

Licht- und elektronenmikroskopische Befunde an den Canales sesamoidales des Strahlbeines bei der Podotrochlose des Pferdes

W. Drommer¹, A. C. F. Dos Reis¹, B. Hertsch²,
und S. Damsch¹

Institut für Pathologie¹ und Klinik für Pferde²,
Tierärztliche Hochschule Hannover

Einleitung

Bei den Canales sesamoidales im Strahlbein des Pferdes handelt es sich um teilweise von Synovialis ausgekleidete Kanäle im Strahlbein, die über Öffnungen am Margo distalis des Strahlbeines mit dem Hufgelenk in Verbindung stehen (Hertsch et al., 1982). Über diese Öffnungen treten mit dem Strahlbein-Hufbein-Band die distalen Arterien ein und durchziehen das Strahlbein, wobei sie die Kanälchen nicht ausfüllen, sondern randständig verlaufen. Die bisherigen Untersuchungen der Canales beschränken sich vorwiegend auf röntgenologische Darstellungen der Veränderungen, lichtmikroskopische Untersuchungen sind selten, über die Ultrastruktur der Canales ist nichts bekannt. Mit Hilfe korrelierender röntgenologischer sowie licht- und elektronenmikroskopischer Untersuchungen soll versucht werden, einen Beitrag zur Pathogenese und diagnostischen Bedeutung der Canales sesamoidales des Strahlbeines im Rahmen der Erkrankungen des Strahlbeines und Hufgelenkes sowie der Hufrolle (Podotrochlosesyndrom) zu geben.

Material und Methode

Zur Untersuchung gelangten 49 Strahlbeine der Vordergliedmaßen von 25 klinisch untersuchten Pferden unterschiedlichen Alters, Geschlechts und Rasse. Aufgrund der klinischen Diagnosen wurden drei Tiergruppen gebildet (Tab. 1). Die Gruppe 2 umfaßt dabei solche Pferde, die aufgrund von Sehenschäden oberhalb des Fesselgelenkes lahm gingen.

Fixation

Zur Vorfixierung des Gewebes wurden sofort nach dem Tod des Tieres (Euthanasie/Schlachtung) 8-12 ml 5%iges Glutaraldehyd in den dorsalen Hufgelenksack injiziert.

Zusammenfassung

An 49 Strahlbeinen erfolgten vergleichend klinisch-morphologische Untersuchungen der Canales sesamoidales bei Pferden mit und ohne Lahmheit unter besonderer Berücksichtigung der Podotrochlose. Bei allen untersuchten Tieren konnten Canales sesamoidales nachgewiesen werden. Deformierte Canales waren bei lahmfreien Pferden nur vereinzelt, bei Pferden mit einer Lahmheit jedoch mehrfach ausgeprägt, wobei kein deutlicher Zusammenhang zum Bestehen einer Podotrochlose vorlag. Morphologisch wiesen die Canales eine irreguläre synoviale Auskleidung auf, deren Ultrastruktur der des Gelenkes entsprach. Im Zusammenhang mit einer Lahmheit war eine geringe Vermehrung der Synovialdeckzellen vom Typ A zu beobachten. Unabhängig vom klinischen Status wurden ferner im subsynovialen Gewebe von deformierten und nicht deformierten Canales vereinzelt Gefäßalterationen in Form von Degenerationen und Sklerosierungen beobachtet. Aufgrund der erhobenen Befunde stellen Veränderungen an den Canales sesamoidales im Verlauf der Podotrochlose lediglich ein Begleitphänomen und somit nur eine zusätzliche diagnostische Hilfe dar.

Light and electron microscopical findings at the canales sesamoidales of the navicular bone in navicular disease of the horse.

Comparative clinical and morphological examinations were carried out in 49 navicular bones from horses with and without lameness under special regard to navicular disease. In all animals canales sesamoidales were demonstrable. Deformed canales could be more often detected in horses with lameness than in healthy horses, but there was no correlation to the presence of navicular disease. Light and electron microscopically the canales showed an irregular synovial layer similar to that of the joints. In horses with lameness there was a low proliferation of the synovial cell type A remarkable. Regardless to the clinical stage we further observed focal degeneration and sclerosis of vessels in subsynovial tissue of deformed and non-deformed canales. In summary there was no correlation between alterations of the canales sesamoidales and clinical signs of lameness, so that it is to conclude, that changes of the canales could not respected to be pathognomonic for navicular disease, they represent only an additional diagnostic aid.

Röntgentechnik

Nach dem Absetzen der Gliedmaßen erfolgten röntgenologische Untersuchungen an der gesamten distalen Gliedmaße sowie solitär am anschließend herauspräparierten Strahlbein. Von allen Vordergliedmaßen wurden für die Darstellung der Strahlbeine Aufnahmen nach der Oxspring- und in lateromedialer Projektion angefertigt. Für die Oxspring-Aufnahmen diente der Standard-Oxspring-Klotz aus Plexiglas, in dem die Sohle der fixierten Gliedmaße einen Winkel von 60° zum Boden einnahm. Der Zentralstrahl war auf die Mitte des dorsalen Kronrandes (Oxspring) bzw. auf den zentralen Teil des Hufgelenkes (lateromediale Projektion) gerichtet. Es wurde eine Röntgenapparatur (DA 1000) mit einer Drehanodenröhre (Super Rotalix Tube, Fa. Philips, Hamburg) mit 8500 U/min und einem großen Brennfleck (1,2 × 1,2 mm) verwendet.

