

# Stellenwert der Knochenszintigraphie und der Röntgenuntersuchung beim Problemkreis der Podotrochlose

G. Ueltschi

Klinik für Nutztiere und Pferde, Universität Bern

## Zusammenfassung

Die Knochenszintigraphie ist eine Untersuchungsmethode, welche die aktuelle Stoffwechsellage auch im Huf- und Strahlbein des Pferdes darstellen kann. Sie erlaubt die Aktivität von Röntgenveränderungen zu überprüfen. In grossen Verlaufsuntersuchungen an 86 Pferden wurde die Zuverlässigkeit der Knochenszintigraphie eruiert. Neben einer guten Übereinstimmung von klinischen, radiologischen und szintigraphischen Befunden wurden jedoch auch Fälle mit positivem Ausfall der Knochenszintigraphie im Strahlbein beobachtet, ohne dass radiologische oder klinische Befunde vorlagen. Ein Teil der Pferde ist später tatsächlich an Podotrochlose erkrankt, doch beim grösseren Teil hat keine Lahmheitsmanifestation stattgefunden. Dieses Verhalten wird durch die physiologische Adaptation des Knochenstoffwechsels im Strahlbein an sich ändernde Belastungen erklärt. In einer weiteren retrospektiven Studie wurden insbesondere die Verhältnisse bei Pferden mit positivem Ausfall der Knochenszintigraphie und Lahmheitserscheinungen aber fehlenden Röntgenveränderungen untersucht. Intensive fokale Speicherungen im Strahlbein, welche auch auf den seitlichen Aufnahmen zu sehen sind, finden sich vor allem bei chronisch lahmen Tieren. Die als Strahlbeinirritation bezeichnete Stoffwechsellage kann unter gewissen Bedingungen als pathologisch angesehen werden. Es wird empfohlen, derartige Fälle mit Nachkontrollen zu überwachen.

**Schlüsselwörter:** Knochenszintigraphie, Röntgenuntersuchung, Podotrochlose, Sensitivität

Relevance of bone imaging and x-ray examination in the area of navicular diseases

Bone imaging allows the demonstration of the actual metabolism of the equine pedal and navicular bone. With bone scintigraphy the activity within areas showing radiographic changes can be evaluated. 86 young horses were repeatedly scanned in order to establish the value of bone scanning. Besides a very good correlation of clinical, radiological and scintigraphic findings in most horses a number of cases were observed with increased uptake of the navicular bone but missing radiographic and clinical signs. A number of these horse actually developed podotrochlosis but the rest did not. This behaviour is explained by the physiological adaption of the bone metabolism to changing loads. In a new retrospective study the increased uptake of the navicular bone in horses with persisting lameness but lacking radiographic alterations was further investigated. Intensive focal tracer accumulation in the navicular bone, which also can be observed in the lateral view, was mainly observed in chronically lame horses. The irritation of the navicular bone metabolism can be considered as a pathological sign in certain occasions. Periodic re-examination of these cases is advised.

**keywords:** Bone imaging, x-ray examination, navicular disease, sensitivity

## Einleitung

Auch mit qualitativ hervorragenden Röntgenbildern gelingt die zweifelsfreie radiologische Sicherung der Podotrochlose nur in etwas mehr als 80% der Fälle (Ueltschi 1983). Deshalb war es logisch die Knochenszintigraphie als neue Untersuchungsmethode in der Diagnosefindung der Podotrochlose einzusetzen. Bei der Knochenszintigraphie wird durch Inkorporation von radioaktiven knochengängigen Verbindungen der Knochenstoffwechsel bildlich dargestellt. Die lokale Verteilung der knochengängigen Verbindung kann sich nach den Erfahrungen in der Humanmedizin entsprechend der Stoffwechsellage im Szintigramm verschieden darstellen, nämlich als normale Verteilung, lokal oder generalisiert vermehrte Speicherung oder gelegentlich auch mit verminderter oder fehlender Anreicherung. Die Knochenszintigraphie haben wir seit 1975 auf ihre Brauchbarkeit bei der Diagnostik der Podotrochlose untersucht und eingesetzt. In grossen mehrjährigen Versuchsreihen (Uelt-

