

Die Sagittalfrakturen des Strahlbeines beim Pferd – ein Beitrag zur Diagnose und Therapie

B. Hertsch und D. Königsmann

Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover

Einleitung

Frakturen des Strahlbeines (Os sesamoideum distale) zählen zu den seltenen Lahmheitsursachen beim Pferd. Sie werden bei Reit-, Spring-, Renn- und Zugpferden mit unterschiedlichem klinischem Bild beobachtet und kommen als Sagittal-, Transversal-, Chipfrakturen oder pathologische Frakturen vor. Im folgenden wird ausschließlich die Sagittalfraktur besprochen. Mitunter wird ein derartiger röntgenologischer Befund im Rahmen einer Ankaufuntersuchung oder einer Reihenuntersuchung nur zufällig entdeckt.

Schrifttum

Vorkommen

Als typische Frakturform des Strahlbeines wird die Sagittalfraktur beschrieben (Schmal, 1937; Westhues, 1941; Schleiter und Dietz, 1957; Freudenberg, 1959; Vaughan, 1961; Marolt et al., 1962; Wintzer und Dämmrich, 1967; Bolz et al., 1975; Arnbjerg, 1979; Zeller, 1980; Boening, 1983; Nemeth und Dik, 1985; Richter, 1988).

Sie tritt häufiger an den Vordergliedmaßen (Vaughan, 1961; Wintzer und Dämmrich, 1967; Bolz et al., 1975; Delius, 1982; Nemeth et al., 1982; Campe, 1984; Wyn-Jones, 1985; Stashak, 1989) als an den Hintergliedmaßen (Marolt et al., 1962; Hickman, 1964; Valdez et al., 1978; Frecklington und Rose, 1981; Nemeth et al., 1982; Baird et al., 1990; Kaser-Hotz et al., 1991) auf. Als Grund für das gehäufte Auftreten an den Vordergliedmaßen wird die Mehrbelastung angegeben (Arnbjerg, 1979).

Ätiologie und Pathogenese

Starke traumatische Einwirkungen im Zehenbereich lassen Sagittalfrakturen des Strahlbeines entstehen.

Plötzliche, nicht gleichmäßig verteilte Druckeinwirkungen auf das Strahlbein, weitergeleitet vom Kronbein, Hufbein oder der tiefen Beugesehne führen zur Zusammenhangs-

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden 25 Fälle von Strahlbeinfrakturen beim Pferd bezüglich Diagnose und Therapie besprochen. In 22 von 25 Fällen waren die Vordergliedmaßen betroffen. In 3 Fällen konnte ein beidseitiges Auftreten beobachtet werden. Im Gegensatz zu den Literaturangaben scheint ein direktes Trauma als Lahmheitsursache bei Sagittalfrakturen des Strahlbeines selten in Betracht zu kommen. Röntgenologisch nachgewiesene Strahlbeinfrakturen können ohne Lahmheitserscheinungen auftreten. Um Artefakte auszuschließen, ist insbesondere in der Aufnahmetechnik nach Oxspring eine sorgfältige Vorbereitung des Hufes erforderlich. Es wird ein praktischer Hinweis gegeben auf die Möglichkeiten der konservativen Therapie. Die chirurgische Therapie kann sich in der Regel nur auf die Neurektomie beschränken, weil die Frakturen i. d. R. erst im chronischen Stadium festgestellt werden, wo eine Mitbeteiligung der tiefen Beugesehne oder des Hufgelenkes zu erwarten ist.

The sagittal fractures of the navicular bone in horses – a contribution to diagnosis and therapie

In this work 25 cases of fractures of navicular bones in horses are discussed concerning their diagnosis and therapy. In 22 out of 25 cases the fore limbs were affected. Bilateral fractures were seen in 3 cases. In contrary to the literature a direct trauma as the cause for lameness associated with sagittal fractures of the navicular bone seems to be rather improbable. Radiographically diagnosed fractures of the navicular bone can appear without a lameness. To avoid radiographic artefacts, especially in the oxspring projection the hoof has to be prepared properly. There is a practical notice for possible conservative treatment. The surgical treatment will be reduced to a neurectomy because most of these fractures are diagnosed in a chronic stadium where it has to be expected that the deep flexor tendon or the coffin joint are already affected.

trennung im Knochen (Wintzer und Dämmrich, 1967; Borg, 1971; Bolz et al., 1975; Frecklington und Rose, 1981; Nemeth et al., 1982; Wyn-Jones, 1985). Kennzeichnend sei eine normale Knochenstruktur des Strahlbeines, sowie eine röntgenologisch und histologisch scharfe Frakturspalte, auch nach Wochen. Es kommt dabei mitunter zu einer deutlichen Dislokation der Fragmente (Nemeth et al., 1982). Sagittalfrakturen des Strahlbeines können aber auch als Spontanfrakturen oder pathologische Frakturen (Hertsch und Zeller, 1976) nach Knochenumbauprozessen in Form und Struktur auftreten (Vaughan, 1961; Marolt et al., 1962; Bolz et al., 1975; Silbersiepe et al., 1986), wie sie bei der Podotrochlose (chronische Podotrochlitits) beobachtet werden. Veränderungen im Sinne einer chronischen Hufrollenerkrankung werden insbesondere als prädisponierender Faktor angesprochen (Nemeth et al., 1982; Kaser-Hotz et al., 1991). Gegen diese Vorstellung spricht allerdings, daß das Vorkommen von Strahlbeinfrakturen bei Pferden mit röntgenologischen Veränderungen im Sinne einer chronischen Hufrollenerkrankung nicht deutlich höher ist (Arnbjerg, 1979; Wyn-Jones, 1985).

Auch multiple Ossifikationen werden als Ursache für das röntgenologische Bild einer Strahlbeinsagittalfraktur angegeben (Rooney, 1974; Toal, 1986; Schneider und Stickle, 1987; Rijkenhuizen et al., 1989; Stashak, 1989).

Als besonders prädisponierende Ursache wird die Infektion des Strahlbeines nach Nageltritt erwähnt (Vaughan,

Die Sagittalfrakturen des Strahlbeines beim Pferd – ein Beitrag zur Diagnose und Therapie

B. Hertsch und D. Königsmann

Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover

Einleitung

Frakturen des Strahlbeines (Os sesamoideum distale) zählen zu den seltenen Lahmheitsursachen beim Pferd. Sie werden bei Reit-, Spring-, Renn- und Zugpferden mit unterschiedlichem klinischem Bild beobachtet und kommen als Sagittal-, Transversal-, Chipfrakturen oder pathologische Frakturen vor. Im folgenden wird ausschließlich die Sagittalfraktur besprochen. Mitunter wird ein derartiger röntgenologischer Befund im Rahmen einer Ankaufuntersuchung oder einer Reihenuntersuchung nur zufällig entdeckt.

Schrifttum

Vorkommen

Als typische Frakturform des Strahlbeines wird die Sagittalfraktur beschrieben (Schmal, 1937; Westhues, 1941; Schleiter und Dietz, 1957; Freudenberg, 1959; Vaughan, 1961; Marolt et al., 1962; Wintzer und Dämmrich, 1967; Bolz et al., 1975; Arnbjerg, 1979; Zeller, 1980; Boening, 1983; Nemeth und Dik, 1985; Richter, 1988).

Sie tritt häufiger an den Vordergliedmaßen (Vaughan, 1961; Wintzer und Dämmrich, 1967; Bolz et al., 1975; Delius, 1982; Nemeth et al., 1982; Campe, 1984; Wyn-Jones, 1985; Stashak, 1989) als an den Hintergliedmaßen (Marolt et al., 1962; Hickman, 1964; Valdez et al., 1978; Frecklington und Rose, 1981; Nemeth et al., 1982; Baird et al., 1990; Kaser-Hotz et al., 1991) auf. Als Grund für das gehäufte Auftreten an den Vordergliedmaßen wird die Mehrbelastung angegeben (Arnbjerg, 1979).

Ätiologie und Pathogenese

Starke traumatische Einwirkungen im Zehenbereich lassen Sagittalfrakturen des Strahlbeines entstehen.