Alle Untersuchungen erfolgten bei einem Filmfokusabstand von 1 m unter Verwendung von feinzeichnenden Folien (lateromediale Projektion) bzw. Fast-Detail-Folien mit Streustrahlenraster (Oxspring). Die Aufnahmewerte

Tab. 1: Tiermaterial

Klinik	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
	Podotrochlose-Syndrom	Tendopathie	lahmfrei
Rasse	6 Warmblut 2 Kleinpferde 1 Vollblut	6 Warmblut 1 Kleinpferd	5 Warmblut 2 Kleinpferde 1 Vollblut 1 Kaltblut
Anzahl	9 Pferde (18 Strahlbeine)	7 Pferde (13 Strahlbeine)	9 Pferde (18 Strahlbeine)
Alter	8–10 Jahre (7) 15–17 Jahre (2)	6 Jahre (1) 13–18 Jahre (6)	4–12 Jahre (5) 16–23 Jahre (4)

betrugen 50 kV und 45 mAs (lateromediale Projektion) bzw. 70 kV und 60 mAs (Oxspring).

Morphologische Untersuchungstechniken

Eine makroskopische Beurteilung erfolgte nach Entnahme des Strahlbeines besonders der Canales sesamoidales am distalen Rand (*dos Reis*, 1989). Mit der oszillierenden Knochensäge wurde die rechte und/oder linke Seite des Strahlbeines dicht neben den Canales sesamoidales senkrecht zu diesen durchgesägt und Proben für die Licht- und Elektronenmikroskopie entnommen.

Die lichtmikroskopische Untersuchung erfolgte nach Entkalkung der Proben mit *Ossa fixona* an H&E-gefärbten Paraplastschnitten und an Toluidinblau-gefärbten, 0,5 µm dünnen Semidünnschnitten. Ferner wurde bei allen Pferden die Gelenkkapsel des Hufgelenkes entnommen und licht- und elektronenmikroskopisch aufgearbeitet.

Für die elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden Gewebelöcke von 1 mm Kantenlänge zugeschnitten, in 5%igem Glutaraldehyd vorfixiert, in Cacodylatpuffer gespült und mit 1prozentigem Osmiumtetroxid nachfixiert. Nach wiederholter Spülung und Entwässerung in aufsteigender Alkoholreihe folgte die Einbettung in Epon. Von diesen Gewebelöcken wurden zur lichtmikroskopischen Beurteilung 0,5–1 µm dünne Semidünnschnitte angefertigt. Von ausgewählten Lokalisationen wurden 60–80 nm dicken Ultradünnschnitten am Reichert-Ultramikrotom angefertigt, mit Uranylacetat und Bleicitrat im Ultrastainer kontrastiert und im Zeiss EM 10 C elektronenmikroskopisch untersucht.

Ergebnisse


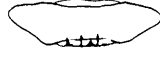
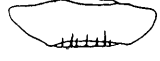

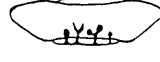


Röntgenologische Befunde

Für die röntgenologische Beurteilung kamen dorsopalmare Aufnahmen nach Oxspring von 49 Vorderbeinen zur Beurteilung. Dabei dienten die Röntgenaufnahmen in der lateromedialen Projektion hauptsächlich der Feststellung von Veränderungen außerhalb des Strahlbeinbereiches. Die Klassifizierung der röntgenologischen Befunde an den Strahlbeinen erfolgte in Anlehnung an das Schema von *Brunken* (1986).

Canales sesamoidales

Bei allen untersuchten Strahlbeinen konnten unabhängig vom klinischen Status Canales sesamoidales nachgewiesen werden (Tab. 2). Als nicht deformiert wurden alle unver-

Tab. 2: Einstufung der röntgenologischen Befunde an den Canales sesamoidales distales (mod. nach *Brunken*, 1986)

	Anzahl der Strahlbeine		
	Gruppe 1 Podotrochl. (n = 18)	Gruppe 2 Tendopathie (n = 13)	Gruppe 3 lahmfrei (n = 18)
Nicht deformierte Canales			
C 2a wenige (1–4), kurz, eingebuchtet oder konisch 	1	1	4
C 2b wenige (1–4), lang, tief, schmal und gerade 	0	2	0
C 3a mehrere (>5), kurz, eingebuchtet oder konisch 	1	1	6
C 3b mehrere (>5), lang, tief, schmal und gerade 	5	1	1
Deformierte Canales			
C 4 wenige (1–4), einfach oder verzweigt, endständig kolbig oder verzweigt 	5	5	7
C 5 mehrere (>5), einfach/verzweigt, endständig verzweigt 	4	3	0
C 6 größere Strukturauflösung am Margo distalis, Canales ses. nicht sichtbar 	2	0	0

zweigigen Canales ohne endständige Auftreibung oder Verzweigung eingestuft. Deformierte Canales wurden vor allem bei Pferden mit einer Lahmheit beobachtet. Während bei lahmfreien Pferden $\frac{2}{3}$ der Canales als nicht deformiert eingestuft wurden, wiesen bei Pferden mit einer Tendopathie oder Podotrochlose lediglich nur $\frac{1}{3}$ der Canales keine Deformationen auf. Veränderte Canales, also einfache oder verzweigte Formen mit endständiger Kolbenbildung oder Verzweigung, waren bei lahmfreien Pferden nur vereinzelt, bei Pferden mit einer Lahmheit jedoch mehrfach ausgeprägt. Dabei zeigte sich hinsichtlich Ausprägungsgrad und Häufigkeit der Deformationen kein deutlicher Unterschied zwischen Pferden mit Podotrochlose und Tendopathie, lediglich größere Strukturauflösungen am Margo distales konnten in zwei Fällen nur bei Pferden mit Podotrochlose beobachtet werden.

