirurg die gekrümmte Form einer Skalpellklinge Nr. 12 benutzen (Abb. 6). Der umgekehrt T-förmige Schnitt durch das Periost schafft zwei dreieckige Lappen, die von der darunterliegenden Metaphyse abpräpariert werden. Bevor wir die Skalpellklinge Nr. 12 anwendeten, fanden wir heraus, daß das Abheben des Periosts mit Hilfe eines Raspatoriums das weitere Einschneiden des Periosts erleichtert (Abb. 7). Gelegentlich wird bei diesem Manöver die Sehnnenscheide der Strecksehnen eröffnet. Unserer Erfahrung gemäß treten keine ungünstigen Nachwirkungen ein, wenn dies passiert. Es sollte kein Versuch unternommen werden zu nähen. Wenn man dagegen unabsichtlich eine Sehne durchtrennt hat, sollte mit der geeigneten Nahttechnik und dem entsprechenden Nahtmaterial eine Anastomose ge-

Tab. 1: Behandlungsschema für Achsenfehlstellungen beim Fohlen



schaffen werden. Das Periost beläßt man in seiner leicht retrahierten Lage und vernäht es nicht.

Bei Operationen an Fohlen mit Valgus-Deformationen am Karpus wird die Durchtrennung des Periosts lateral durchgeführt. Als zusätzliche chirurgische Maßnahme empfehlen wir jetzt, den Restteil der distalen Ulna zu palpieren und mit einer Skalpellklinge Nr. 11 oder einer Rongeurklemme zu durchtrennen. Das beseitigt jeden Hemmeffekt (das gewissermaßen „An-die-Kette-Legen“), den dieser Knochen lateral am Radius bewirken könnte.

Die subkutanen Gewebe werden mit einer einfachen fortlaufenden Naht mit überzogenem synthetischem absorbierbarem Material (z. B. 2/0 Polyglactin 910 oder Polyglykolsäure) aneinandergebracht. Wir sind zur Ansicht gelangt, daß es nützt, das Blut aus allen zurückbleibenden Hämatomen mit mehreren zylindrisch aufgerollten Mulltupfern herauszudrücken, bevor man diese Wundlage endgültig verschließt. Die Hautränder werden mit einer nicht resorbierbaren Naht aus monofilem Faden wie Nylon oder Polypropylen vereinigt. Man kann das Hämatom noch einmal reduzieren, indem man das Blut mit Gaze an einem Schnittende noch herausdrückt, bevor man die verbleibenden letzten 2 oder 3 Hauthefte setzt.

### Postoperative Behandlung

Die Hautinzision wird mit einer nicht mit der Wunde verklebenden Kompresse abgedeckt, die eine Mullbinde an

Ort und Stelle hält. Dann bringt man eine leichte elastische Binde an, die das ganze Gelenk bedeckt, wobei man darauf zu achten hat, daß sie auf der haarlosen Haut liegt und damit die Gefahr des Rutschens verringert.

Eine postoperative Antibiose wird nur durchgeführt, wenn das Durchtrennen des Periosts mit der Einbringung von Implantaten auf der anderen Seite des Knochens oder an einer anderen Stelle am Pferd kombiniert war. Bei einem Routinefall ohne Komplikationen, bei dem das Durchtrennen des Periosts die einzige Maßnahme ist, verabreicht man keine Antibiotika.

Die Wunde bleibt mindestens 10 Tage lang unter sterilem Verschuß, um Schwellungen an der Operationsfläche möglichst gering zu halten. Wir wechseln den Verband am 3.-5. Tag; die Art des Verbands ist dieselbe wie die des ersten. Die Hautnaht wird nach 10-14 Tagen entfernt. Nicht steroidhaltige antiphlogistische Medikamente sind nicht indiziert und auch nicht zu empfehlen.

Während der Rekonvaleszenz (solange die Gliedmaße gerade wird) muß das Fohlen ziemlich stark in der Bewegung eingeschränkt bleiben, damit die Wachstumsfuge möglichst wenig belastet wird, wie es bei zu großer Aktivität der Fall wäre. Obwohl die ständige Haltung von Stute und Fohlen in einer Box wünschenswert ist und empfohlen wird, trifft man damit häufig auf Widerstand bei den Besitzern. Sie wünschen, daß sich die Stute zur Unterstützung eines regelmäßigen Zyklus draußen in der Sonne aufhält. Als Kompromißlösung raten wir dazu, sie beide in einem Stall

mit daran angeschlossenem kleinem Auslauf unterzubringen. Unter keinen Umständen sollte das Fohlen aber frei mit der Mutter in einer großen Herde mitlaufen.

#### Erläuterungen

Die Vorteile der Periost-Durchtrennung bestehen einmal in der relativ einfachen Ausführung. Sie erfordert keine teuren Implantate und keine obligatorische zweite Operation, wie sie nötig ist, um Implantate zu entfernen. Außerdem ist der Klinik-Aufenthalt etwas kürzer und daher die Operation insgesamt für den Patientenbesitzer billiger. Kosmetisch ist sie ebenfalls ansprechend, und wenn weitere

und dabei standen 60% der betroffenen Pferde im Leistungstraining. Alle Fälle wurden nach dem Epiphysenfugenschluß zur Nachuntersuchung vorgestellt, und es gab keine überkorrigierten Gliedmaßen. Die Besitzer der Fohlen mit Stellungsfehlern im Karpus, die mit Hilfe der Periost-Durchtrennung berichtigt worden waren, zeigten sich befriedigt, und der kosmetische Effekt war ausgezeichnet. Allem Anschein nach können mit dieser Technik höhere Grade von Karpus-Deformationen korrigiert werden, als es laut früheren Berichten mit ihr oder anderen chirurgischen Methoden möglich ist. Die Kombination der Schrauben-Draht-Methode mit der Periost-Durchtrennung



**Abb. 6:** Die gekrümmte oder „Haken-Form“ einer Skalpell-Klinge Nr. 12 wird benutzt, um möglichst viel des umfassenden Periosts zu durchschneiden.