Plötzliche, nicht gleichmäßig verteilte Druckeinwirkungen auf das Strahlbein, weitergeleitet vom Kronbein, Hufbein oder der tiefen Beugesehne führen zur Zusammenhangs-

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden 25 Fälle von Strahlbeinfrakturen beim Pferd bezüglich Diagnose und Therapie besprochen. In 22 von 25 Fällen waren die Vordergliedmaßen betroffen. In 3 Fällen konnte ein beidseitiges Auftreten beobachtet werden. Im Gegensatz zu den Literaturangaben scheint ein direktes Trauma als Lahmheitsursache bei Sagittalfrakturen des Strahlbeines selten in Betracht zu kommen. Röntgenologisch nachgewiesene Strahlbeinfrakturen können ohne Lahmheitserscheinungen auftreten. Um Artefakte auszuschließen, ist insbesondere in der Aufnahmetechnik nach Oxspring eine sorgfältige Vorbereitung des Hufes erforderlich. Es wird ein praktischer Hinweis gegeben auf die Möglichkeiten der konservativen Therapie. Die chirurgische Therapie kann sich in der Regel nur auf die Neurektomie beschränken, weil die Frakturen i. d. R. erst im chronischen Stadium festgestellt werden, wo eine Mitbeteiligung der tiefen Beugesehne oder des Hufgelenkes zu erwarten ist.

The sagittal fractures of the navicular bone in horses – a contribution to diagnosis and therapie

In this work 25 cases of fractures of navicular bones in horses are discussed concerning their diagnosis and therapy. In 22 out of 25 cases the fore limbs were affected. Bilateral fractures were seen in 3 cases. In contrary to the literature a direct trauma as the cause for lameness associated with sagittal fractures of the navicular bone seems to be rather improbable. Radiographically diagnosed fractures of the navicular bone can appear without a lameness. To avoid radiographic artefacts, especially in the oxspring projection the hoof has to be prepared properly. There is a practical notice for possible conservative treatment. The surgical treatment will be reduced to a neurectomy because most of these fractures are diagnosed in a chronic stadium where it has to be expected that the deep flexor tendon or the coffin joint are already affected.

trennung im Knochen (Wintzer und Dämmrich, 1967; Borg, 1971; Bolz et al., 1975; Frecklington und Rose, 1981; Nemeth et al., 1982; Wyn-Jones, 1985). Kennzeichnend sei eine normale Knochenstruktur des Strahlbeines, sowie eine röntgenologisch und histologisch scharfe Frakturspalte, auch nach Wochen. Es kommt dabei mitunter zu einer deutlichen Dislokation der Fragmente (Nemeth et al., 1982). Sagittalfrakturen des Strahlbeines können aber auch als Spontanfrakturen oder pathologische Frakturen (Hertsch und Zeller, 1976) nach Knochenumbauprozessen in Form und Struktur auftreten (Vaughan, 1961; Marolt et al., 1962; Bolz et al., 1975; Silbersiepe et al., 1986), wie sie bei der Podotrochlose (chronische Podotrochlitits) beobachtet werden. Veränderungen im Sinne einer chronischen Hufrollenerkrankung werden insbesondere als prädisponierender Faktor angesprochen (Nemeth et al., 1982; Kaser-Hotz et al., 1991). Gegen diese Vorstellung spricht allerdings, daß das Vorkommen von Strahlbeinfrakturen bei Pferden mit röntgenologischen Veränderungen im Sinne einer chronischen Hufrollenerkrankung nicht deutlich höher ist (Arnbjerg, 1979; Wyn-Jones, 1985).

Auch multiple Ossifikationen werden als Ursache für das röntgenologische Bild einer Strahlbeinsagittalfraktur angegeben (Rooney, 1974; Toal, 1986; Schneider und Stickle, 1987; Rijkenhuizen et al., 1989; Stashak, 1989).

Als besonders prädisponierende Ursache wird die Infektion des Strahlbeines nach Nageltritt erwähnt (Vaughan,

1961; Wintzer und Dämmrich, 1967; Borg, 1971; Nemeth et al., 1982; Silbersiepe et al., 1986).

Symptome und Diagnose

Bei ungestörtem Allgemeinbefinden wird eine mittel- bis hochgradige Stützbeinlahmheit festgestellt (Schmal, 1937; Westhues, 1941; Schleiter und Dietz, 1957; Freudenberg, 1959; Vaughan, 1961; Marolt et al., 1962; Bolz et al., 1975; Hertsch und Zeller, 1976; Arnbjerg, 1979; Wyn-Jones, 1985; Silbersiepe et al., 1986; Kaser-Hotz et al., 1991).

Das betroffene Vorderbein wird zum Teil entlastet und im Fesselgelenk steil gestellt (Arnbjerg, 1979). Gelegentlich kommt es zu einer geringgradigen Lahmheit unmittelbar nach dem Trauma, die erst Stunden später in eine hochgradige Lahmheit übergeht (Arnbjerg, 1979; Wyn-Jones, 1985). Die Pulsation der Mittelfußarterien ist mittel- bis hochgradig verstärkt, die Ballengrube verstrichen. Im akuten Fall ist vermehrte Wärme des Hufes nachweisbar (Hickman, 1964; Wyn-Jones, 1985; Kaser-Hotz et al., 1991).

Bei Strahlbeinfrakturen an der Hintergliedmaße wird ausschließlich die Zehenspitze belastet und ein Durchtreten des Fesselgelenkes und eine Belastung der Ballen vermieden (Frecklington und Rose, 1981; Richter, 1988).

Hyperextension und Rotation im Hufgelenk lösen Schmerz aus, ebenso wie Druck mit der Hufuntersuchungszange beim Überspannen der Trachten und der Druck auf den Strahl (Schleiter und Dietz, 1957; Freudenberg, 1959; Marolt et al., 1962; Arnbjerg, 1979; Frecklington und Rose, 1981; Boening, 1983; Wyn-Jones, 1985).

Diagnostische Injektionen gehören beim Frakturverdacht nicht mit zur regulären Lahmheitsuntersuchung, sind aber aus verschiedenen Gründen trotzdem gemacht worden. Dabei ergab sich, daß die tiefe Palmarnerven-anästhesie meistens positiv verlief (Schleiter und Dietz, 1957; Freudenberg, 1959; Vaughan, 1961; Marolt et al., 1962; Arnbjerg, 1979; Boening, 1983; Wyn-Jones, 1985; Kaser-Hotz et al., 1991).

Die Hufgelenksanästhesie ergab nicht immer eine Lahmheitsfreiheit (Arnbjerg, 1979). Von Wyn-Jones (1985) wird sogar für die Diagnose eine Anästhesie der Bursa podotrochlearis vorgeschlagen.

Nemeth et al. (1982) beschreiben drei Fälle, bei denen sich die Lahmheit allmählich entwickelt haben soll. In allen anderen Fällen war bisher von der akuten Entstehung der Lahmheit berichtet worden.

Der röntgenologischen Untersuchung des Strahlbeins, insbesondere in der Aufnahmetechnik nach Oxspring, gebührt für die Diagnose die hervorragende Bedeutung. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, muß der röntgenologischen Untersuchung eine besonders sorgfältige Zubereitung des Hufes vorangehen. Aufhellungslinien, die in der Regel durch die Strahlfurchen verursacht werden, können eine Fraktur vortäuschen. Bei unklaren Befunden sollten zur Sicherung der Diagnose mehrere Aufnahmen angefertigt werden (Boening, 1983; Wyn-Jones, 1985).

Neben der Aufnahme nach Oxspring (1935) sind auch die von O'Brien et al. (1975) beschriebenen Aufnahmen zur Darstellung des Strahlbeins in 45° und 65° dorsopalmar sowie in tangentialer Aufnahmerichtung zur Darstellung

der Gleitfläche auch bei Strahlbeinfrakturen zu empfehlen (O'Brien et al., 1975; Dik und Gunsser, 1987).

Eine zusätzliche Methode zur Darstellung von Strahlbeinfrakturen ist die Knochenszintigraphie, mit der perakute Frakturen eventuell sicherer diagnostiziert werden können (Auer, 1989; Kaser-Hotz, 1991).

Pathomorphologische Veränderungen

Das pathologisch-anatomische Bild ist bei Sagittalfrakturen sehr einheitlich. Postmortale Untersuchungen zeigen fibröses Gewebe zwischen den Frakturfragmenten. Eine knöcherne Verbindung der Fragmente im Röntgenbild ist von Boening (1983) erwähnt worden.

Nemeth et al. (1982) weisen durch histologische Untersuchungen endostale Kallusbildung nach.

Die an der Facies flexoria wechselnden Druckbelastungen durch die tiefe Beugesehne führen hier zu einer größeren Dislokation der Fragmente als an der Facies articularis. Dementsprechend ist der Bruchspalt an der Hufgelenkfläche schmal, dagegen an der Facies flexoria erweitert. Die Unregelmäßigkeit des Frakturspaltes ist röntgenologisch nachweisbar (Vaughan, 1961; Wintzer und Dämmrich, 1967; Wyn-Jones, 1985).