Struktur

Die Struktur des Strahlbeines war nur gering verändert und zwischen den verschiedenen Gruppen nur geringgradig unterschiedlich (gleichmäßig grobmaschig bei den lahmfreien Tieren bzw. unregelmäßig grobmaschig bei den Tieren mit einer Lahmheit).

Kontur

Im Gegensatz dazu waren bei der Kontur des Strahlbeines deutliche Unterschiede festzustellen. So wurden bei allen Pferden mit Podotrochlose Zubildungen insbesondere an den Seitenenden beobachtet, die bei den lahmfreien Pferden bzw. den lahmen Tieren ohne Podotrochlose nicht so ausgeprägt vorhanden waren. Unabhängig vom klinischen Status waren röntgenologisch Konturveränderungen des Strahlbeines in unterschiedlicher Ausprägung nachgewiesen worden.



Abb. 1: Canales sesamoidales bei einem klinisch gesunden Pferd. Elektronenmikroskopisch zeigt sich eine lockere, meist einschichtige Auskleidung mit Synovialdeckzellen, wobei wie im Gelenk zwei Zelltypen unterschieden werden können: der Typ A (SA), dessen typisches Merkmal zahlreiche intrazytoplasmatische Vakuolen und Filopodien sind, sowie der Typ B (SB), der durch ein ausgeprägtes endoplasmatisches Retikulum gekennzeichnet ist. Im Bereich der subsynovialen Gefäße können auch bei gesunden Tieren vereinzelt beginnende Veränderungen in Form einer Aufsplitterung der subendothelialen Basalmembran (Pfeile) festgestellt werden. L = Lumen des Canales sesamoidales, E = Erythrozyt. (Transmissionselektronenmikr. Aufn., Vergr. 3750 x)

Licht- und elektronenmikroskopische Befunde

Mikroskopisch stellen sich die Canales sesamoidales als unterschiedlich stark ausgeweitete Hohlräume dar, die teilweise von einer meist einschichtigen Synovialdeckzellschicht ausgekleidet sind. Herdförmig können bei Pferden mit Lahmheiten unterschiedlicher Genese geringgradig zottige Proliferationen der Oberfläche mit Vermehrung der Synovialdeckzellen (SDZ) vom Typ A (Abb. 2) beobachtet werden, die bei Podotrochlose etwas stärker ausgeprägt erschienen.

Die Synovialiszotten im Bereich der Canales haben die gleiche Struktur wie an der Gelenkkapsel. Die Oberfläche ist mit einer ein- bis zweischichtigen Synovialdeckzellschicht bedeckt, und subsynovial lassen sich mehrere Gefäße sowie herdförmige Entzündungszellen nachweisen.

Die Feinstruktur der Zellauskleidung im Hufgelenk und in den Canales sesamoidales ist morphologisch weitgehend identisch, so daß sie gemeinsam besprochen werden. Es

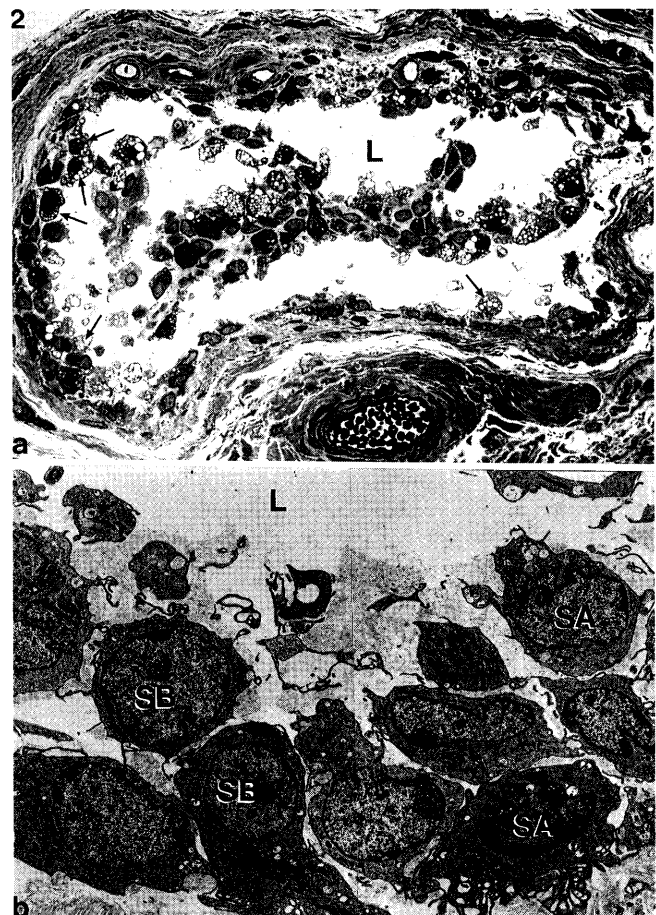


Abb. 2: Querschnitt eines Canales sesamoidales bei einem Pferd mit Podotrochlose.

a: Lichtmikroskopisch fällt eine deutliche Vermehrung der Synovialdeckzellen auf, wobei es sich aufgrund der zahlreichen intrazytoplasmatischen Vakuolen (Pfeile) vorwiegend um den Zelltyp A handelt. Im Lumen (L) sind neben einzelnen abgeschilferten Zellen auch Tangentialanschnitte der in das Lumen hineinreichenden zottigen Proliferate der Synovialis nachweisbar. (Vergr. 1100 x)

b: Elektronenoptisch wird deutlich, daß sich die mehrschichtige Zelllage vor allem aus Synovialdeckzellen vom Typ A (SA) zusammensetzt, aber auch einzelne Typ-B-Zellen (SB) vorkommen. L = Lumen. (Transmissionselektronenmikr. Aufn., Vergr. 4725 x)

können zwei verschiedene Zellformen, Typ A und B, unterschieden werden.