**Abb. 7:** Das an den Begrenzungen der T-förmigen Inzision von seiner Unterlage gelöste Periost wird abgehoben.

Korrekturen erforderlich sind, kann der Eingriff wiederholt werden (Auer et al., 1982). Um die Effektivität der Periost-Durchtrennung mehr quantitativ zu untersuchen, führten wir eine retrospektive Studie an 27 Fohlen (41 Gliedmaßen) mit Gliedmaßenfehlstellungen im Karpus (35 Gliedmaßen), Fesselgelenk (5 Gliedmaßen) und in der Tibia (1 Gliedmaße) durch, die auf diese Weise berichtigt worden waren. 81,5% der Fälle endeten mit einem erfolgreichen Ergebnis (gerade Gliedmaßen und Gesundheit),

schaft offensichtlich größere Korrekturerfolge an den Fesselgelenken.

Die einzig mögliche Komplikation ist, so scheint es, daß die Korrektur nicht gelingt. Dies tritt jedoch nur bei einem sehr kleinen Prozentsatz der Fälle auf. Dann steht der Chirurg vor der Entscheidung, die Periost-Durchtrennung entweder zu wiederholen oder die komplizierte und teure Überbrückung der Epiphysenfuge mittels Implantaten durchzuführen.

## Methoden zur vorübergehenden Überbrückung der Epiphysenfuge

### Klammerung (stapling)

Dies ist die traditionsreichste der Retardierungsmethoden, und sie wird immer noch von humanmedizinischen orthopädischen Operateuren angewandt.

Vom Autor beobachtete Nachteile sind u. a.:

1. herausgedrückte Klammern
2. auseinandergezogene Klammern
3. Bruch des Implantats (Abb. 8)
4. Anbringung an der falschen Stelle (ein Schenkel in der Epiphysenfuge oder im Tibiotarsalgelenk zur Korrektur unausgeglichenes Wachstums der distalen Tibia)
5. auf die Operation folgende exzessive Bildung von Bindegewebe
6. periostale Knochengewebszubildung auf der Operationsfläche, die als Wachstumshemmnis wirkt, und daraus resultierende Überkorrektur der Fehlstellung
7. schwierige Entfernung (die Dauer des Eingriffs betrug in einigen Fällen bis zu 2 Stunden, weil intraoperative Röntgenaufnahmen zur Auffindung der Klammern erforderlich waren).

### Schrauben-Draht-Technik

Das unten erläuterte Verfahren ist eine Modifikation des von *Fackelman* und *Nunamaker* beschriebenen (*Fackelman et al.*, 1982).

Zur für diese Operation erforderlichen Ausstattung gehören:

1. Einrichtungen für aseptische Operation und intraoperative Röntgenaufnahmen
2. Sortiment A. O. Spongiosa-Schrauben mit 32-mm-Gewinde
3. A. O. 18-g-Cerclagendraht
4. 3,6 mm starke Bohreinsätze und Handbohrer
5. A. O. Drahtspanngerät
6. Spongiosa-Gewindeschneider
7. Drahtzange
8. A. O. 6-Kant-Schraubenzieher
9. sterile Kassettenüberzüge für intraoperative Röntgenaufnahmen
10. Nahtmaterial zum Wundverschluß (siehe unten)
11. Verbandsmaterial

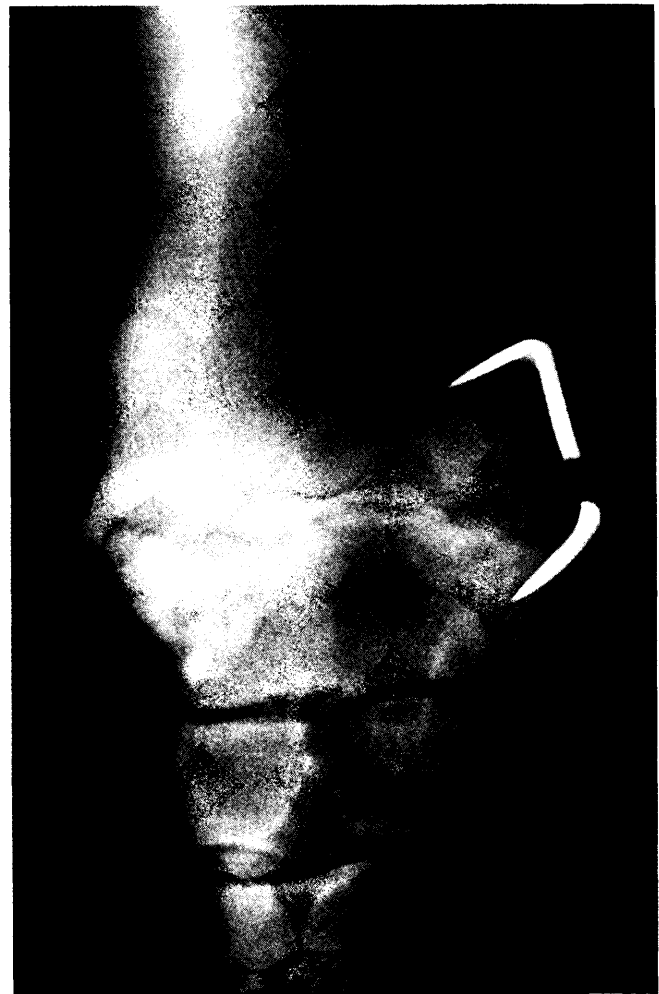
### Operationstechnik

Der Eingriff wird unter Allgemeinanästhesie durchgeführt. Eine Inhalationsnarkose, z. B. mit Halothan, ist vorzuziehen. Bei den meisten Fohlen, die Kandidaten für diese Operation sind, kann die Anästhesie durch Zuführung des Gases über die Maske eingeleitet werden. Bei gelegentlich an Fehlstellungen operierten älteren Fohlen ist es u. U. erforderlich, die Anästhesie mit einer intravenösen Narkosetechnik einzuleiten und dann mit einem Inhalationsanästhetikum aufrechtzuerhalten. Dann bringt man das Fohlen in Seitenlage mit der zu operierenden Seite nach oben.