Die Fraktur des Strahlbeins führt ebenfalls zu Verwachsungen der tiefen Beugesehne mit dem Bruchspalt (Wintzer und Dämmrich, 1967; Arnbjerg, 1979; Frecklington und Rose, 1981; Wyn-Jones, 1985; Poulos et al., 1989). Nemeth et al. (1982) machen eine Ischämie im Frakturspalt für die fehlende Kallusbildung verantwortlich. Eine Revaskularisation ist nicht möglich, da die neuen Gefäßsprosse durch die Bewegung der Bruchteile mechanisch zerstört werden.

Therapie, Verlauf und Prognose

Als konservative Form der Therapie werden angegeben:

1. Orthopädischer Beschlag mit guter Zehenrichtung, erhöhten Schenkelenen und Huflederkitteinlage (Silbersiepe et al., 1986)

Rundeisen mit 2,5 cm Trachtenerhöhung (Arnbjerg, 1979).

2. Verband

hoher fixierender Verband bis zum Karpus in Verbindung mit Magnetfeldtherapie (Boening, 1983).

Die konservative Therapie wird stets in Verbindung mit Boxenruhe von 2 bis 12 Monaten eingesetzt (Arnbjerg, 1979; Nemeth et al., 1982; Silbersiepe et al., 1986). Die Grundidee, den Hufmechanismus bei der Frakturheilung zur Begünstigung der Frakturheilung auszuschalten, wird von Nemeth et al. (1982) als unzureichend eingestuft.

Zur Behandlung unvollständig abgeheilte Strahlbeinfrakturen mit chromischer Lahmheit wird die Neurektomie der Nn. digitales palmares bzw. plantares empfohlen (Bolz et al., 1975; Nemeth et al., 1982; Silbersiepe et al., 1986).

Die chirurgische Behandlung der Sagittalfrakturen mittels Zugschrauben zur Kompression der Fragmente wird von Nemeth und Dik (1985) beschrieben.

Die Mehrheit der Autoren stellt ungünstige Prognosen bei den Sagittalfrakturen des Strahlbeins (Wintzer und Dämmrich, 1965; Stashak, 1985; Kaser-Hotz, 1991), während Arnbjerg (1979) bei konservativer Therapie eine günstige Pro-

gnose abgibt. Die Prognose für Strahlbeinfrakturen an den Hintergliedmaßen soll günstiger sein als an den Vordergliedmaßen (Hickman, 1964).

Material und Methode

An der Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover wurden in den Jahren 1964 bis 1991 22 Pferde mit Strahlbeinsagittalfrakturen vorgestellt. In vier Fällen (Fall 19–22) handelt es sich dabei nicht um die üblichen Lahmheitspatienten, sondern um Gutachtenpferde, bei denen die Strahlbeinfraktur im Rahmen der Ankaufuntersuchung diagnostiziert wurde.

Bei einer röntgenologischen Reihenuntersuchung von 200 Jährlingen ergaben sich bei 3 Pferden (Fall 23–25) im Röntgenbild ebenfalls Sagittalfrakturen am Vorder- bzw. Hinterbein.

Die wichtigen Daten sind anhand der Krankenblätter bzw. der schriftlichen Gutachten tabellarisch zusammengefaßt (Tabelle 1).

Ausgewählte Kasuistik

Fall 6

Eine 9jährige Hannoveraner Stute ging laut Vorbericht seit längerer Zeit vorne beiderseits lahm.

Bei der Untersuchung in der Klinik zeigte die Stute einen gebundenen Gang im Schritt; im Trab bestand vorne beiderseits eine geringgradige Stützbeinlahmheit, die vorne links stärker war. Die Pulsation der Mittelfußarterien war beidseits verstärkt, links deutlicher.

Die Beugeproben, Keilproben und Brettproben waren vorn beiderseits deutlich positiv, vorn links immer stärker. Die Untersuchung mit der Hufzange war negativ. Die Lahmheit sprang nach der tiefen Palmaranästhesie vorn links auf vorn rechts um. Das Pferd war lahmfrei, als auch vorn rechts die tiefe Palmaranästhesie durchgeführt worden war. Die röntgenologische Untersuchung ergab als Befunde neben Veränderungen am Strahlbein im Sinne einer Podotrochlose vorne beiderseits eine Sagittalfraktur vorne links.

Als Therapievorschlagn wurde der Rat zur Neurektomie erteilt. Der weitere Verlauf ist unbekannt.

Fall 10 (Abb. 1)

Ein 9jähriger Wallach war aus der Weide ausgebrochen und hatte sich wahrscheinlich überschlagen. Bei der Untersuchung stellte das Pferd die rechte Vordergliedmaße in Entlastungsstellung vor. Es bestand eine hochgradige Lahmheit vorn rechts. Die Pulsation der Mittelfußarterien war deutlich verstärkt. Die Untersuchung mit der Hufzange erbrachte beim Überspannen der Trachten eine heftige Schmerzreaktion. Röntgenologisch zeigte sich vorne rechts eine Sagittalfraktur des Strahlbeins mit deutlicher Dislokation.

Das Pferd erhielt eine Hufkapsel aus Polyurethan-Hartschaum mit einer Holzplatte an der Sohle. Die Prognose wurde als schlecht bezeichnet. Nach 8wöchiger Boxenruhe zeigte das Pferd bei der Kontrolluntersuchung eine gering-

gradige Lahmheit vorne rechts. Es erhielt ein geschlossenes Eisen mit Huflederkitteinlage. Später trat vorne links eine Hufrehe mit Hufbeinrotation ein, die Anlaß für die Schlachtung des Wallachs sieben Monate nach Auftreten der Fraktur war.

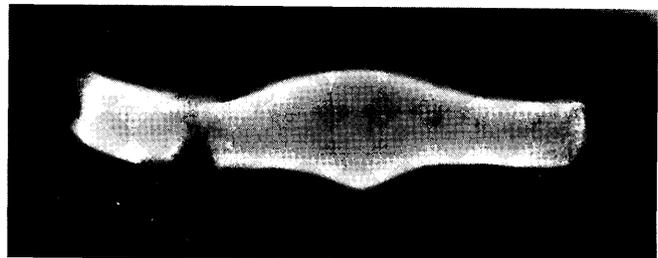


Abb. 1: Fall 10
Präparataufnahmen 7 Monate nach dem Auftreten der Fraktur

a) Röntgenologische Darstellung der Sagittalfraktur am Präparat Strahlbein-Hufbein im dorsopalmaren Strahlengang. Starke Dislokation der Fragmente bei bindegewebiger Verbindung, zusätzlich wird eine in der Nativaufnahme nicht erkannte Fraktur an der Kante der Hilfgelenkfläche des Hufbeins mit dem Strahlbein sichtbar.



b) Strahlbeinpräparat in dorsopalmarer Strahlenrichtung



c) Strahlbeinpräparat in tangentialer Aufnahme. Facies articularis oben, Facies flexoria unten, deutliche Achsenknickung an der Querachse. Die tiefe Beugesehnen war im Frakturspalt mit dem Strahlbein verwachsen.

Fall 14 (Abb. 2)

Ein 1½jähriger Hannoveraner Hengst zeigte seit einigen Tagen eine mittelgradige Stützbeinlahmheit vorn links. Die Rotationsprobe wies deutliche Schmerzreaktionen auf. Die Lahmheit verschwand nach der tiefen Palmaranästhesie. Röntgenologisch ergab sich eine Sagittalfraktur paramedian lateral am Strahlbein ohne Dislokation (Abb. 2a).