Die Synovialdeckzellen vom Typ A bilden eine lockere, meist einschichtige Zelllage (Abb. 1). Bei der lichtmikroskopisch in Zusammenhang mit einer klinisch festgestellten Lahmheit beobachteten geringgradigen synovialen Hyperplasie handelt es sich ultrastrukturell eindeutig um eine vermehrte Ansammlung von Synovialdeckzellen vom Typ A (Abb. 2). Diese Zellen enthalten zahlreiche Lysosomen und Vakuolen und weisen auf ihrer Oberfläche eine Vielzahl von Filopodien und Zytoplasmaausläufern auf (Abb. 2, 3). Zwischen den Zellen bestehen weite Interzellularräume, wobei die einzelnen Zellen über Interdigitationen verbunden sind und so einen lockeren Zellverband formieren. Schläuche des endoplasmatischen Retikulums sind nur vereinzelt vorhanden.

Die Synovialdeckzellen vom Typ B besitzen nur wenig Filopodien und Zytoplasmaausläufer (Abb. 2, 4). Sie liegen teilweise neben den Typ-A-Zellen, häufiger aber in tieferen Schichten der Synovialis, wobei sie über Zellfortsätze mit den Typ-A-Zellen in Verbindung stehen. Im Hufgelenk lassen sich mehr SDZ vom Typ B als in den Canales sesamoidales beobachten. Charakteristisches Kennzeichen der Typ-B-Zellen ist ein stark ausgebildetes rauhes endoplasmatisches Retikulum. Ferner sind im Zytoplasma Vakuolen und Vesikel anzutreffen, die jedoch viel kleiner als die der Typ-A-Zellen sind. Lysosomale Strukturen sowie Residualkörperchen sind nur vereinzelt vorhanden.

Das subsynoviale Gewebe besteht aus einer Schicht lockeren, gut vaskularisierten Bindegewebes. Vereinzelt sind

Mastzellen sowie tieferliegende terminale Nervenanschnitte zu beobachten. Die Gefäße reichen teilweise bis an die Synovialis heran. In Einzelfällen haben die Kapillaren Kontakt mit dem Lumen der Canales. Die Kapillaren werden durch flache, meist fenestrierte Endothelzellen ausgekleidet, die einen ausgeprägten, unregelmäßigen Mikrovillisaum und zahlreiche intrazytoplasmatische Pinozytosevesikel aufweisen. Bei einigen Tieren kommen Kapillaren mit sehr dickem Endothel und spaltförmigem Lumen vor. Dabei könnte es sich möglicherweise um Kapillarsprossen handeln.

In allen drei Gruppen sind an Kapillaren, Venulen und Arteriolen im subsynovialen Bereich der Canales sesamoidales und der Hufgelenkkapsel bereits lichtmikroskopisch Anzeichen einer fokalen akuten Gefäßwanddegeneration sowie Sklerosierungsprozesse ohne Beteiligung von Entzündungszellen festzustellen. Es handelt sich dabei um herdförmige, nur auf einzelne Gefäße beschränkte Veränderungen, die interessanterweise unabhängig vom klinischen Status sowohl in deformierten als auch in nicht deformierten Canales sesamoidales angetroffen werden.

Einzelne Gefäße zeigen aufgesplitterte Basalmembranen (Abb. 1) und dazwischenliegende Kollagenfibrillen, wobei vielfach das Gefäßlumen nicht mehr nachweisbar ist (Abb. 5, 6). In einigen Lokalisationen findet man nur noch zirkulär angeordnete, teils fragmentierte Basalmembranlamellen und Bündel von Kollagenfibrillen, zwischen denen Reste



Abb. 3: Gelenkkapsel des Hufgelenkes bei einem lahmfreien Tier. Ultrastruktur der Synovialdeckzellen vom Typ A (SA) mit zahlreichen Filopodien und intrazytoplasmatischen Vakuolen sowie vom Typ B (SB), der ein ausgeprägtes rauhes, endoplasmatisches Retikulum (ER) besitzt. L = Lumen des Gelenkes. (Vergr. 7500x)