Wenn der Einsatz von Schrauben und Draht in Kombination mit der Periost-Durchtrennung geplant ist, sollte man Schrauben und Draht zuerst anbringen, weil das Risiko ei-

ner Wundinfektion und die Forderung aseptischer Kautele beim Gebrauch solcher Implantate größer sind. Selbstverständlich müssen, wenn an derselben Epiphysenfuge beide Operationen durchgeführt werden, auch beide Operationsflächen routinemäßig geschoren, rasiert und zur Operation vorbereitet werden. An der Gliedmaße wird eine sterile Selbstklebefolie so aufgebracht, daß sie beiden Operationsflächen dicht anliegt und an ihren Kanten in einer Verklebungslinie auf der Kranial- oder Kaudalfläche der Gliedmaße verbunden ist.

1. Distaler Radius (z. B. Valgus-Deformation). Man legt eine 8–9 cm große halb elliptische Inzision, deren Spitze nach



**Abb. 8:** Bruch einer Klammer zur Korrektur einer Varus-Deformation des Karpus; es waren ungeeignete Klammern verwendet worden.

kaudal gerichtet ist und deren Mitte über dem medialen Epikondylus des Radius liegt. Distal sollte der Einschnitt auf Höhe des proximalen Spalts des Karpalgelenks enden. Der entstandene Lappen aus Haut und Unterhautgewebe wird nach kranial gebogen und seine Spitze vorsichtig mit einer Backhaus-Tuchklemme gefaßt. Dann sucht man die distale Radiusepiphyse auf, indem man den am weitesten hervortretenden Bereich im Operationsfeld mit einer sterilen subkutanen Einmalkanüle 18 oder 20 g untersucht. Am

besten geschieht dies, indem man mit der Nadel auf der Metaphyse entlang nach distal „wandert“ und dabei festen Druck mit dem auf dem Kanülenansatzstück liegenden Zeigefinger ausübt. Durch dieses Vorgehen können kleine Hämatome entstehen, aber sie haben keine Folgen. Wenn der Operateur unsicher ist, wo die Kanüle sich befindet, ist eine intraoperative Röntgenaufnahme indiziert. Als zusätzliche Hilfe kann eine zweite Nadel in den proximalen Karpalgelenkspalt gesetzt und dann eine Röntgenaufnahme gemacht werden.

Um die Einbringung der Schraube in die distale Radiusepiphyse zu erleichtern, setzt man eine kleine Stichinzision in das Kollateralband, das die Epiphyse des distalen Radius bedeckt. Ein 3,6 mm großes Loch wird etwa 40 mm tief in die distale Radiusepiphyse gebohrt mit dem Bestreben, parallel zur Ebene der Wachstumsfuge und des proximalen Karpalgelenkspalts einzugehen.

Ich weise noch einmal nachdrücklich auf meine Empfehlung an den Chirurgen hin, der die Operation zum ersten Mal durchführt, zu diesem Zeitpunkt eine überprüfende intraoperative Röntgenaufnahme zu machen, um zu sehen, ob der Bohrer und nachfolgend die Schraube nicht die Epiphysenfuge gefährden oder, noch wichtiger, in den proximalen Teil des Karpalgelenks eindringen könnten. Während des Bohrens (und Gewindeschneidens) an diesen Löchern sollte man die Weichteilgewebe durch Gebrauch der passenden Gewebeschutzhülse schützen. Wenn vorgesehen ist, eine Kortikalis-Schraube einzubringen, wird ein 3,2-mm-Bohreinsatz verwendet; wenn man eine Spongiosa-Schraube implantiert, benützt man einen 3,6-mm-Bohrer. Sobald sich der Operateur bei dem Eingriff sicher fühlt, kann das erste Schraubenloch „freihändig“ ohne intraoperative Röntgenaufnahmen gesetzt werden. In dem Loch schneidet man dann ein Gewinde mit dem A. O. 4,5-mm-Gewindeschneider (Kortikalis-Schrauben) oder dem A. O. 6,5-mm-Gewindeschneider (Spongiosa-Schrauben) unter Schutz der Weichteilgewebe durch die passende Gewebeschutzhülse. Das Schneiden des Gewindes kann auch unterbleiben, und eine Empfehlung lautet, die Schraube in die Epiphyse selbstschneidend einzubringen, da der Knochen relativ weich ist (Fackelman et al., 1982).