Lfd. Nr.	Rasse Alter Geschlecht	Glied- maßen	Dauer der Lahmheit			Grad der Lahmheit				Spezielle Untersuchung			diagn. Injektionen			Therapie und Verlauf		
			LH > 1 J.	4 Wo. bis 12 Mon.	bis 4 Wo.	keine	ggr.	mgr.	hgr.	Provoka- tions- proben	Hufzange	Pulsation	Ramus pulvinus	TPA	MPA			
1	Traber 4j. H.	vo. re.		x	x		x				BP+	+	+	+			Neurektomie	
2	Hesse 7j. St.	vo. re. vo. li.		x			x					-	-		vo. re. + mit Umkehr		Neurektomie	
3	Hann. 5j. W.	vo. li.			x			x			RP+++	++	+	+			konservativ geheilt	
4	1j. St.	hi. li.			x				x		BP+ RP-	-	++	++			konservativ geheilt	
5	Hann. 3j. W.	vo. re.			x			x			BP+					+	Schlachtung	
6	Hann. 9j. St.	vo. li. mit Podotroch- lose		x				x			BP +++ KP++ BrP+	+	++	++		+	mit Umkehr	unbekannt
7	8j. Wall.	vo. re. mit Podotroch- lose		x				x			BP+ KP+	-				+		Neurektomie
8	7j. Wall.	vo. re.		x					x		BP- BrP +++		++	++		+	Rest	Selbstheilung
9	Hann. 10j. St..	vo. li.		x				x			BP +++ RP-	-	-	-		-	Rest Interos- seus +	Neurektomie
10	Hann. 9j. W.	vo. re.			x					x		++	++	++				Schlachtung
11	Trakehner 6j. St.	hi. re.		x							BP+ RP- KP- BrP-	-	-	-		-	+	wegen zusätzlicher Erkrankungen unbekannt
12	Araber 6j. St.	vo. re.		x				x			BP +++ RP-	+	+	+		-	+	unbekannt
13	Hann. 13j. W.	vo. li.			x				x									Neurektomie
14	Hann. 2j. H.	vo. li.		x						x	BP+ RP+	-	-	-		+		Schlachtung

Lfd. Nr.	Rasse Alter Geschlecht	Gliedermaßen	Dauer der Lahmheit			Grad der Lahmheit				Spezielle Untersuchung			diagn. Injektionen			Therapie und Verlauf
			LH > 1 J.	4 Wo. bis 12 Mon.	bis 4 Wo.	keine	ggr.	mgr.	hgr.	Provokationsproben	Hufzange	Pulsation	Ramus pulvinus	TPA	MPA	
15	Isländer 8j. Wall.	vo. li., vo. re. mit Podotrochlose		x	vor drei Tagen gekauft		x					vo. re. ++ vo. li. +				unbekannt
16	Oldenb. 9j. St.	hi. li.	x				x			BP -	+	++	-	-	+	Neurektomie
17	Pole 4j. St.	vo. re. vo. li.	x				x			BP -		+		+ mit Umkehr		Schlachtung
18	Westf. 7j. W.	vo. re.		x			x				+	-				konservativ geheilt
19	5j. W.	vo. re.				x				BP +						keine
20	Hann. 3j. W.	vo. li.				x										keine
21	9j. St.	vo. li.		x					x				+			keine
22	9j. W.	vo. re.					x			BP ++				+		keine
23	1j. H.	vo. re.				x										keine
24	1j. H.	vo. li.				x										keine
25	1j. H.	vo. li.				x										keine

Tab. 1: Übersicht der klinischen Untersuchung von 25 Strahlbeinfrakturen

Provokationsproben
 BP = Beugeprobe
 RP = Rotationsprobe
 KP = Keilprobe
 BrP = Brettprobe

+ = geringgradig
 ++ = mittelgradig
 +++ = hochgradig

Diagnostische Injektion
 TPA = Ramus pulvinus
 MPA = tiefe Palmarnerven-anästhesie
 = mittlere Palmarnerven-anästhesie

Das Pferd erhielt ca. acht Wochen Boxenruhe, war danach lahmfrei und wurde täglich 10 Minuten bewegt. Nach sechs Tagen trat erneut eine Lahmheit vorn links auf. 14 Tage später wurde der Hengst in der Klinik untersucht. Sowohl im Schritt als auch im Trab war keine deutliche Lahmheit zu erkennen. Das Pferd hatte keine Pulsation der Mittelfußarterien. Es wurde vereinbart, den Hengst nach vier Wochen Boxenruhe wieder leicht zu bewegen. Vier Monate später wurde das Pferd erneut mit einer seit drei Wochen bestehenden geringgradigen Lahmheit vorn links vorgestellt. Die Untersuchung mit der Hufzange verlief negativ, ebenso war keine verstärkte Pulsation der Mittelfußarterien zu fühlen. Die Beugeprobe der Zehengelenke war geringgradig positiv. Die Lahmheit verschwand nach Anästhesie der Rami pulvini vorn links. Ein Hufeisen mit

Technovitkapsel sowie sechs Wochen Boxenruhe wurden verordnet. Danach wurden die Eisen abgenommen. Es bestand weiterhin eine undeutliche bis geringgradige Lahmheit vorn links. Die Röntgenkontrolle zeigte keine Durchbauung des Frakturspaltes. Der Röntgenbefund war nunmehr seit vier Monaten unverändert. Ein erneuter Beschlag vorn beiderseits bestand aus Holzkeilen (4 cm) und vorn links einer Technovitkapsel im Huf. Nach weiterhin sechs Wochen Boxenruhe wurden die Klötze entfernt und eine deutlich geringgradige Lahmheit diagnostiziert. Wiederum ergab sich keine Veränderung des röntgenologischen Befundes (Abb. 2). Der Züchter entschloß sich zur Schlachtung des Hengstes.

Der röntgenologische Befund am Strahlbeinpräparat ist aus der Abb. 2 ersichtlich.



Abb. 2: Fall 14

a) Sagittalfraktur paramedian lateral vorn links bei der 1. Untersuchung angeblich einige Tage nach dem Auftreten der mittelgradigen Lahmheit.



b) Präparataufnahme des Strahlbeins sechs Monate nach der 1. Untersuchung.

Fall 17 (Abb. 3)

Eine 4jährige braune Stute war im Alter von sechs Monaten zu ihrem jetzigen Besitzer gekommen. Nach seinen Angaben war das Pferd nie hochgradig lahm gewesen, zeigte jedoch einen klammen Gang. In der Weidesaison soll die Stute vermehrt auf der Wiese gelegen haben. Auch beim Anreiten (4jährig) war bei dem Pferd keine Gehfreude zu erkennen. Bei der Lahmheitsuntersuchung in der Klinik zeigte die Stute vorn beiderseits einen klammen, gebundenen Gang, aber keine Lahmheit auf der Geraden. Die Beugeproben der Zehengelenke vorn beidseits waren negativ. In der Wendung rechts und links war auf der jeweiligen Hand eine Lahmheit diagnostizierbar. Die Pulsation der Mittelfußarterien war vorn beidseits geringgradig (+) verstärkt. Die tiefe Palmaranästhesie vorne links war bezüglich der Wendung positiv mit Umkehr. Nach der tiefen Palmaranästhesie vorn beidseits zeigte die Stute in den Wendungen einen lahmfreien, auf der Geraden einen freieren Gang. Die röntgenologische Untersuchung vorn beidseits Zehe 90° (Abb. 3a) ergab sowohl am linken als auch am rechten Strahlbein eine starke Deformierung der Kontur bei orthogradem Strahlengang. Auf seitlichen Aufnahmen vorn rechts ist proximal des proximalen Strahlbeinrandes eine isolierte Verschattung sichtbar. Auf den Oxspring-Aufnahmen vorn beiderseits (ohne Abbildung) zeigten sich neben Deformierungen aller Konturen der Strahlbeine, insbesondere durch Zubildung an den Strahlbeinseitenenden im Ansatzbereich des Fesselbein-Strahlbein-Hufbein-Bandes und ungleichmäßigen Strukturen sagittal verlaufende Aufhellungslinien (rechts eine, links zwei). Auf Wunsch der Besitzer erfolgte die Schlachtung des Pferdes. Die Präparataufnahmen der Strahlbeine (Abb. 3b) bestätigen die Befunde.

Fall 20 (Abb. 4)

Im Alter von drei Jahren wird ein Wallach verkauft, nachdem bei der Ankaufsuntersuchung weder im Bewegungsapparat noch bei der röntgenologischen Untersuchung (Abb. 4a, 4b) ein krankhafter Befund festgestellt worden war. Das Pferd war lahmfrei als Turnierpferd ausgebildet und zwei Jahre später für eine Elite-Auktion angenommen worden.

Bei der röntgenologischen Untersuchung wird die Strahlbeinsagittalfrakture festgestellt (Abb. 4a, 4b). Das lahmfreie Pferd wird zu einem Preis von 15 000 DM versteigert (Kaufpreis 1986 13 000 DM). Der Auktionsverkäufer des Pferdes erhebt Klage gegen den Tierarzt, der die Ankaufuntersuchung durchgeführt hat.

Diskussion

Sagittalfrakturen des Strahlbeins treten wesentlich häufiger an der Vorder- (22 von 25 Fällen) als an den Hintergliedmaßen auf. Das entspricht den Angaben der Literatur. In drei Fällen konnte auch ein beidseitiges Auftreten an den Vordergliedmaßen beobachtet werden (Fall 2, 15, 17).