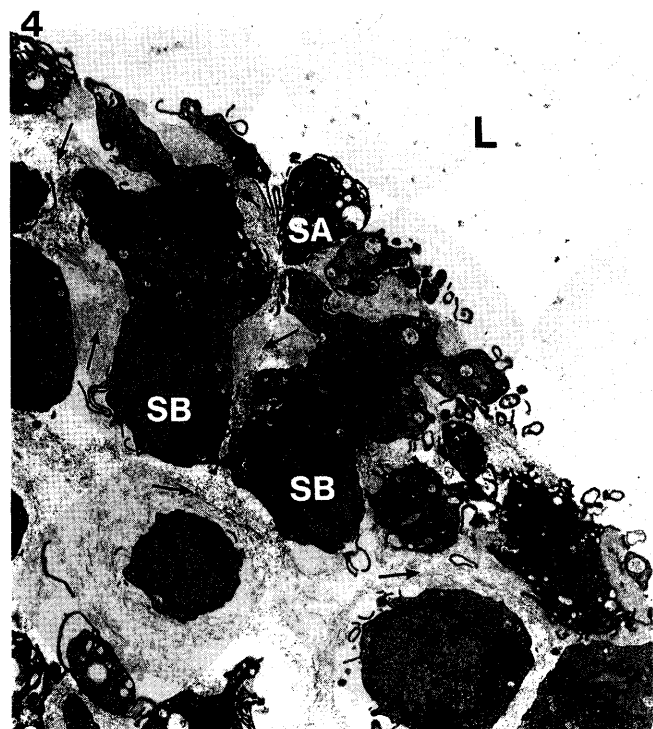


Abb. 4: Synovialis der Hufgelenkkapsel eines lahmfreien Pferdes mit überwiegend Typ-B-Zellen (SB), die im lockeren Verband liegen und breite Interzellularspalten (Pfeile) aufweisen. L = Lumen des Hufgelenkes; SA = Synovialdeckzelle vom Typ A. (Transmissionselektronenmikr. Aufn., Vergr. 3750x)

von Endothelzellen und einzelne glatte Muskelzellen liegen (Abb. 6).

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die licht- und elektronenmikroskopischen Befunde im Bereich der Canales sesamoidales sowohl an der Synovialis als auch an den Gefäßen erstaunlicherweise in allen drei Tiergruppen ähnlich waren. Zwischen deformierten und nichtdeformierten Canales konnten an dem hier vorliegenden Material keine eindeutigen Unterschiede festgestellt werden. Auch die Gelenkkapsel des Hufgelenkes wies vorwiegend eine normale Synovialis auf, wobei keine Unterschiede zwischen den Gruppen zu verzeichnen waren.

Diskussion

Die Bedeutung der Canales sesamoidales des Strahlbeines in der Pathogenese und damit für die Diagnostik der Podotrochlose ist umstritten. Röntgenologisch konnten Rose et al. (1978) zwar eine Zunahme von Anzahl, Durchmesser und Länge der Canales bei Pferden mit Podotrochlose im Vergleich zu klinisch gesunden Tieren feststellen, jedoch erwies sich dieses Kriterium im Einzelfall nur von geringem Wert. Auch MacGregor (1986) weist darauf hin, daß es allein aufgrund der röntgenologischen Befunde an den Canales nicht möglich ist, ein Pferd von Podotrochlose freizusprechen oder nicht. So sind bei Podotrochlose zwar Deformationen der Canales, teilweise in Zusammenhang mit anderen Strahlbeinalterationen, zu beobachten, jedoch kommen diese auch bei anderen Lahmheitsursachen sowie bei gesunden Pferden in unterschiedlichen Variationen vor (Colles, 1979; Delius, 1982; Poulos, 1983), was durch die eigenen Untersuchungen bestätigt werden kann.

Lediglich in Verbindung mit Veränderungen am hyalinen Knorpel, besonders am rechtwinkligen Übergang der Facies articularis zum Hufgelenk, wurden kolbig verdickte Canales sesamoidales beobachtet (Winkelmeyer, 1989). Im Gegensatz dazu zeigen Untersuchungen bei jungen, bis 12 Monate alten Pferden ohne klinisch nachweisbare Podotrochlose oder Lahmheit eine positive Korrelation zwischen röntgenologisch sichtbar erweiterten Canales und Verdünnungen des Faserknorpels (Rijkenhuizen et al., 1989 a). Obwohl Faserknorpelverdünnungen keine klinische Relevanz besitzen, stellen sie nach Ansicht der Autoren ein mögliches Initialstadium der Podotrochlose dar. Unterstützt wird diese Vermutung durch die Beobachtung, daß die Faserknorpelverdünnungen besonders im zentrodistalen Teil des Strahlbeines vorlagen, in dem Teil also, der bei klinischer Podotrochlose die stärksten Veränderungen aufweist.

Morphologisch handelt es sich bei den Canales um von Synovialis ausgekleidete Hohlräume, deren Ultrastruktur der der Synovialdeckzellen (SDZ) im Gelenk entsprach (Drommer et al., 1989). Als einziger Unterschied zum Gelenk fiel in den Canales sesamoidales ein geringerer Lysosomengehalt im Zytoplasma der phagozytotisch aktiven SDZ vom Typ A auf. Eine sehr ausgeprägte Proliferation der SDZ wurde bei Podotrochlose weder in den Canales noch im Hufgelenk beobachtet. Lediglich bei einzelnen

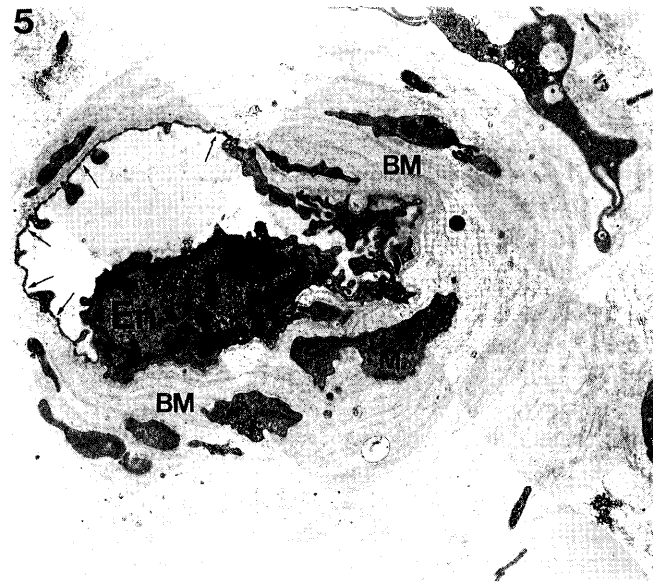


Abb. 5: Kapillare im Subsynovialbereich eines nicht deformierten Canales sesamoidales bei einem Pferd mit Tendopathie. Elektronenmikroskopisch können im Bereich der dünnen Ausläufer des intakten Endothels (En) deutliche Poren (Pfeile) nachgewiesen werden. Als Zeichen beginnender pathologischer Prozesse findet sich eine lamelläre Aufspaltung der subendothelialen Basalmembran (BM); zwischen den einzelnen Lamellen sind Zellfortsätze zu erkennen, die möglicherweise Anschnitte glatter Muskelzellen (M) von Präkapillaren darstellen. (Vergr. 7500 ×).