Man dreht eine 4,5-mm-Kortikalis-Schraube oder eine 6,5-mm-Spongiosa-Schraube mit Gewinde vom Schraubenkopf bis zur Spitze ein, die eine Länge von 32 bis 38 mm hat. Die Schraube sollte nicht so stark angezogen werden, daß der Kopf unter der Ebene des Kollateralbandes verschwindet. An dieser Stelle rate ich zur Aufnahme eines Röntgenbildes, gleichgültig, wieviel Erfahrung der Operateur zu haben glaubt, weil die Platzierung dieser Schraube einer der entscheidenden Schritte der Operation ist. Während der Entwicklung der Röntgenaufnahme kann man schon die noch verbleibende zweite Schraube im Bereich der Metaphyse in ähnlicher Weise wie die erste einsetzen. Das Loch sollte nur durch eine Kortikalis gebohrt werden. Weil das Knochengewebe an dieser Stelle dichter ist, sollte man mit dem passenden Gewindeschneider ein Gewinde schneiden. Die Lage dieser Schraube ist viel weniger kritisch als die derjenigen in der distalen Radiusepiphyse, sie muß jedoch so eingebracht sein, daß weder sie selbst noch

der Draht direkt unter den Hautschnitt zu liegen kommt. Wenn das der Fall ist, können Infektionserreger durch die Hautinzision eintreten und sich während der Rekonvaleszenz um die Implantate herum ansiedeln. Unter Umständen kommt es dann zu lokaler Osteomyelitis und Lockerung des Implantats. Die Schraube sollte nicht so tief eingedreht werden, daß der Kopf im Knochen versenkt wird. Man legt nach Möglichkeit zwei unabhängig voneinander platzierte achtförmige Drahtschlingen um die Schraubenköpfe. Der Draht sollte so verdreht werden, daß der gedrehte Abschnitt flach und symmetrisch ist. Dann schneidet man den Draht ab und biegt das vorstehende verdrehte Stück so nach unten, daß es an die Seite der Drahtschlinge zu liegen kommt. Ein zweites ähnlich angebrachtes Stück Draht wird direkt über dem ersten platziert, wobei man wieder die verdrehten Enden nach unten umlegt, so daß keine scharfen Drahtstücke aus der Operationsfläche herausragen. Alle scharfen vorstehenden Drahtstücke können während der Rekonvaleszenz Drucknekrosen der Haut verursachen. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, Draht an den Enden zu verbinden oder zu verdrehen, um Lockerung zu verhindern. In einigen Texten wird der Gebrauch des A. O. Drahtspanners befürwortet, der einen augenförmigen Haken zum Halten des Drahts besitzt (Fackelman et al., 1982). Dazu ist speziell vorbereiteter A. O. 1,2-mm-Cerclagendraht mit einem bei der Herstellung zu einer Schlaufe aufgedrehten Ende erforderlich. Ich bevorzuge den Drahtspanner der Herstellerfirma Richards\*, bin aber der Meinung, der Chirurg sollte das Instrument benutzen, mit dem er am besten zurechtkommt. Wenn der Operateur die Festigkeit beider Drähte für ausreichend hält, kann er durch abwechselndes Anziehen der Schrauben zusätzliche Spannung erzeugen. Der Draht gleitet dann auf der abgeschrägten Fläche der kugelförmigen Schraubenköpfe entlang. Ein Eindrehen bis zum Verschwinden der Köpfe ist nicht ratsam, sonst rutscht der Draht möglicherweise von den Köpfen ab (Fackelman et al., 1982). Ebenso sollten die Köpfe aber auch nicht so weit vorstehen, daß sie während der Rekonvaleszenz eine punktuelle Hautnekrose verursachen können. Die distale Schraube braucht gewöhnlich durch ihre Lage unter dem medialen Kollateralband nicht so fest angezogen zu sein (Fackelman et al., 1982). Am besten palpiert der Chirurg die Implantate mit dem Zeigefinger, um zu prüfen, ob sie nicht zu weit vorstehen.

Die subkutanen Gewebe sind in diesem Bereich sehr dünn, aber ich empfehle dringend, sie beim Verschließen der Wunde über den Implantaten aneinanderzubringen. Man sollte eine einfache fortlaufende Naht mit synthetischem absorbierbarem Material legen. Catgut ist hier wegen seiner entzündungsfördernden Eigenschaften nicht empfehlenswert. Die Hautränder werden durch einfache Einzelhefte mit geeignetem synthetischem monofilem Nahtmaterial vereinigt. An diesem Punkt ist es jetzt wieder Zeit für eine Röntgenaufnahme, um die korrekte Lage der Implantate zu überprüfen und als Beweismaterial für den Fall postoperativ auftretender Probleme.