sch 1977, Ueltschi 1980) konnte demonstriert werden, dass Strahlbeine von gesunden Pferden keine oder nur eine schwache Anreicherung; Pferde mit klinisch und radiologisch gesicherter Podotrochlose dagegen eine sehr intensive Speicherung aufweisen. Neben diesen beiden Gruppen mit guter Übereinstimmung wurden jedoch auch Pferde beobachtet, welche erhöhte Speicherung im Strahlbein zeigten, ohne aber Röntgenveränderungen oder klinische Symptome der Podotrochlose aufzuweisen. Vereinzelt wurden auch hochgradig veränderte Strahlbeine gesehen, welche keine auffällige Knochenaktivität mehr aufwiesen. Bei der Gruppe mit vermehrter Speicherung aber fehlenden klinischen Symptomen und radiologischen Veränderungen, bestand die Hoffnung, dass die Knochenszintigraphie eine Früherkennung der Podotrochlose ermöglichen würde. Im weiteren Verlaufe der Beobachtungen stellte sich aber heraus, dass nur ein Teil der Pferde mit erhöhter



Speicherung später tatsächlich auch radiologische und klinische Symptome der Podotrochlose entwickelte. Die Knochenszintigraphie erwies sich somit nicht als die Methode, welche eine sichere Früherkennung der Podotrochlose erlaubte. Im folgenden wird versucht anhand von alten und neuen Untersuchungsergebnissen den heutigen Stellenwert der szintigraphischen Strahlbeinuntersuchung darzulegen.

## Material und Methoden

Für die Knochenszintigraphie der Strahlbeine muss eine optimal eingestellte Szintillationskamera mit einem geeigneten Kollimator (HSLE - high sensitivity low energy) und ein Rechnersystem für die anschließende Auswertung vorhanden sein. Die Untersuchung sollte am stehenden sedierten Pferd durchgeführt werden. Zur Darstellung des Knochenstoffwechsels werden 4.2 bis 6.4 GBq 99mTc-Sn-HDP oder MDP intravenös injiziert. Die szintigraphische Untersuchung sollte soleare Aufnahmen der Hufe der Pool- und der Spätphase sowie seitliche Aufnahmen umfassen. Der Pool wird sofort nach der intravenösen Applikation der radioaktiven Verbindung registriert und umfasst beide Hufe. Die Spätphase wird frühestens nach zwei Stunden aufgenommen. Die Poolphasenbildern geben Auskunft über die lokalen Perfusionsverhältnisse (Hyperämie, Entzündungen) im Huf. Sie können zudem mit dem Computer vom Spätbild subtrahiert werden, und lassen unter Umständen Einzelheiten deutlicher werden. Sowohl bei den Poolbildern wie auch bei

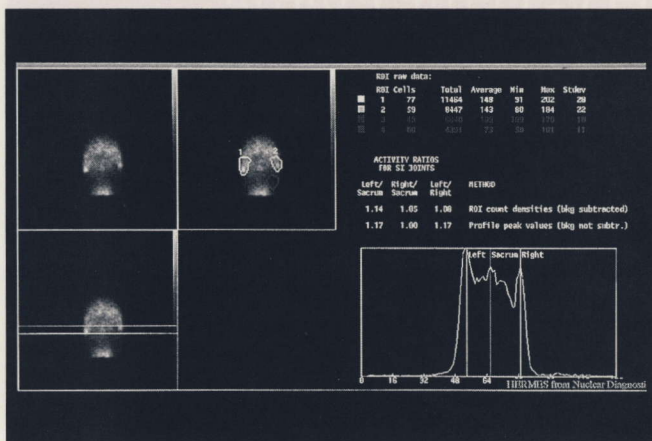
den Aufnahmen der Spätphase werden jeweils 200 000 Zählimpulse registriert.

Die Anreicherung in der Strahlbeinregion kann mit dem Rechner mit der ROI-Technik und Aktivitätsprofilen weiter analysiert werden. Verschiedene Untersuchungen haben ergeben, dass bei gesunden Tieren die Aktivität im Strahlbeinareal etwa gleich ist wie in den Hufbeinästen. Als eindeutig abnormal wird eine Anreicherung im Strahlbein beurteilt, welche doppelt so hoch ist wie im Hufbeinast.