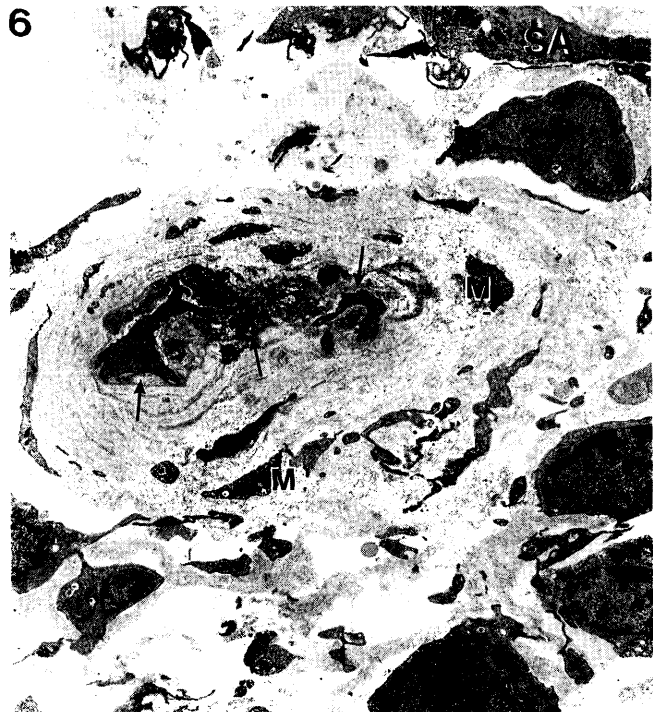


Abb. 6: Degeneration und beginnende Sklerose eines Gefäßes im subsynovialen Bereich eines deformierten Canales sesamoidales bei einem Pferd mit Podotrochlose. Das nicht mehr erkennbare Gefäßlumen ist stark eingeeengt, wobei zentral nur noch Reste stark geschädigter Endothelzellen (Pfeile) nachweisbar sind. Perivaskulär fallen ausgeprägte Aufspaltungen der subendothelialen Basalmembran mit dazwischenliegenden, zirkulär angeordneten Kollagenfibrillen und einzelnen Anschnitten glatter Muskelzellen (M) auf. Die umgebende Adventitia ist locker strukturiert und leicht ödematisiert. SA = Synovialdeckzelle vom Typ A. (Transmissionselektronenmikr. Aufn., Vergr. 3750 ×)

lahmen Pferden lag fokal in deutlich deformierten Canales sesamoidales eine geringe Vermehrung der SDZ vom Typ A mit Einengung des Lumens der Canales vor. Den Hauptanteil der die Canales sesamoidales und das Hufgelenk auskleidenden Zellen bildeten die SDZ vom Typ B. Sie zeigten eine ähnliche Feinstruktur wie die Typ-B-Zellen des Gelenkes, die dort für die Produktion der Synovia verantwortlich sind.

Hinsichtlich der Entstehung der Canales werden verschiedene Faktoren angenommen. Diskutiert wird eine erhöhte Druckbelastung auf das distale Interphalangealgelenk bzw. das Strahlbein, wobei die Synovia in die Foramina hineingepreßt wird und je nach Druckbelastung zur Ausbildung unterschiedlichster Formen der Canales führt (Hertsch et al., 1982; Dämmrich et al., 1983; Rijkenhuizen et al., 1989 b). Von weiterer Bedeutung ist möglicherweise eine Proliferation der Synovialis, die in die Canales eindringt und schließlich zur Druckatrophie der Gefäße und des Knochens mit Ausbildung intraossärer Zysten führen kann (Scott, 1968). So beobachten Rijkenhuizen et al. (1989 b, c) lichtmikroskopisch bei Podotrochlose eine nicht genauer beschriebene villöse Hyperplasie der Synovialis in den Canales sesamoidales in Verbindung mit einer verstärkten Fibrosierung und Vaskularisierung des subsynovialen Gewebes ohne Beteiligung von Entzündungszellen. Im Gegensatz dazu konnten wir nur herdförmig geringgradige SDZ-Proliferationen feststellen, wobei kein Unterschied zwischen Podotrochlose und Lahmheiten anderer Genese bestand. Ultrastrukturell waren die Canales überwiegend durch eine ein- bis zweischichtige, unregelmäßig ausgebildete, lockere Lage von SDZ ausgekleidet, die sich aus Typ-B- und Typ-A-SDZ zusammensetzte. Nur vereinzelt lagen Vermehrungen der phagozytotisch aktiven Typ-A-SDZ vor. Aufgrund dieser Befunde ist es sehr unwahrscheinlich, daß die Synovialdeckzellen als aggressives Zellgewebe Knochensubstanz zerstören und damit zur Ausbildung bzw. Vergrößerung und Deformation der Canales sesamoidales beitragen, wie es von Drommer et al. (1989) bei Arthritis beschrieben ist. Nach Rijkenhuizen et al. (1989 b) besteht ferner ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Canales sesamoidales und Veränderungen im Arteriogramm, weshalb sie vermuten, daß ischämische Prozesse sowie ein lokal erhöhter Blutdruck bei der Pathogenese der Canales bedeutsam sein könnten. Im eigenen Material konnten vereinzelt Alterationen an den subsynovial gelegenen Kapillaren, Venulen und Arteriolen beobachtet werden, diese traten allerdings sowohl in deformierten als auch in nichtdeformierten Canales sesamoidales auf. Größere Gefäße, wie z. B. die distale Arterie, die über das Strahlbein-Hufbein-Band über die Canales in das Strahlbein eintritt, wurden von uns nicht systematisch untersucht.