\* Richards Manufacturing Company, Inc., Memphis, TN 38116, USA

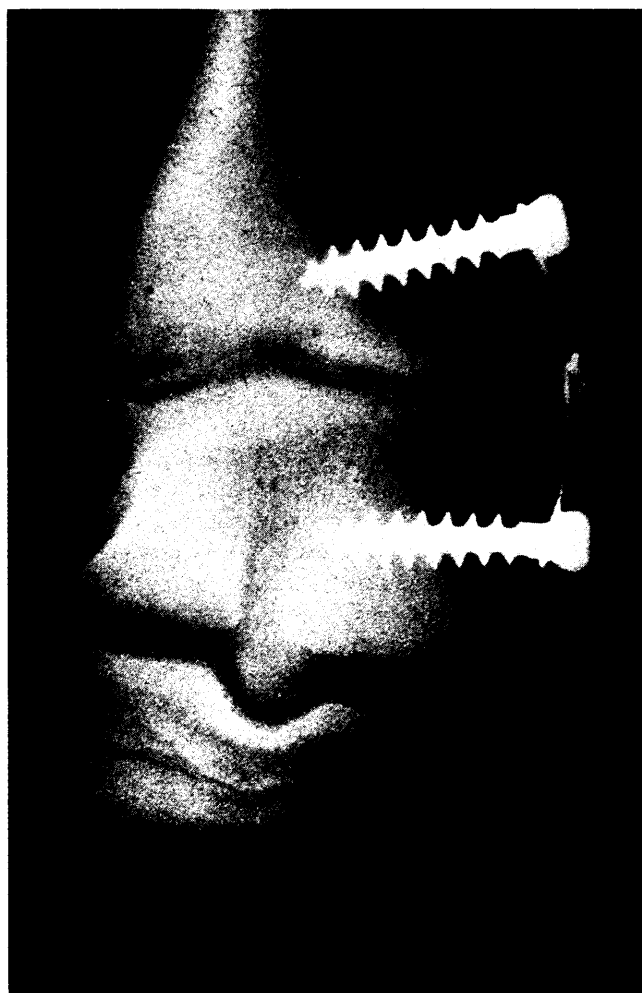


2. Distaler Metakarpus und Metatarsus. Gliedmaßenfehlstellungen auf Grund unausgeglichenen Wachstums der distalen Epiphysenfuge des Metakarpus oder Metatarsus sind nicht ganz so verbreitet wie diejenigen, die im Karpus auftreten. Weil sich die distalen metakarpalen und metatarsalen Wachstumsfugen viel früher schließen, sollte man Operationen an Gliedmaßenfehlstellungen in diesem Gebiet angehen, sobald die Deformation bemerkt wird, vorausgesetzt, das Fohlen ist unter 2 $\frac{1}{2}$  Monate alt. Ich würde ebenfalls empfehlen, diese Deformation mit Durchtrennung und Lösung des Periosts einerseits an der Metaphyse einen sowie mit Anwendung der Schrauben-Draht-Methode auf der gegenüberliegenden Seite des Knochens zu behandeln. Weil Varus-Deformationen an dieser Stelle häufiger vorkommen, wird meist an der lateralen Fläche der Epiphysenregion die Einbringung des Implantats und das Durchtrennen des Periosts an der medialen Seite durchgeführt. Der chirurgische Eingriff entspricht im wesentlichen dem für die distale Radiusepiphyse beschriebenen. Man setzt einen halb elliptischen Hautschnitt, vergewissert sich dabei, im Bereich des Fesselgelenks dorsal von Palmarvene, -arterie und -nerv zu bleiben, und stellt auch sicher, daß die Implantate nicht direkt unter die Hautinzision zu liegen kommen können. Da die Epiphyse dieser Knochen, verglichen mit den distalen Radius- und Tibiaepiphysen, relativ größer ist, gibt es etwas mehr Spielraum im Falle von Fehlern beim Einbringen der distalen Schraube. Nichtsdestoweniger ist aber eine intraoperative Röntgenaufnahme indiziert, um absolut sicherzugehen, daß man nicht in das Fesselgelenk oder die Epiphysenfuge eingedrungen ist; von einer Umverlegung der Schraube ist abzuraten. Der Verschluss der Haut und der subkutanen Lagen sollte in diesem Gebiet peinlich genau ausgeführt werden (Abb. 9).

3. Distale Tibia. Deformationen auf Grund unausgewogenen Wachstums der distalen Tibiaepiphyse sind nach meiner Erfahrung selten. Man kann Schrauben und Draht anbringen, aber das Einfügen der distalen Schraube erfordert größte Sorgfalt wegen der unregelmäßigen Gestalt der distalen Epiphyse der Tibia. Intraoperative Röntgenaufnahmen sind bei dieser Operation obligatorisch, da man mit der Schraube relativ leicht unabsichtlich in das Tibiotarsalgelenk gerät. Um dies zu vermeiden, muß die Schraube in der Epiphyse nach oben gerichtet sein. Wir empfehlen eine intraoperative Röntgenaufnahme nach Platzierung je einer sterilen subkutanen Einmalkanüle sowohl in die Epiphysenfuge als auch in das Tibiotarsalgelenk. Eine weitere intraoperative Röntgenaufnahme ist zur Überprüfung der Richtung des Bohrers anzuraten. Das Eindrehen der Schraube in die Metaphyse ist unschwierig. Das Endergebnat sind zwei in verschiedenen Richtungen gesetzte Schrauben; etwas, das mit Klammern nicht so ohne weiteres zu erreichen ist.

#### *Postoperative Behandlung*

Über die Inzisionsstelle wird eine sterile, nicht mit der Wunde verklebende Kompresse gelegt und das betroffene Gelenk dann mit Verbandmaterial nach Wahl des Operateurs verbunden. Ein Verband um die ganze Gliedmaße mit Watte ist vielleicht indiziert, aber für mein Gefühl ist



**Abb. 9:** Korrekte Platzierung von Schrauben und Draht zur Berichtigung einer Varus-Deformation des Fesselgelenks.

nicht mehr als eine leichte Mullbinde und ein elastischer Klebeverband nur über dem erkrankten Gelenk nötig, wenn beides sorgfältig angelegt wird.

Perioperative Antibiose ist meiner Meinung nach angebracht, weil sich gezeigt hat, daß der Einsatz von Implantaten die Infektionswahrscheinlichkeit vergrößert. Steroidfreie antiphlogistische Medikamente sind nicht indiziert und sollten auch nicht notwendig sein. Falls bei dem Fohlen in der Rekonvaleszenzzeit eine Lahmheit auftritt, sollte man ihre Ursachen rasch klären und energisch behandeln. Das Fohlen sollte während der Dauer der Genesung in seiner Bewegung eingeschränkt werden, um die Belastung in der Wachstumsfuge zu vermindern. Die Hufe sollten angemessen beschnitten werden. Oft erhalten die Fohlen Mineralstoff-Ergänzungsfuttermittel oder Injektionen verschiedener Vitamine. Ich bin der Meinung, sie sind in den meisten Situationen unnötig, außer, wenn man einen echten Mangel feststellen konnte.