In allen Fällen lag eine nichterkannte chronische Lahmheit

vor. Nur vier Pferde wurden innerhalb von vier Wochen nach Auftreten der Lahmheit zur Untersuchung vorgestellt (Fall 1, 3, 4, 13). Man kann daraus schließen, daß starke traumatische Einwirkungen, die eine akute mittel- bis hochgradige Lahmheit zur Folge haben, nicht vorwiegend im Vordergrund der ätiologischen Erklärungsversuche stehen, im Gegensatz zu den Literaturangaben. Es können sogar Fälle (6 von 25) auftreten, wo weder im Vorbericht noch bei der klinischen Untersuchung eine deutliche Lahmheit erkannt wird (Fall 11, 19, 20, 23–25).

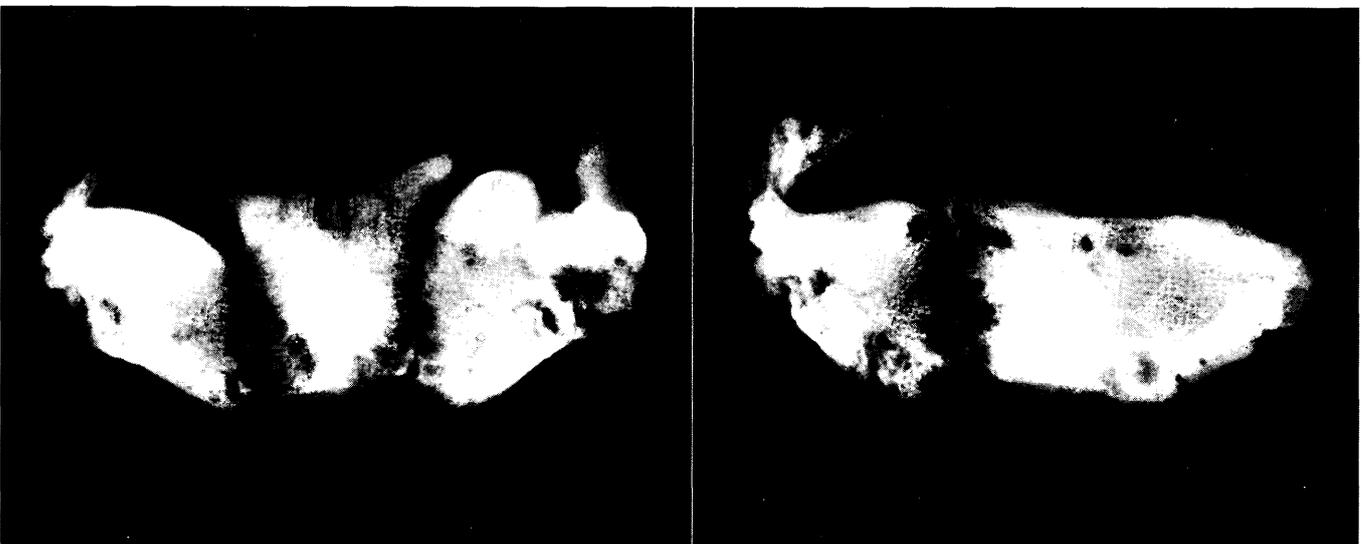
Die Sagittalfrakturen waren röntgenologisch sicher nachgewiesen. Hinweise auf eine Neurektomie waren nicht vorhanden.

Wegen des chronischen Zustandes der Lahmheit ohne deutliche Hinweise auf eine mögliche Fraktur aus der



Abb. 3: Fall 17

4jährige Stute mit Sagittalfrakturen vorn beiderseits; a) Zehe 90° links und rechts, deutliche Deformierung der Strahlbeinkonturen, isolierte Verschattung rechts proximal des Strahlbeins.



b) Präparataufnahmen der Strahlbeine links und rechts. Links zweifache Sagittalfrakturen mit diffus-fleckigen Aufhellungen im Bereich der Frakturlinien. Im mittleren Fragment proximal erweiterte Canales sesamoidales. Am distalen Rand in den schrägen Seitenbereichen kolbig stark erweiterte Canales sesamoidales distales. Deutliche Gefäßzeichnung im medialen Fragment des linken Strahlbeines. An beiden Strahlbeinen, rechts nur medial, starke Knochenzubildung am Ansatz des Fesselbein-Strahlbein-Hufbein-Bandes.

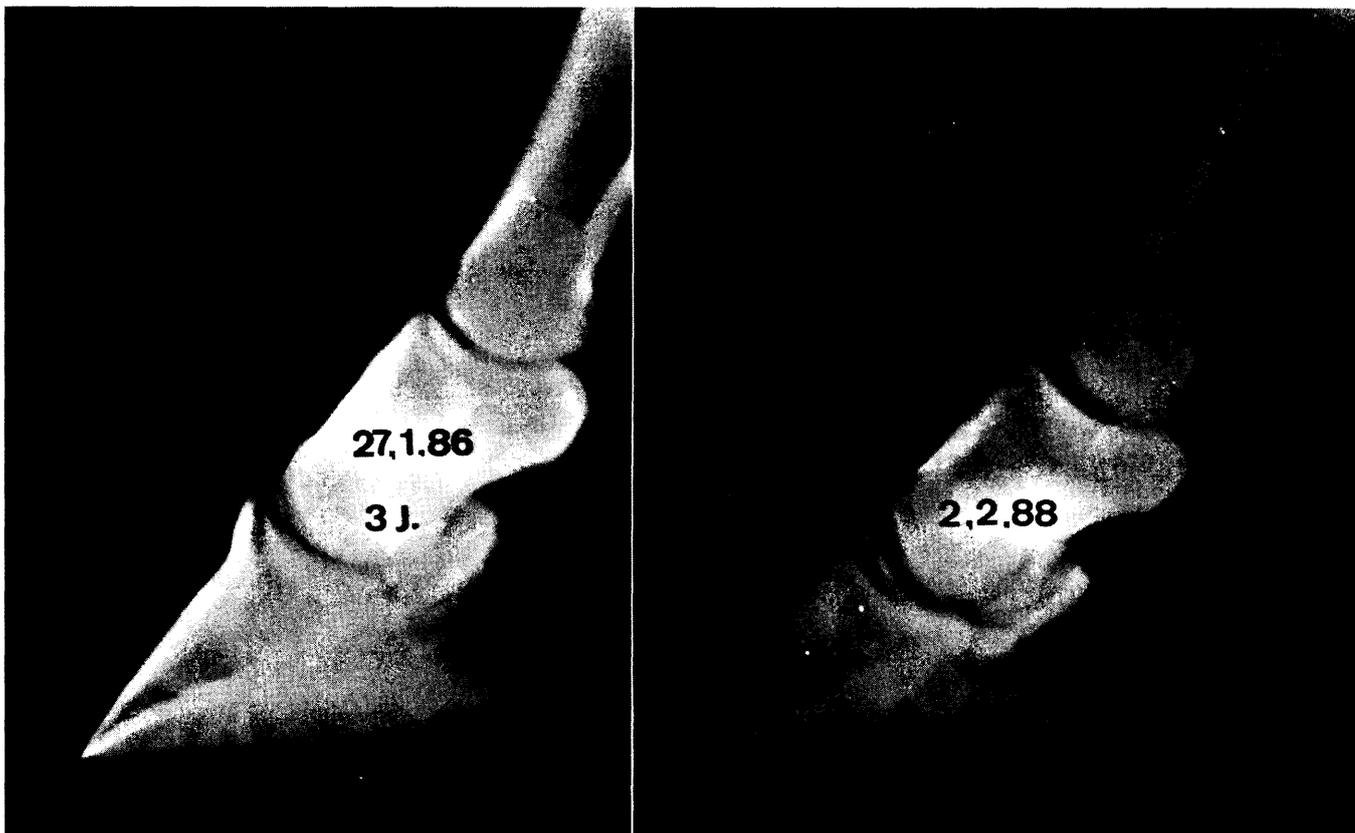
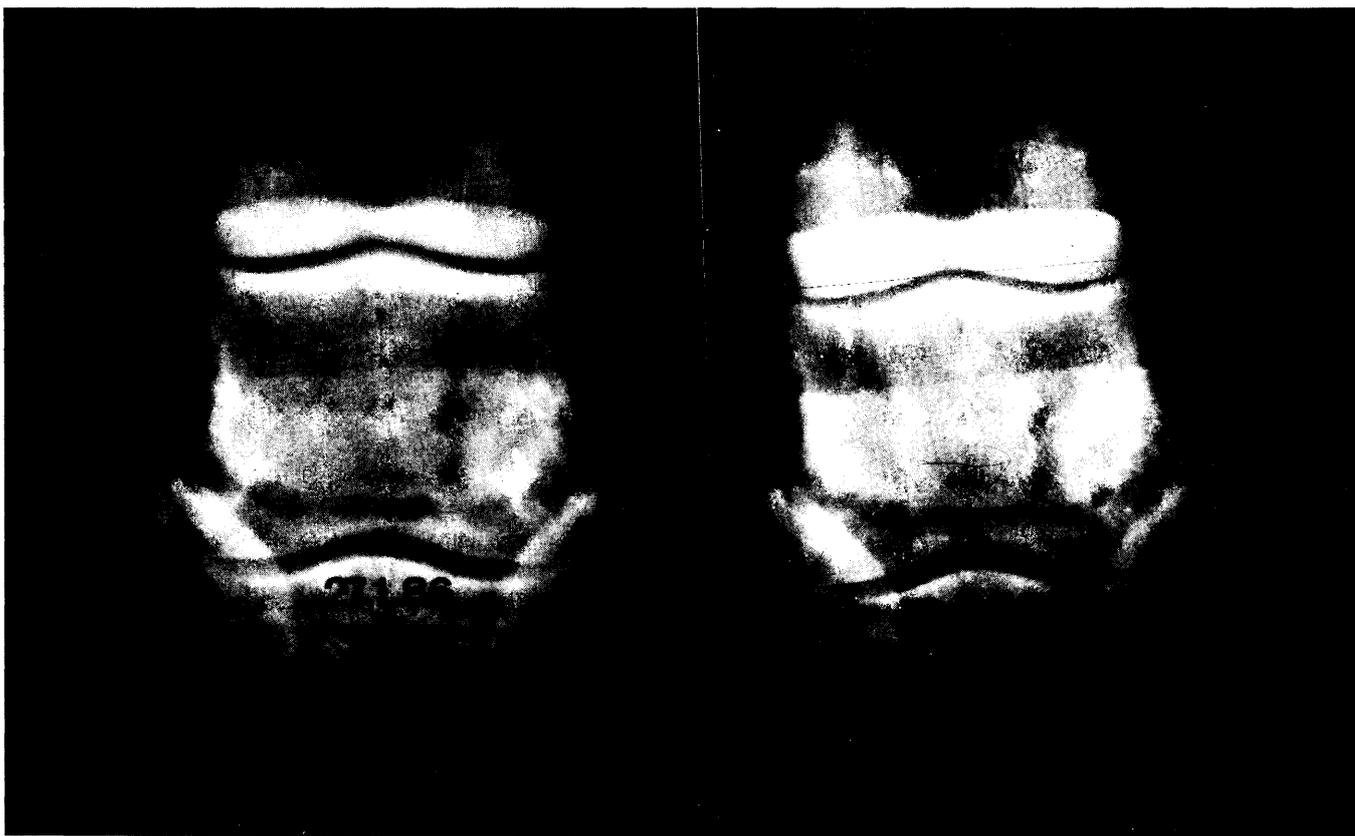