Als Untersuchungsmaterial standen uns in den Jahren 1975 bis 1979 86 Pferde (Schweizer Warmblut) zur Verfügung, welche mehrfach (mindestens fünfmal) szintigraphiert werden konnten (Gruppe 1). Zu dieser Zeit wurden bereits die Früh- und die Spätverteilung in beiden Vorderhufen registriert und mit seitlichen Aufnahmen ergänzt. Elf weitere Pferde stammen von Untersuchungen bei denen es sich entweder um internationale Springpferde der S-Klasse (8) oder um Pferde (3) mit hochgradigen Lahmheiten infolge Frakturen einer Gliedmasse handelte (Gruppe 2).

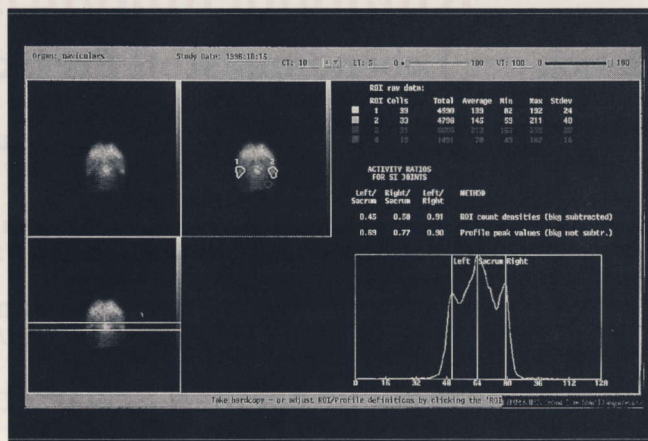
60 Untersuchungen, die 1997 und 1998 durchgeführt wurden, haben wir mit verschiedenen Beurteilungsmethoden (ROI-Technik, Aktivitätsprofil, Verteilungsmuster und visuelle Speicherintensität) analysiert (Gruppe 3). Der weitere Verlauf in der Gruppe mit vermehrter Anreicherung im Strahlbein aber fehlenden Röntgensymptomen wurde durch telefonische Befragung der Besitzer und der einweisenden Tierärzten abgeklärt.

Für die Berechnung der Aktivitätsunterschiede der Hufbeinäste und der Strahlbeinregion haben wir das SI-Joint Analysis Programm von HERMES verwendet, welches eigentlich für die Evaluation der Ileosacralgelenke beim Mensch entwickelt wurde (Abb.1 und 2). Hierbei werden auf dem Bildschirm die Regionen der Hufbeinäste (lateral,



**Abb. 1:** SI-Programm auf Strahlbeinevaluation angewendet. Regions of interest (ROI) sind in die Hufbeinäste, ins Strahlbein und im Ballenbereich eingezeichnet worden. Im zweiten Schritt wird die Lage des Aktivitätsprofil bestimmt. Die Zahlen über der grafischen Darstellung des Profils sind die verschiedenen Speicherquotienten. Im vorliegenden Fall handelt es sich um ein Strahlbein mit normaler Stoffwechsellaage.

Use of the SI-program for the evaluation of navicular bone scans. Regions of interests (ROI) are drawn over the angles of the pedal bone, the navicular bone and the soft tissue of the heel. In the next step the activity profile is positioned over the navicular bone. The numbers over the graphical display of the activity profile represented the uptake ratios. The illustration represents normal navicular bone activity.

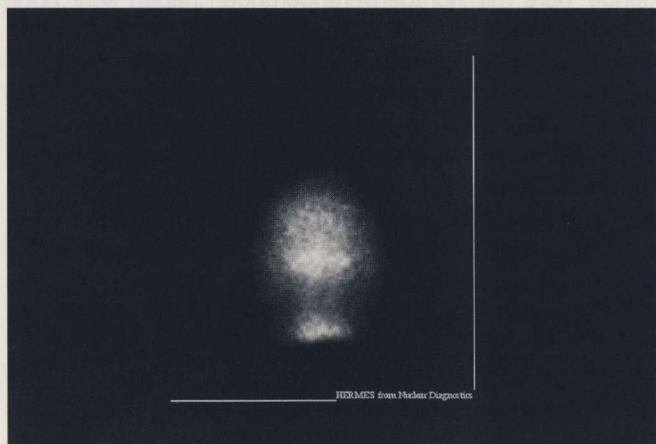


**Abb. 2:** Das SI-Programm wird zur Berechnung der Speicherquotienten im Huf adaptiert. Bei diesem Pferd liegt eine umschriebene, stark erhöhte Speicherung im Strahlbein vor. Die Speicherquotienten liegen im pathologischen Bereich.