Natürlich erfordert die Futterr ration älterer Tiere, die für diese Operation vorgestellt werden (z. B. Kümmerer), ein angemessenes Kalzium-Phosphor-Verhältnis. Die Futtermittelanalyse dieser älteren Fohlen läßt oft eine Mineral-

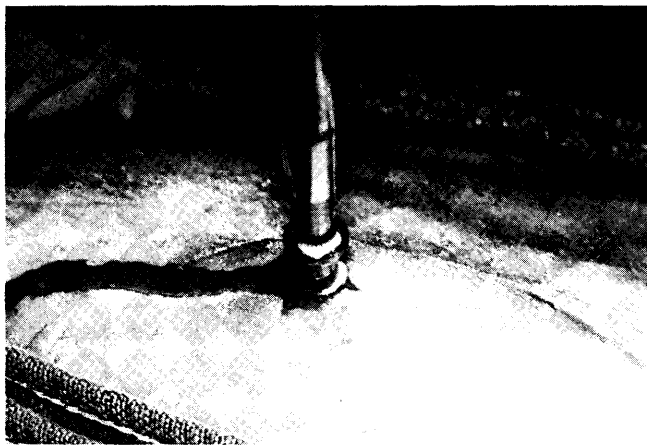
stoffimbalance erkennen. Über die Rolle, die andere Spurenelemente als Zusätze bei der Behandlung von Gliedmaßenfehlstellungen spielen, ist weniger bekannt. In Einzelfällen mögen gewiß auch ein Zinküberschuß und ein Kupfermangel bestehen.

#### Implantatentfernung

Wenn die Gliedmaße gerade ist, müssen die Implantate zur Verhütung der Überkorrektur der Deformation entfernt werden. Die Besitzer müssen darauf vorbereitet sein, und in dieser Hinsicht ist gute Klientenerziehung und Gesprächsverbindung sehr wichtig.

Die Entfernung von Schrauben und Draht kann im Stehen unter lokaler Anästhesie oder in Allgemeinnarkose erfolgen. Die Schraubenentfernung unter Lokalanästhesie sollte man nur bei gutmütigen Fohlen in Betracht ziehen, die im erforderlichen Maß fixiert werden können. Ein widersetzliches Fohlen kann ohne weiteres die aseptischen Kautel zusammenbrechen lassen, besonders, wenn beim Auffinden der distalen Schraube Schwierigkeiten auftreten.

Zur Entfernung der Schrauben setzt man eine Stichinzision über dem leichter palpierbaren proximalen Schraubenkopf (in der Metaphyse). Die subkutanen Gewebe werden mit einer Moskito-Klemme stumpf durchtrennt, und dann wird der Schraubenkopf aufgesucht. Man arbeitet sich mit dem Schraubenzieher mit der 6-Kant-Spitze vorsichtig bis in den Schraubenkopf durch und entfernt die Schraube (Abb. 10). Dann wird eine zweite Stichinzision in der Umgebung des Kopfs der distalen Schraube gesetzt und der Schraubenkopf ausfindig gemacht. Im Regelfall bedeckt den Schraubenkopf der distalen Schraube mehr fibröses Gewebe. Diese Schraube entfernt man nun. Mit einer gebogenen Kelly-Klemme werden die beiden Drahtstücke, die eine Schlaufe um den proximalen Schraubenkopf gebildet haben, wieder zurückgebogen, indem man die Spitzen der Klemme in diese Schlaufe einhängt und die beiden Drahtspitzen zur proximalen Stichinzisionsstelle herausbiegt (Abb. 11). Wenn die Klemme mit beiden Drahtstücken fest verbunden ist, wird der Draht mit einem kräftigen Ruck zur proximalen Einschnittstelle herausgezogen. Während dieses Manövers muß ein Assistent die Gliedmaße halten.



**Abb. 10:** Entfernung einer der Schrauben zur Überbrückung der Epiphysenfuge mit Hilfe einer kleinen Stichinzision.



**Abb. 11:** Die zwei Drahtstücke, die die Brücke zwischen den Schraubenköpfen bildeten, werden nun durch eine der Stichinzisionsstellen entfernt.

An jeder Stichinzisionsstelle setzt man ein oder zwei einfache Hauthefte und legt an dem betroffenen Gelenk für 7–10 Tage einen leichten Druckverband an. Nach 10 Tagen werden die Hautnähte entfernt.

#### Traumatische Luxation und Fraktur der Karpalknochen

Ihre Ursache ist gewöhnlich ein schweres Trauma, z. B. wenn die Stute auf das Fohlen tritt, es unter einem Zaun hängenbleibt etc. Sie sind eine seltene Differentialdiagnose zu Fehlstellungen im Karpus. Eine Behandlung gibt es nicht. Die Prognose für eine völlige Wiederherstellung ist wegen der irreversiblen strukturellen Veränderungen der betroffenen Knochen schlecht. Beide Erkrankungen werden hier vorgestellt, nicht weil sie Entwicklungsdefekte sind, sondern weil sie differentialdiagnostisch Bedeutung haben.

#### Keilosteotomie zur Behandlung von Gliedmaßenfehlstellungen bei Fohlen

Wenn die Gliedmaße eine schwere Fehlstellung aufweist und die Wachstumsfuge schon geschlossen ist (im typischen Fall ein 6–9 Monate altes Fohlen mit schwerer Varus-Deformation im Fesselgelenk), besteht die einzige Hoffnung, die Gliedmaße zu begradigen, in einer Keilosteotomie. Man entfernt hierbei mit einer Motorsäge einen Knochenkeil, stellt die Gliedmaße gerade und hält die Fragmente mit 1 oder 2 Osteosyntheseplatten aneinandergelagert. Keilosteotomie wird viel öfter bei Hunden durchgeführt, aber nach denselben Prinzipien (Fretz et al., 1983).