Abb. 4: Fall 20

Wallach: Sagittalfraktur des Strahlbeines vorne links; a) Zehe 90° vorne links, vergleichende Gegenüberstellung der deformierten Kontur der Facies flexoria 27. 1. 86–2. 2. 88



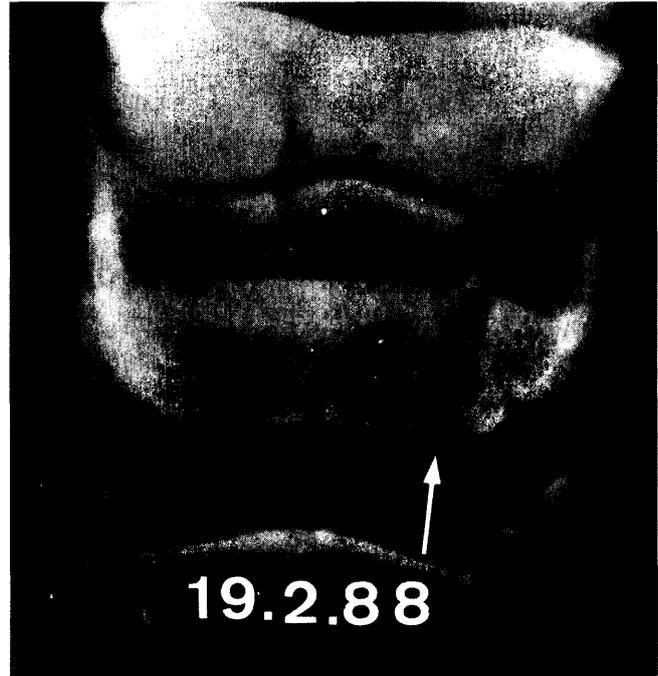
b) Oxspring vorne links, vergleichende Gegenüberstellung der Strahlbeinsagittalfraktur bei der Ankaufsuntersuchung (27. 1. 86) und der Auktionsuntersuchung (2. 2. 88).

Anamnese werden sehr häufig diagnostische Injektionen im Verlauf der Lahmheitsuntersuchung durchgeführt (Arnbjerg, 1979; Boening, 1983; Wyn-Jones, 1985; Kaser-Hotz et al., 1991).

In fünf Fällen (Fall 8, 9, 11, 12, 16) brachte zwar mitunter die tiefe Palmarnerven-anästhesie eine Besserung, jedoch war die Lahmheit erst nach der mittleren Palmarnerven-anästhesie bzw. nach der Interosseusanästhesie positiv. Zusätzliche lahmheitsverursachende Erkrankungen konnten als Erklärung für die klinischen Befunde gefunden werden.

Die Grundlage der Diagnostik ist die Röntgenuntersuchung im seitlichen Strahlengang (Zehe 90°) und die Aufnahme nach Oxspring. Sie gibt uns Aufschluß über die Breite des Frakturspaltes bzw. die Dislokation der Fragmente. Nur eine zusätzliche tangentielle Aufnahme (O'Brien et al., 1975; Dik und Gunsser, 1987) der Sehnenleitfläche des Strahlbeins läßt eine Dislokation im Sinne einer Achsenknickung erkennen (Abb. 1 c).

Wie wichtig die sorgfältige Vorbereitung des Hufes bei der Röntgenuntersuchung, insbesondere in der Aufnahmetechnik nach Oxspring, ist, soll folgender Fall beweisen. Da es sich hierbei um ein Artefakt handelt, durch das die Diagnose „Sagittalfaktur des Strahlbeins“ nur vorgetäuscht war, ist es selbstverständlich nicht in der Tab. 1 enthalten. Ein Pferd mit einer geringgradigen chronischen Lahmheit und positivem Ausfall der tiefen Palmarnerven-anästhesie zeigte bei der Röntgenuntersuchung in der Aufnahme nach Oxspring eine Aufhellungslinie im Strahlbein (Abb. 5 a, 4. 1. 88). Aufgrund der Diagnose „Sagittalfaktur des Strahlbeins“ erfolgte eine konservative Behandlung. Bei der Nachkontrolle (Abb. 5 b, 19. 2. 88) zeigte sich ein deutlich



b) 19. 2. 88: breitere, scharfer begrenzte Aufhellungslinie.

verbreiteter Aufhellungsspalt. Jedoch ergab eine zweite Aufnahme (Abb. 5 c, 19. 2. 88) nach Ausschneiden des Hufes und erneutem Ausfüllen der seitlichen Strahlfurchen keine Bestätigung des Befundes. Die Diagnose mußte deshalb verworfen werden.