The SI-program is adapted for the calculation of uptake ratios in the equine hoof. This horse shows well defined focal accumulation of the imaging label in the navicular bone. The uptake ratios are in the pathological range.

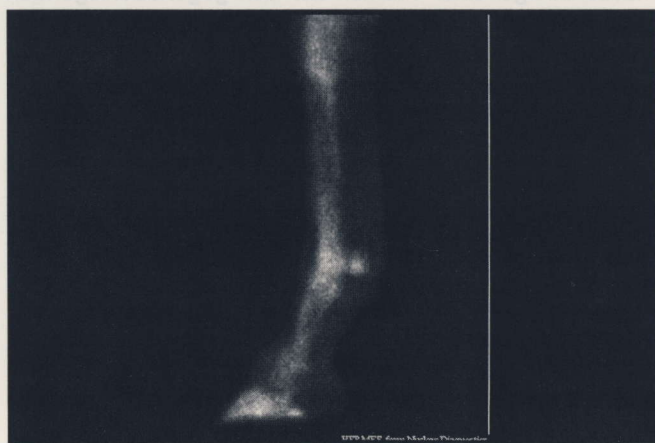


medial), dann die Strahlbein- und eine Hintergrundregion (background) im Ballenbereich eingezeichnet, anschließend wird ein Schnitt durch die Hufbeinäste und das Strahlbein gelegt. Die Breite des Schnittes wurde auf sechs Pixel festgelegt. Das Programm berechnet automatisch die Speicherquotienten von linkem Hufbeinast zum Strahlbein, von rechtem Hufbeinast zum Strahlbein sowie den Quotienten von links zu rechts wobei durch Subtraktion des Hintergrunds die Weichteilaktivität eliminiert wird. Beim Aktivitätsprofil kann die Lage der Hufbeinäste und die höchste Aktivität im Strahlbein frei bestimmt werden.



**Abb. 3:** Soleare Aufnahme der Verteilung der radioaktiv markierten Verbindung im Vorderhuf eines gesunden Pferdes. Die Enden der Hufbeinäste speichern den Tracer infolge leichter Hufknorpelverknöcherung vermehrt. Die Anreicherung im Strahlbeinbereich ist unauffällig.

Solear view showing the distribution of the radioactive bone label in the front hoof of a normal horse. The angles of the pedal bone have enhanced uptake of the tracer because of partial ossification of the cartilage. The navicular accumulation is unobtrusive.



**Abb. 4:** Seitliche Szintigraphie der linken distalen Vordergliedmasse von einem gesunden Pferd. Eine umschriebene Anreicherung im Strahlbeingebiet ist nicht vorhanden. Das Ende des Hufbeinastes speichert verstärkt.

Lateral view of a bone scan of the left distal forelimb of a normal horse. A clearly delineated concentration of the imaging agent in the navicular area is not visible. The angle of the pedal bone show focal uptake.

## Ergebnisse

### Gruppe 1

Bei den 86 mehrfach untersuchten Pferden im Alter von drei bis fünf Jahren haben wir folgendes festgestellt:

- \* 57 Tiere zeigten nie vermehrte Anreicherungen im Strahlbein (Abb.3 und 4) und wiesen keine sicheren Röntgenveränderungen auf.
- \* 21 stellten sich immer mit vermehrter Speicherung dar. Neunzehn Pferde hatten Strahlbeinveränderungen.
- \* Sechs Pferde mussten wegen zunehmender Lahmheit geschlachtet werden und zeigten bei der Sektion beidseitig schwere Strahlbeinveränderungen.
- \* Fünf Pferde zeigten eine vermehrte Aufnahme des Tracers bei einer späteren Untersuchung. Vier davon entwickelten Defekte am Sagittalkamm.
- \* Drei Pferde hatten vorübergehend bei einer Untersuchung erhöhten Uptake im Strahlbein.

### Gruppe 2

Die Gruppe der S-Springpferde, die zum Teil mehrfach untersucht wurden, wies in der Knochenszintigraphie eine sehr intensive Anreicherung entweder im gesamten Strahlbein oder im Sagittalkamm auf. Keines dieser Pferde zeigte aber Lahmheit. Drei Pferde hatten radiologisch feine Verkalkungen im Gleitflächenknorpel am Sagittalkamm. Alle acht Pferde haben während Jahren weiter erfolgreich im internationalen Turniersport teilgenommen.