Gelegentlich kommt die Keilosteotomie bei einem Fohlen mit Gliedmaßenfehlstellung im Bereich einer Diaphyse zur



**Abb. 12:** Eine Gliedmaßenfehlstellung in der Diaphyse des dritten Metatarsalknochens; die einzige Methode, diese Gliedmaße zu begradigen, wäre, eine Keilosteotomie durchzuführen und den Knochen mit Osteosyntheseplatten zu stabilisieren.

Ausführung. Diese Deformationen treten an den langen Röhrenknochen (in der Regel Mc III oder Mt III) ohne Beziehung zu einer Wachstumsfuge auf. Die Ursache ist gewöhnlich kongenital bedingt (Haltung in utero?) (Abb. 12). Eine Behandlung kann nur in Form einer Keilosteotomie mit 2 Osteosyntheseplatten zur Immobilisierung des Knochens erfolgen (White, 1983).

#### Kollaps des dritten und/oder zentralen Tarsalknochens beim Fohlen

Eine andere Bezeichnung lautet Nekrose des dritten/zentralen Tarsalknochens.

Es handelt sich dabei um eine Erkrankung, bei der bald nach der Geburt die dritten (gelegentlich die zentralen) Tarsalknochen des Fohlens zu kollabieren beginnen. Das Endresultat ist eine schwere und verkrüppelnde degenerative Gelenkerkrankung der distalen Reihen der Tarsalgelenke. Sie wurde erstmals von Morgan (1967) beschrieben. Die genaue Ursache ist gegenwärtig noch unbekannt. Entstehungsmöglichkeiten sind u. a.: a) frühe Manifestation der Osteochondritis dissecans; b) Hypothyreoidismus; c) Infektion; d) ischämische Nekrose; e) Kollaps oder Hypopla-

sie der Karpalknochen, denen die Erkrankung ähneln kann. Sie ist in den ersten Lebensmonaten zu beobachten. Die Erkrankung tritt gewöhnlich bilateral, aber in einem Sprunggelenk stärker auf.

Zu den klinischen Erscheinungen gehört ein steifer, gestetzter Gang. Die Fohlen legen sich oft hin und sind nicht so aktiv wie andere.

Das Fohlen kann eine kuhhessige und/oder säbelbeinige Gliedmaßenstellung haben.

Die Röntgenbefunde zeigen, daß der dritte Tarsalknochen (T3) und manchmal der zentrale Tarsalknochen (Tc) betroffen ist (Abb. 13).

U. U. erkrankt das Fohlen an schwerer degenerativer Tarsitis ähnlich dem Knochenspat.

In der Regel besteht eine palpierbare Umfangsvermehrung über der kраниomedialen Fläche des Tarsometatarsalbereichs (Abb. 14).

Die einzige Hoffnung besteht in Immobilisierung der Gliedmaße mit einem Fiberglas-Verband als Behandlungsmaßnahme bei dieser Erkrankung in sehr frühen Fällen. Das Fohlen wird jedoch meist erst vorgestellt, wenn der Knochen bereits kollabiert ist. Dann gibt es keine wirksame Therapie mehr. Das Endstadium sind eventuell Knochenspat und chronische Lahmheit, und die Prognose für eine künftige völlige Gesundheit ist schlecht. Zur Feststel-



**Abb. 13:** Röntgenaufnahme des Sprunggelenks eines Fohlens mit kollabiertem drittem Tarsalknochen, laterolateraler Strahlengang.



**Abb. 14:** Dorsalansicht des Sprunggelenks eines Fohlens mit kollabiertem Tarsalknochen; es besteht eine harte Umfangsvermehrung auf der Dorsalfäche des Tarsometatarsalbereichs.

lung der exakten Ursachen dieser Veränderungen sind weitere Forschungen nötig.

#### **Hypoplasie/Nekrose/Unvollständige Ossifikation der Karpalknochen**

Diese Erkrankung ist selten, aber der Tierarzt sollte darauf hin untersuchen, wenn ihm ein Fohlen mit Valgus- oder Varus-Deformation im Karpalgelenk vorgestellt wird, das auf Bewegungseinschränkung nicht angesprochen hat oder dessen Zustand sich zunehmend verschlechtert (Abb. 15). Die Veränderungen sind in der Regel schon bei der Geburt vorhanden.

Es können verschiedene Karpalknochen betroffen sein (meistens mindestens zwei). Häufig bestehen Veränderungen am ulnaren, vierten und der lateralen Fläche des dritten Karpalknochens. Die Gelenkkapsel ist gewöhnlich durch die übermäßige Synoviamenge etwas gedehnt. Die verschiedensten röntgenologischen Erscheinungen sind zu beobachten, angefangen beim völlig fehlenden bis zum richtiggehend zermalmten und kollabierten Knochen in späteren Stadien der Erkrankung. Der fehlende Knochen manifestiert sich als aufgehellter Bezirk um den würfelför-

migen Knochen herum. Bei diesen Fohlen sollte man auch die Tarsalknochen überprüfen, da manche auch dort kollabierte Knochen aufweisen.

Ohne Behandlung kommt es u. U. zur Ossifikation der Knochen, aber sie können keiner axialen Belastung standhalten, und unvollständig ossifizierte Knochen werden zerdrückt. Dann tritt bei dem Fohlen Lahmheit auf, und es resultiert eine Karpitis unterschiedlichen Grades. Die Prognose für diese Erkrankung ist daher immer vorsichtig bis schlecht.