Das röntgenologische Bild einer Strahlbeinfraktur kann über Jahre ohne wesentliche Veränderung bestehen bleiben (z. B. Fall 14, Abb. 2 und Fall 20, Abb. 4). Diese Beobachtung rechtfertigt in Fällen chronischer Lahmheit die

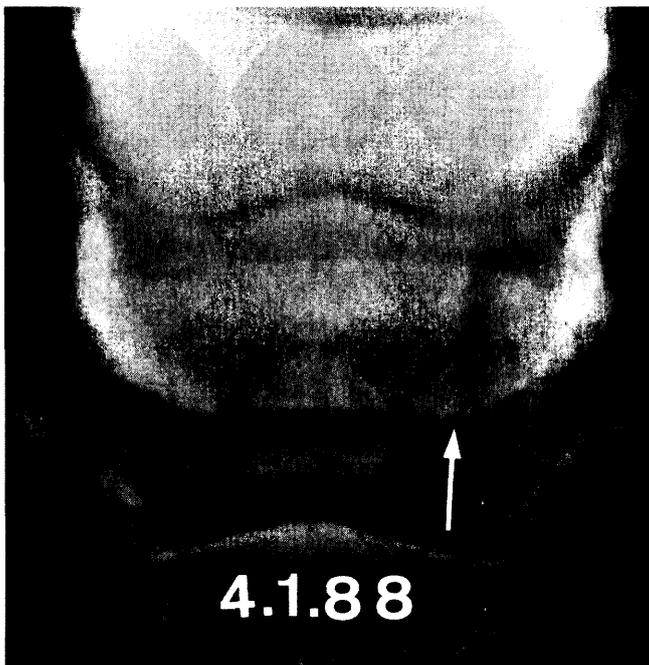
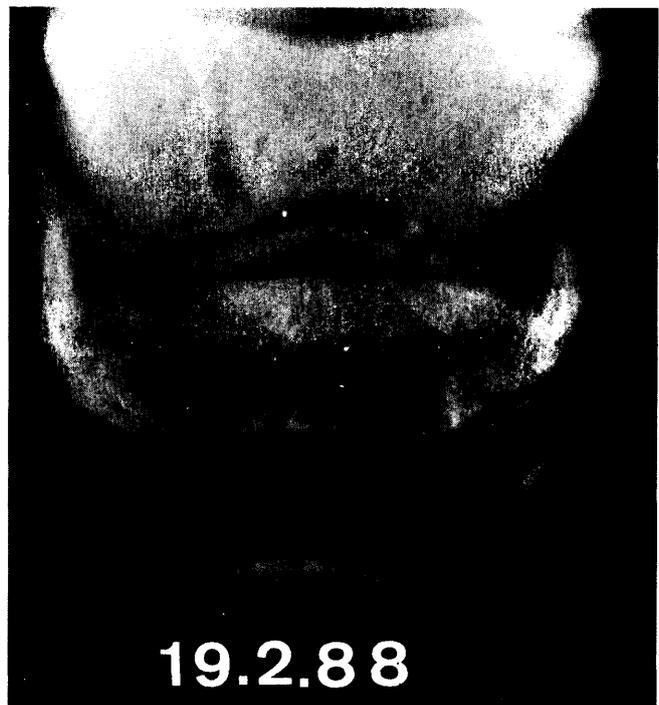


Abb. 5 Beispiel Artefakt in der Oxspringaufnahme.
a) 4. 1. 88: diffus begrenzte Aufhellungslinie im Strahlbein. Diagnose: Sagittalfaktur.



c) 19. 2. 88: Röntgenbefund nach erneuter Vorbereitung des Hufes führt zum Verwerfen der Diagnose.

Durchführung der Neurektomie der Nn. digitales palmares bei Sagittalfrakturen des Strahlbeins.

Die Neurektomie stellt für die Fälle der chronischen Lahmheit eine wertvolle Alternative zur Wiederherstellung einer lahmfreien Funktion dar. Sie ist erst dann indiziert, wenn eine bindegewebige Verwachsung der Fragmente und eine Verwachsung der tiefen Beugesehne mit dem Frakturbereich vorliegt. Dieser Zustand ist etwa drei Monate nach Beginn der konservativen Behandlungsmaßnahmen zu erreichen.

Es scheint die Möglichkeit zu bestehen, daß sich Sagittalfrakturen klinisch unauffällig aus feinen Zusammenhangstrennungen im Knochengefüge ohne starke Dislokation und nur geringer Zerstörung der Facies articularis und der Facies flexoria entwickeln.

Traumatisch bedingte Frakturen mit geringer Dislokation haben bei frühzeitiger Diagnose und konservativer Therapie mit einer starren Kapsel um den Huf zur Ausschaltung des Hufmechanismus die Chance abzuheilen. Die knöchernerne Durchbauung des Frakturspaltes ist dabei möglich, (Boening, 1983), aber selten.

Sie ist insbesondere deshalb selten, weil die Fraktur zu spät als Ursache der chronischen Lahmheit erkannt und diagnostiziert wird.

Wir schlagen folgende konservative Behandlung vor: Unter den beschlagenen oder unbeschlagenen zubereiteten Huf der frakturierten Gliedmaße wird mit Technovit^{®**} ein 5–6 cm hoher Buchenholzkeil geklebt, der in Hufform zurechtgeschnitten ist (Abb. 6 a). Der gesamte Sohlenbereich ist dabei mit Technovit^{®**} ausgefüllt. Da das Aufkleben an der aufgehobenen Gliedmaße erfolgt, wird der Hufmechanismus durch das kompakte Ausfüllen der Sohle in Engstellung der Hufkapsel ausgeschaltet. Hufkapsel und Holzklötze werden nun mit einer Scotchcastbinde^{®*} eingewickelt, wobei der Kronsaum zu schonen ist. Durch eine elastische Binde über die noch nicht ausgehärtete Scotchcastbinde^{®*} wird ein festes und gleichmäßiges Anliegen der fixierenden Binde erreicht.

Durch das Hochstellen der Trachten wird der Umleitungswinkel der tiefen Beugesehne über der Sehnengleitfläche des Strahlbeins gestreckt bzw. vergrößert (Abb. 7). Ferner wird dadurch die Druckbelastung des Strahlbeins zwischen Kronbein und tiefer Beugesehne minimiert, die wichtige Voraussetzung für die Durchbauung der Fraktur neben der Ausschaltung der Bewegung im Frakturspalt. Eine Durchbauung und vollständige Abheilung der Sagittalfraktur des Strahlbeins wird dadurch begünstigt und möglich gemacht (Fall 18).

Bei starker Dislokation (über 5 mm) der Frakturrenden wird durch Einpressen neuer Fasern der tiefen Beugesehne in den Frakturspalt auch mit dieser Methode keine Heilung zu erwarten sein.



Abb. 6 a: Holzkeil, unter dem beschlagenen Huf mit Technovit fixiert, auf der erkrankten Gliedmaße vor dem Anlegen der Hufkapsel aus Scotchcast[®] um den Huf.

Damit nun die einseitig verlängerte erkrankte Gliedmaße zumindest beim Laufen in der Box, aber auch im Stand der Ruhe nicht übermäßig belastet wird, befestigt man unter der nicht erkrankten Gliedmaße ebenfalls mit Technovit^{®**} einen 6 cm hohen parallelen Holzklötz (Abb. 6 b). Damit ist die Längendifferenz beider Gliedmaßen ausgeglichen, wobei die Belastung der frakturierten Gliedmaße in Beugstellung des Hufgelenkes erfolgt.

Durch diese beiden Maßnahmen an beiden Vordergliedmaßen kann eine weitgehende Ruhigstellung der Fragmente als Voraussetzung der konservativen Frakturheilung erreicht werden.

Da die meisten Patienten bei der Vorstellung eine Lahmheit von mehreren Monaten aufwiesen, kam eine chirurgische Fixierung der Fragmente nach der von Nemeth und Dik (1985) beschriebenen Methode nicht in Betracht. Eine operative Behandlung wäre aber im akuten Stadium, insbesondere wegen der Tendenz zur starken Dislokation, angezeigt.

Die von Nemeth und Dik (1985) beschriebene Technik scheint aber nicht nur technisch schwierig, sondern auch anatomisch wegen des Verlaufes der Zehenseitenarterien um das Strahlbeinseitenende kompliziert zu sein.



Abb. 6 b: Holzklötz unter der nicht erkrankten Gliedmaße zur Verlängerung.