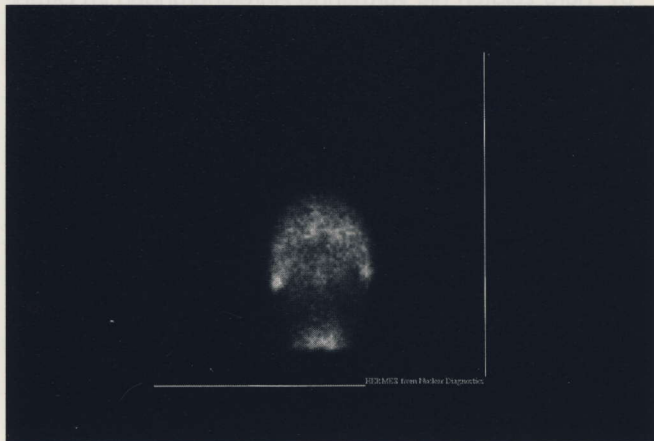
Bei drei weiteren Pferden wurden Frakturen an einer Gliedmasse diagnostiziert. Bei der szintigraphischen Untersuchung wurden auf der gegenüberliegenden Seite sehr intensive Speicherungen im Strahlbein registriert. Bei einem Pferd wurde dieses Verhalten bereits drei Tage nach dem Frakturereignis festgestellt.

### Gruppe 3

Bei den 60 Untersuchungen, die 1997 und 1998 durchgeführt wurden, sind 25 Pferde als klinisch normal eingereicht worden und wiesen weder im Knochenszintigramm noch bei der Röntgenuntersuchung abnorme Befunde auf. Bei fünf Pferden konnte eine klinisch, radiologisch und knochenszintigraphisch gesicherte Podotrochlose diagnostiziert werden. Elf Pferde zeigten eine Anreicherung im Strahlbeingebiet und bei neunzehn Pferden wurden Anreicherungen sowohl in der Insertion der tiefen Beugesehne als auch im Strahlbein beobachtet. Hier wurde die Diagnose Insertionstendopathie des Zehenbeugers gestellt und der Behandlung zugeleitet. Beide Gruppen wiesen entweder anamnestisch oder bei der klinischen Untersuchung Zeichen einer podotrochloseähnlichen Erkrankung auf. Uns interessierte besonders das Schicksal der elf Pferde mit der sogenannten Strahlbeinirritation. Bei sechs Pferden war die Anreicherung nicht klar abgegrenzt, schwach oder nur im Subtraktionsbild zu erkennen. Die Verdachtsdiagnose einer Podotrochlose schied vornherein aus, weil bei diesen Pferden andere Befunde als Lahmheitsursache gefunden wurden. Die telefonische Nachkontrolle bestätigte die Richtigkeit der Diagnose.



Bei fünf Pferden war die Anreicherung sehr intensiv und scharf (Abb.5 und 6) umschrieben auf den Sagittalkamm beschränkt. Auf der seitlichen Aufnahme war eine klar umschriebene, kontrastreiche Speicherung zu erkennen. Bei der quantitativen Auswertung mit dem SI-Programm von



**Abb. 5:** Intensive Anreicherung der knochengängigen Markierung im Strahlbeinareal. Es handelt sich um die soleare Ansicht des linken Vorderhufs. Das Pferd zeigte eine mittelgradige Trablahmheit vorne links.

High accumulation of the imaging agent in the navicular area. Solear view of the left front hoof. Clinically the horse was lame (2/3) in the left front.

HERMES wurden für die ROI-Technik Speicherquotienten zwischen 0.16 und 0.72, mit dem Aktivitätsprofil solche von



**Abb. 6:** Seitliche Ansicht der radioaktiven Traserverteilung in der linken Vordergliedmasse von einem Pferd mit klinischen Symptomen einer Strahlbeinlahmheit. Beachte die umschriebene Speicherung im Strahlbein.

Lateral bone scan of the left distal forelimb of a horse showing typical clinical signs of navicular lameness. Pay attention to the focal accumulation in the navicular bone.