Zirkulationsstörungen werden im Bereiche der Zehe als ein wichtiger Faktor bei der Pathogenese der Podotrochlose angesehen. So sind bei Podotrochlose in Verbindung mit röntgenologischen und morphologischen Alterationen auch Veränderungen im Arteriogramm des Strahlbeines beschrieben (Hertsch und Dammer, 1987; Rijkenhuizen et

al., 1989 b). Daß eine Verminderung der distalen arteriellen Blutversorgung von möglicher wichtiger Bedeutung für die Pathogenese der Podotrochlose ist, zeigen Untersuchungen von Rijkenhuizen et al. (1989 c), die nach experimentell erzeugter Ischämie des Strahlbeines (durch Verschuß des Ramus navicularis und der abzweigenden Arterienäste) bei klinisch gesunden Pferden 1–2 Monate später ähnliche arteriographische und histologische Veränderungen wie bei Podotrochlose feststellten. In Verbindung mit klinisch nachweisbarer Podotrochlose beobachteten sie ein gehäuftes Auftreten sklerotischer Prozesse an Arterien und Arteriolen des Strahlbeines im Bereich der Canales sesamoidales, die im Einzelfall jedoch auch fehlen konnten (Rijkenhuizen et al., 1989 b). Im Bereich synovialer Proliferationen bemerken sie in den subsynovial gelegenen Kapillaren nicht selten Wandverdickungen, teils in Form einer Hyalinisierung, teils in Form von zirkulär angeordneten Kollagenfibrillen, sowie dadurch bedingte Lumeneinengungen bzw. vollständige Obliterationen. Auch in unserem Material wurden Endothelödeme und fokale Obturationen sowie Sklerosen an Kapillaren und Venulen beobachtet. Sie korrelierten jedoch nicht klar mit den klinischen Befunden. Bei den sklerosierten Gefäßen konnte elektronenmikroskopisch nicht immer sicher ausgeschlossen werden, ob es sich teilweise auch um Lymphgefäße handelt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei der Podotrochlose des Pferdes die Synovialis im Bereich der Canales sesamoidales und auch der Gelenkkapsel in unserem Material nicht stark reagiert. Es handelt sich weitgehend um normal strukturierte Synovialdeckzellen, wobei nur ein minimaler Unterschied zwischen denen der Canales sesamoidales und der Gelenkkapsel des Hufgelenkes zu beobachten ist. Im Zusammenhang mit einer Lahmheit wird fokal eine geringgradige Vermehrung der phagozytotisch aktiven Synovialdeckzellen vom Typ A beobachtet. Aggressives Pannusgewebe, das möglicherweise, wie bei chronischer Polyarthrit, über lysosomale Enzyme zu einer Zerstörung von Knorpel und Knochengewebe führt, kann dabei aber nicht festgestellt werden. Die Korrelation röntgenologischer und morphologischer Befunde ergibt ferner keine erheblichen feinstrukturellen Unterschiede zwischen Synovialdeckzellen aus hochgradig und aus geringgradig deformierten Canales sesamoidales. Auch die ultrastrukturell erfaßten Gefäßveränderungen im subsynovialen Bereich der Canales und der Hufgelenkskapsel waren nicht so häufig, daß sie als Ursache für die Ausbildung von Canales sesamoidales und Strahlbeinveränderungen in Betracht gezogen werden können. Aufgrund dieser Befunde kann eine zentrale Bedeutung der Synovialdeckzellen sowie der vaskulären Veränderungen im Bereich der Canalesauskleidung bei der Entstehung der Canales nicht angenommen werden. Als eher wahrscheinlich ist eine erhöhte Hufgelenksbelastung mit Druckerhöhung in den Canales durch verstärktes Hineinpressen der Synovia als Ursache für Ausbildung und Ausprägung der Canales anzunehmen (Hertsch et al., 1982). Sollte es sich bei den subsynovialen Gefäßverschlüssen teilweise auch um Lymphgefäße handeln, so könnte die Druckerhöhung im

Hufgelenk mit durch Abflußstörungen erklärt werden, was durch weitere Untersuchungen verifiziert werden muß. In der Pathogenese des Podotrochlosesyndroms sind Veränderungen an den Canales aus unserer Sicht aber nur von sekundärer Bedeutung und stellen eher ein Begleitphänomen im Verlauf dieser Erkrankung dar.