*Scotchcast – Fa. 3 M medica GmbH, 4280 Borken

**Technovit – Fa. Kulzer GmbH, 6393 Wehrheim/Ts.

Literatur

- Arnbjerg, J.* (1979): Spontaneous Fracture of the Navicular Bone in the Horse. *Nordisk Veterinaarmed.* 31, 429-435.
- Auer, J. A.* (1989): Nuclea imaging. *Equine Vet. Data* 10, 302-303.
- Baird, A., Behrens, E., Morris, L., und Auer, J. A.* (1990): Avulsion fracture at the attachment of the impar ligament to the distal sesamoid bone in a horse - "What is your diagnosis?" *J. Am. Vet. Med. Ass.* 196, 7, 1147-1148.
- Boening, K. J.* (1983): Behandlung einer Strahlbeinfraktur beim Pferd mit dem pulsierenden Magnetfeld (MF-Therapie). *Tierärztl. Praxis* 11, 483-486.
- Bolz, W., Dietz, O., Schleiter, H., und Teuscher, R.* (1975): Lehrbuch der speziellen Veterinärchirurgie. Enke Verlag, Stuttgart.
- Borg, L.* (1984): Strahlbeinfraktur hos häst. *Svensk. Veterinaertidsskr.* 23, 809-810.
- Campe, D.* (1984): Vorkommen und Häufigkeit der Frakturen beim Pferd nach Unterlagen der Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover von 1962 bis 1983. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Delius, C.* (1982): Pathomorphologische und röntgenologische Veränderungen am isolierten Strahlbein beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Dik, K. J., und Gunsser, J.* (1987): Atlas der Röntgendiagnostik beim Pferd. Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover, Bd. 1.
- Frecklington, P. J., und Rose, R. J.* (1981): An unusual Case of Fracture of the Navicular Bone in the Hindlimb of a Horse. *Australien Vet. Pract.* 11, 57-59.
- Freundenberg, F.* (1959): Über Spontanfrakturen des Strahlbeins beim Pferd. *Dtsch. tierärztl. Wochenschr.* 66, 57-61.
- Hertsch, B., und Zeller, R.* (1976): Röntgenologische Veränderungen am Strahlbein und ihre Beurteilung. *Prakt. Tierarzt (Collegium veterinarium)* 58, 14-19.
- Hickman, J.* (1964): *Veterinary Orthopedics.* Oliver and Boyd, Edinburgh and London.
- Kaser-Hotz, B., Ueltschi, G., und Hess, N.* (1991): Navicular Bone Fracture in the Pelvic Limb in two Horses. *Vet. Radiol.* 32, 283-285.
- Marolt, J., Pajtl, M., Gares, V., und Andrasic, N.* (1962): Über aseptische Frakturen des normalen und veränderten Strahlbeines beim Pferd. *Dtsch. tierärztl. Wochenschr.* 69, 133-135.
- Nemeth, F., und Dik, J. K.* (1985): Lag screw fixation of sagittal navicular bone fracture in five horses. *Equine Vet. J.* 17, 137-139.
- Nemeth, F., Goedegebuure, S. A., und Dik, J. K.* (1982): Von Strahlbeinfrakturen beim Pferd. In: 8. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten. Freiburg 1982 - Gießen 1982, 38-42.
- O'Brien, R., Millman, T. M., Pool, R. R., und Suter, P. F.* (1975): Navicular Disease in the Thoroughbred Horse: A Morphologic Investigation to a New Radiographic Projection. *J. Am. Vet. Rad. Soc.* 16, 39-51.
- Oxspring, G. E.* (1935): The radiology of navicular disease, with observations on its Pathology. *Vet. Rec.* 15, 1433.
- Poulos, P. W., Brown, A., Brown, E., und Gamboa, L.* (1989): On Navicular Disease in the Horse. *Vet. Rad.* 30, 54-58.
- Richter, W.* (1988): Strahlbeintransversalfraktur. *Monatsh. Veterinarmed.* 43, 808-809.
- Rijkenhuizen, A. B. M., Nemeth, K. J. D., und Goedegebuure, S. A.* (1989): Development of the navicular bone in foetal and young horses, including the arterial supply. *Equine vet. J.* 21, 405-412.
- Rooney, J. R.* (1974): *The Lamé Horse.* Verlag Barnes and Co., New York.
- Schleiter, H., und Dietz, O.* (1957): Spontanfrakturen des Strahlbeines und Strahlbeinluxation beim Pferd. *Berl. u. Münch. tierärztl. Wochenschr.* 70, 409-411.
- Schmal, W.* (1937): Über Strahlbeinfrakturen beim Pferd. *Berl. tierärztl. Wochenschr.*, 595-597.
- Schneider, R. U., und Stickle, R. L.* (1987): Current therapy in equine medicine. ed. 2, W. B. Saunders, Philadelphia.
- Silbersiepe, E., Berge, E., und Müller, H.* (1986): Lehrbuch der speziellen Chirurgie. Enke Verlag, Stuttgart.
- Stashak, T. S.* (1989): Managements of Lacerations and Avulsion Injuries of the Foot and Pastern Region and Hoof Wall Cracks. *The Veterinary Clinics of North America*, Vol. 5, No. 1, 230-231.
- Toal, R. E.* (1986): The navicular bone. In: Thrall, De. E.: *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology.* W. B. Saunders, Philadelphia.
- Valdez, M., Adams, O. R., und Peyton, L. C.* (1978): Navicular disease in the hindlimbs of the horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 172, 291-292.
- Vaughan, L. C.* (1961): Fracture of the Navicular Bone in the Horse. *Vet. Rec.* 73, 895-897.
- Westbues, M.* (1941): Krankheiten an der Zehe des Pferdes. *Zeitschr. f. Veterinärk.* 53, 151-161.
- Wintzer, H. J., und Dämmrich, K.* (1967): Über Strahlbeinfrakturen beim Pferd. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 109, 487-496.
- Wyn-Jones, G.* (1985): Fractures of the equine navicular bone. *Veterinary Annual.* 25, 201-210.
- Zeller, R.* (1980): Röntgenbefunde am Strahlbein beim Pferd. *Dtsch. tierärztl. Wochenschr.* 87, 344-345.

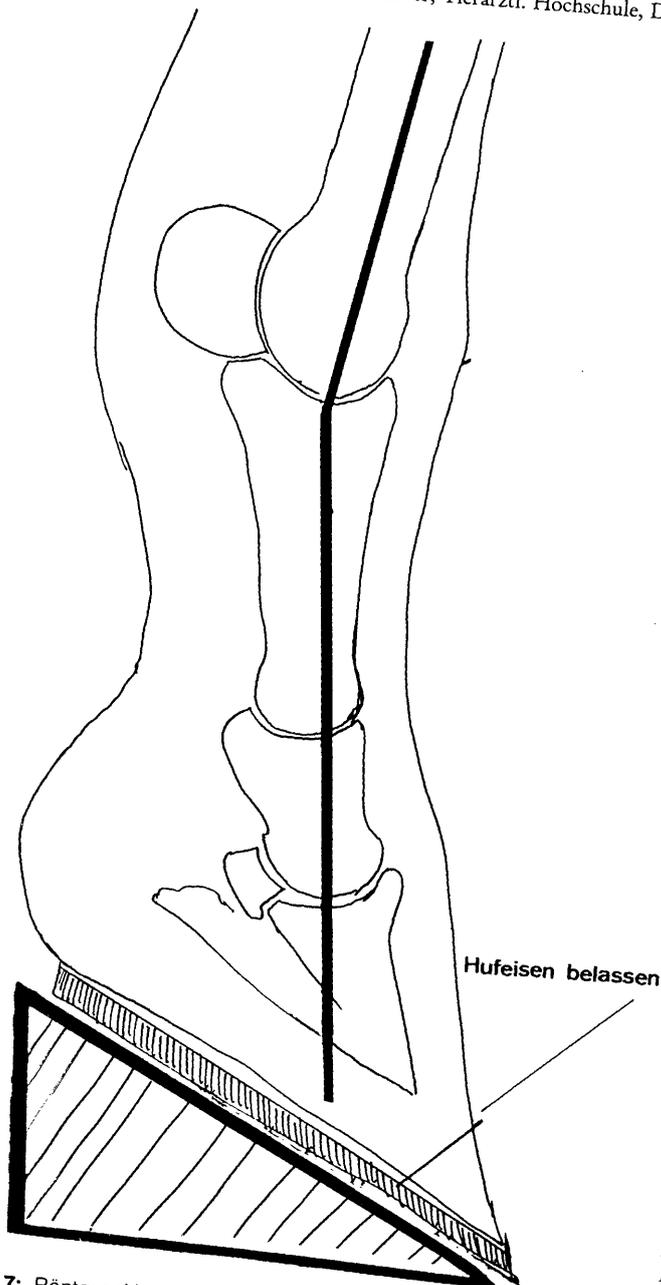


Abb. 7: Röntgenskizze der Zehe 90°; Steilstellung der Zehenachse durch Holzkeil zur Vergrößerung des Umleitungswinkels der tiefen Beugesehne über der Sehngleitfläche des Strahlbeines.

Professor Dr. B. Hertsch
 Dr. D. Königsmann
 Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover
 Bischofsholer Damm 15
 D-3000 Hannover 1
 Telefon (05 11) 8 56 75 40
 Fax (05 11) 8 56 76 85