0.50 und 0.88 berechnet. Die sechs restlichen Pferde wiesen Speicherquotienten von 0.34 bis 1.35 für die ROI und 0.62 bis 1.34 für das Schnittprofil auf. Die Speicherung war aber eindeutig diffuser und auf den seitlichen Aufnahmen weniger kontrastreich. Bei den als normal beurteilten Hufen

lagen die Werte zwischen 0.31 und 1.44 für die ROI und zwischen 0.65 und 1.35 für den Schnitt. Die Grenze der Speicherung im Strahlbeinareal war hier oftmals überhaupt nicht zu erkennen.

## Diskussion

Die Knochenszintigraphie hat in der Diagnostik der Podotrochlose einige neue Erkenntnisse gebracht. Gesunde Pferde weisen in der Regel keinen vermehrten Knochenstoffwechsel im Strahlbeingebiet auf. An Podotrochlose leidende Tiere mit Röntgenveränderungen haben sehr hohe und intensive Anreicherungen im Strahlbein. Diese Erkenntnis ist bei der Beurteilung von fraglichen Röntgenveränderungen hilfreich. Weist ein Pferd mit einem Röntgenbefund keine vermehrte Stoffwechselaktivität im Strahlbein auf, dann ist die klinische Bedeutung der Röntgenveränderung nicht gegeben. In Ausnahmefällen kann bei sehr weit fortgeschrittenen Fällen auch ein Negativkontrast (keine Speicherung) beobachtet werden. Bei unseren Untersuchungen ist aber auch eine weitere Gruppe in Erscheinung getreten, welche vermehrten Einbau der knochengängigen Verbindung im Strahlbein zeigten ohne klinische Anzeichen einer Lahmheit oder Röntgenveränderungen zu haben. Die Hoffnung lag hier nahe, dass sich das Strahlbein des Pferdes ähnlich wie Knochenmetastasen beim Menschen verhalten würde. Nämlich, dass die erhöhte Knochenaktivität im Szintigramm lange vor der radiologischen oder klinischen Manifestation der Erkrankung beobachtet werden könnte (Charles 1968). Die Verlaufsuntersuchungen haben aber gezeigt, dass nur ein Teil der erhöhten Aktivität als Frühzeichen einer Podotrochlose aufgefasst werden darf. Der andere Teil hat andere Ursachen.

Mit den Ergebnissen der Gruppe 2 lässt sich demonstrieren, dass zum Beispiel durch Überbelastung einer Gliedmasse infolge einer Fraktur auf der gegenüberliegenden Seite, ein massiv vermehrter Knochenumbau im Strahlbein ausgelöst wird. Auch bei Springpferden mit extremer Belastung ist sehr oft ein sehr intensiver Stoffwechsel im Strahlbein nachzuweisen, welcher nicht zur Manifestation der Podotrochlose führt.

Eine vermehrte Speicherung im Strahlbein darf somit beim Fehlen von klinischen Symptomen und radiologischen Veränderungen nicht mit der Podotrochlose gleichgesetzt werden. Wir bezeichnen dieses Speichermuster unverfänglich als Strahlbeinirritation.

Mit weiteren technischen Mittel wird heute versucht, die Intensität der Speicherung im Strahlbein zu quantifizieren. Übersteigt die Speicherung im Strahlbein die Aktivität im Hufbeinast um mehr das Doppelte, kann ein krankhafter Prozess (Podotrochlose, Bursitis podotrochlearis, etc.) vorliegen. Ob eine derartige Speicherung als Frühsymptom eines Podotrochlosesyndroms zu verstehen ist, hängt aber von verschiedenen Faktoren ab. Wichtig ist die Art der Anreicherung (fokal, diffus), der Aktivitätsunterschied zum Hufbeinast und ob die Anreicherung auch auf der seitlichen Aufnahme klar zu erkennen ist. Die scharf umschriebenen Anreicherungen im Zentrum des Strahlbeines haben sich



als bedeutungsvoller erwiesen als die mehr diffusen Formen. Die Speicherung kann aber auch beim fokalen Muster nur vorübergehend auftreten.