Literatur

- Brunken, E.* (1986): Röntgenologische Verlaufsuntersuchungen am Strahlbein des Pferdes. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Colles, C. M.* (1979): Ischaemic necrosis of the navicular bone and its treatment. *Vet. Rec.* 104, 133-137.
- Dämmrich, K., Schebitz, H., und Wintzer, H. J.* (1983): Die Podotrochlose des Pferdes aus heutiger Sicht. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 96, 293-302.
- Delius, C.* (1982): Pathomorphologische und röntgenologische Veränderungen am isolierten Strahlbein beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Dos Reis, A. C. F.* (1989): Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen im Bereich der Synovialis des Hufgelenks und der Canales sesamoidales des Strahlbeins des Pferdes. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Drommer, W., Wüstenberg, T., Grütter, O., Kaup, F.-J., und Zlotowsky, R.* (1989): Zur Pathogenese entzündlicher Knorpelalterationen. Teil I: Rotlauf-Polyarthritits des Schweines - Pathogenetischer Ablauf der Knorpelveränderungen einen Tag bis drei Jahre nach experimenteller Infektion. In: H. Deicher (ed.): *Pathomechanismen entzündlicher rheumatischer Erkrankungen bei Mensch und Tier.* VCH-Verlagsges., Weinheim, S. 125-141.
- Hertsch, B., und Dammer, H.* (1987): Zur Durchblutung des gesunden und erkrankten Strahlbeines. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 94, 137-192.
- Hertsch, B., Wissdorf, H., und Zeller, R.* (1982): Die sogenannten „Gefäßlöcher“ des Strahlbeins und ihre Beziehung zum Hufgelenk. Ein Beitrag zur Pathogenese der Hufrollenerkrankung. *Tierärztl. Prax.* 10, 365-379.
- MacGregor, C. M.* (1986): Radiographic assessment of navicular bones, based on changes in the distal nutrient foramina. *Equ. Vet. J.* 18, 203-206.
- Poulos, P. W.* (1983): Correlation of radiographic signs and histologic changes in navicular disease. *Proc. Ann. Conv. Am. Assoc. Equine Pract.* 29, 241-255.
- Rijkenhuizen, A. B. M., Nemeth, F., Dik, K. J., und Goedegebuure, S. A.* (1989 a): Development of the navicular bone in foetal and young horses, including the arterial supply. *Equ. Vet. J.* 21, 405-412.
- Rijkenhuizen, A. B. M., Nemeth, F., Dik, K. J., und Goedegebuure, S. A.* (1989 b): The arterial supply of the navicular bone in adult horses with navicular disease. *Equ. Vet. J.* 21, 418-425.
- Rijkenhuizen, A. B. M., Nemeth, F., Dik, K. J., Goedegebuure, S. A., und Van den Brom, W. E.* (1989 c): The effect of artificial occlusion of the Ramus navicularis and its branching arteries on the navicular bone in horses: An experimental study. *Equ. Vet. J.* 21, 425-430.
- Rose, R. J., Taylor, B. J., und Steel, J. D.* (1978): Navicular disease in the horse: an analysis of seventy cases and assessment of a special radiographic view. *J. Equine Med. Surg.* 2, 492-497.
- Scott, P. M.* (1968): Bone lesions in pigmented villonodular synovitis. *J. Bone Jt. Surg.* 50 B, 306-311.
- Winkelmeier, S.* (1989): Licht- und elektronenmikroskopische Befunde an der tiefen Beugesehne und am Strahlbein in Korrelation zur klinischen Diagnose: Podotrochlose. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

Prof. W. Drommer
Institut für Pathologie
Tierärztliche Hochschule
Bischofsholer Damm 15
3000 Hannover 1

Kurzreferat

Chirurgische Behandlung von Mißbildungen der Zervikalwirbel beim Pferd

(Surgical management of equine cervical vertebral malformation)

A. J. Nixon (1991)

PVN 2, 183-195

Kompressive Störungen des Rückenmarks entwickeln sich normalerweise als Folgeerscheinung von Malformationen der Zervikalwirbel (CVM); gewöhnlich werden sie bei Jährlingen oder jungen Pferden diagnostiziert. Die beiden Erscheinungsformen von Mißbildungen der Zervikalwirbel sind die Instabilität dieser Wirbel und die statische zervikale Stenose. Die Osteochondrose spielt eine wichtige ätiologische Rolle bei der Entwicklung dieser Affektionen. Um eine endgültige Diagnose einer Rückenmarkskrank-

heit stellen zu können, ist eine Myelographie notwendig. Ein chirurgischer Eingriff sollte auf keinen Fall ohne vorherige Myelographie durchgeführt werden, da nur auf diese Weise ein genaueres Bild über die Anzahl und die Ausdehnung der kompressiven Läsionen sowie über den Beitrag der Weichteile zur Rückenmarkskompression gewonnen werden kann. Nur bei wenigen Pferden, die unter Krankheitssyndromen der CVM leiden, kann man eine permanente Verbesserung des Zustandes durch konservative Therapie beobachten. Daher wird die chirurgische Dekompression und Stabilisation als Behandlungskonzept empfohlen. Dazu werden 3 verschiedene Techniken vorgestellt: die ventrale intervertebrale Fusion bei Instabilität der Zervikalwirbel, die dorsale Laminektomie und die intervertebrale Fusion bei statischer Zervikalstenose.

Die Techniken, Komplikationen, Ergebnisse und Prognosen variieren mit der Art der CVM, der Schwere und der Krankheitsdauer. Zudem ist mit langen Rekonvaleszenzzeiten zu rechnen. Keine der Techniken kann bisher sehr gute Ergebnisse im Hinblick auf die Wiederverwendung der Pferde verzeichnen. Allerdings stellen sie für die meisten Tiere die einzige Heilungschance dar, da die konservative Therapie nur selten konstante positive Ergebnisse erzielt.

Eva Pietschmann