#### *Behandlung*

Sehr leichte Fälle mit solchen Veränderungen sprechen auf konservative Therapie an, einige sind aber auch Kandidaten für eine Operation, wenn gleichzeitig eine Unausgeglichenheit des Metaphysenwachstums besteht. Schwere Fälle sind auch mit Durchtrennung des Periosts oder der Schrauben-Draht-Methode nicht zu beeinflussen. Die einzige Hoffnung besteht in Immobilisierung mit einem Fiberglas-Verband, um den Druck von den Knochen zu nehmen und so den Ablauf einer normalen Ossifizierung zu ermöglichen. Die besten Ergebnisse erzielt man hier mit einem



**Abb. 15:** Dieses Fohlen (mit Valgus-Deformation des Karpus) hatte nicht auf Stallhaltung angesprochen. Die Röntgenaufnahmen enthüllten eine Hypoplasie mit nachfolgendem Kollaps des dritten und vierten Karpalknochens.

„Röhren“- oder „Zylinder“-Verband. Diese Stützverbände reichen vom proximalen Radius bis zur Spitze der Sesambeine und verhindern die Sehnenschwäche und Osteoporose, die bei den die ganze Zehe umschließenden Verbänden zu beobachten sind.

Fohlen mit Stützverbänden sollten stationär behandelt und der Verband in Allgemeinnarkose alle 10–14 Tage gewechselt werden.

### Unvollständige Ausbildung der kleinen Metakarpalknochen

Dies ist eine relativ wenig verbreitete Ursache von Gliedmaßenfehlstellungen der Vordergliedmaßen, die sich in einer schwächeren Gelenkverbindung der Köpfe des Mc II und Mc IV manifestiert (Lertich et al., 1979). An unserer Klinik trat sie zusammen mit einer Gliedmaßenfehlstellung in der Diaphyse auf (später in dieser Abhandlung besprochen). Leichte Fälle sprechen auf Periost-Durchtrennung oder Überbrückung der Epiphysenfuge an, schwere dagegen haben eine schlechte Prognose ähnlich den Fällen von Hypoplasie der Karpalknochen.

### Bandschwäche

Sie besteht in gewissem Maß bei allen Fohlen und kann sich als Beugesehnen- oder Kollateralbandschwäche manife-

stieren. Letztere tritt als Gliedmaßenfehlstellung der einen oder anderen Art in Erscheinung (gewöhnlich eine Valgus-Deformation im Karpus).

Karpale Valgus-Stellung im einen und karpale Varus-Stellung im anderen Vorderbein können auftreten und werden als „windgepeitschte Stellung“ bezeichnet (Abb. 3). Zu den röntgenologischen Erscheinungen der Bandschwäche gehört ein erweiterter Gelenkspalt auf der konvexen Gelenkseite.

### Behandlung

Bei Stallhaltung und eingeschränkter Bewegung kommt eine große Zahl dieser Gliedmaßen in die richtige Stellung. Stallruhe ist zur Reduzierung traumatischer Einwirkungen und daraus resultierender asymmetrischer Belastung der betroffenen Wachstumsfuge (die in der Folge zu unausgewogenem Wachstum der Metaphyse führen kann) zu empfehlen.

Bei sehr jungen Fohlen ist manchmal vorübergehendes Schienen erforderlich, aber die Schienen sollten nicht länger als ein paar Tage angelegt werden.

Ein die ganze Gliedmaße umgebender Gipsverband ist kontraindiziert und verschlimmert in der Regel den Zustand. An einigen Fällen unausgeglichenen Meta- und Epiphysenwachstums ist Bandschwäche zu einem gewissen Grad beteiligt. Diese Erscheinungen verstärken sich noch, wenn das Fohlen mehrere Stunden lang in Bewegung war oder gestanden hat.

### Literatur

- Auer, J. A., Marteno, R. J., and Williams, E. H.: Periosteal Transection for Correction of Angular Limb Deformities in Foals. J. Am. Vet. Med. Assoc. 181 (1982) 459
- Chan, K. P., and Hodgson, A. R.: Physiologic Leg Lengthening. Clin. Orthop. and Rel. Res. 68 (1970) 55
- Fackelman, G. E., and Nunamaker, D. M.: Manual of Internal Fixation in the Horse. Berlin, Springer-Verlag (1982) 91
- Fretz, P. B., Turner, A. S., Pharr, J.: Retrospective Comparison of Two Surgical Techniques for Correction of Angular Limb Deformities in Foals. J. Am. Vet. Med. Assoc. 172 (1985) 281

- Fretz, P. B., and McIlwraith, C. W.: Wedge Osteotomy for Angular Limb Deformities in Foals. J. Am. Vet. Med. Assoc. 182 (1983) 245
- Houghton, G. R., and Dekel, S.: The Periosteal Control of Long Bone Growth. Acta Orthop. Scand. 50 (1979) 635
- Jenkins, D. H. R., Cheng, D. H. F., and Hodgson, A. R.: Stimulation of Bone by Periosteal Stripping. J. Bone Joint Surg. 57-B, 482
- Lertich, M.: Angular Limb Deformities Arising at the Carpal Region in Foals. Compend. Cont. Educ. Pract. Vet. 1 (1979) 539
- Morgan, J. P.: Necrosis of the Third and Central Tarsal Bone of the Horse. J. Am. Vet. Med. Assoc. 151 (1967) 1334–1342
- White, K.: Diaphyseal angular deformities in three foals. J. Am. Vet. Med. Assoc. 182 (1983) 272

A. S. Turner, BVSc, MS  
Associate Professor of Surgery  
Veterinary Teaching Hospital  
Colorado State University  
Fort Collins,  
Colorado