Bei fünf Pferden aus der letzten Gruppe war die Anreicherung sehr intensiv und auf den Sagittalkamm beschränkt. Auf der seitlichen Aufnahme war die Anreicherung ebenfalls sehr auffällig. Alle fünf Pferde wurden mit Beschlagskorrekturen, Weidegang und Ruhigstellen sowie teilweise auch antiinflammatorischer Medikation behandelt. Eine dauerhafte Besserung der Lahmheit konnte aber nicht erreicht werden. Die szintigraphische Untersuchung und Auswertung konnte in diesen Fällen zwar nicht eine eindeutige Diagnose liefern, sie hat aber die schwerwiegende Erkrankung richtig erkannt.

Die Zahlenwerte der Speicherquotienten, welche mit dem SI-Programm berechnet wurden, wirken auf den ersten Blick verwirrend und wenig überzeugend. Die Werte der verschiedenen Gruppen überlappen sich stark. Sehr häufig sind auch die Hufbeinäste innen und aussen nicht gleich aktiv. Erst mit der visuellen Auswertung der Szintigraphie kann die Bedeutung des berechneten Speicherquotienten richtig eingeschätzt werden. Es hat sich auch gezeigt, dass bei den eindeutigen Fällen die Speicherquotienten des Schnittprofils und der ROI sich ähnlich verhalten. Grosse Unterschiede zwischen den beiden Bestimmungsmethoden deuten auf anatomische Abnormitäten.

Als unrichtig hat sich unsere alte Hypothese erwiesen, dass Strahlbeine von gesunden Pferden weniger intensiv oder maximal gleich intensiv speichern wie die Hufbeinäste. Der Normalbereich ist grösser. Speicherquotienten von 0.8 bis 1.5 und mehr sind wahrscheinlich die korrekten Grenzwerte.

Als verdächtig oder pathologisch zu werten, sind Speicherquotienten  $< 0.5$  anzusehen. Wir empfehlen derartige Fälle mit späteren Untersuchungen zu überwachen.

Die Knochenszintigraphie ist eine extrem sensible Untersuchungsmethode und in der Lage, auch kleinste Störungen des Knochenstoffwechsels nachzuweisen. Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass durch Überbelastung einer Gliedmasse beispielsweise durch Fraktur der gegenüberliegenden Seite oder bei intensiver Ausbildung umschrieben erhöhte, vorübergehende Speicherungen im Strahlbein ausgelöst werden können. Der positive Ausfall der szintigraphischen Untersuchung des Strahlbeins bedeutet somit

nicht den sicheren Nachweis einer Podotrochlose. Ein vorübergehender, erfolgreicher Reparationsvorgang oder ein physiologisch bedingter Umbau kann ebensogut vorliegen. Mit dem heute verwendeten Untersuchungsprotokoll (Pool- und Spätphase) und rechnergestützten Auswerteverfahren wie Subtraktion der Poolphase von der Spätphase sowie der Berechnung von Aktivitätsprofilen und Speicherquotienten mit der ROI-Technik ist es aber in vielen Fällen möglich, die bedeutenden von den unbedeutenden Fällen zu unterscheiden. Die Knochenszintigraphie muss in jedem Fall mit der klinischen und einer sorgfältigen Röntgenuntersuchung ergänzt werden.

Aus diesen Tatsachen geht klar hervor, dass die Knochenszintigraphie nie für sich alleine angewendet werden darf. Sie sollte immer mit einer gründlichen klinischen und radiologischen Untersuchung verbunden sein. Bei der Röntgenuntersuchung genügt es zudem nicht, nur eine seitliche Übersichtsaufnahme und eine Oxspringaufnahme zu verwenden. Es sollten in jedem Fall qualitativ hochwertige Aufnahmen des Strahlbeines aus drei verschiedenen Projektionsrichtungen (lateral, dp, tangential) für die Beurteilung zur Verfügung stehen. Als wichtigstes Röntgenzeichen hat sich die Sklerosierung der Strahlbeinspongiosa erwiesen, die bei über 80% der an Podotrochlose erkrankten Pferde zu finden ist.

## Literatur

- Charkes, N. D., Young I. und Sklaroff, D. M. (1968): The pathologic basis of the strontium bone scan. J. Am. Med. Assoc. 206, 2482-2490
- Ueltschi, G. (1983): Podotrochlose Wert und Häufigkeit röntgenologisch nachweisbarer Veränderungen am Strahlbein. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 96, 308-313
- Ueltschi, G. (1977): Bone and joint imaging with  $^{99m}\text{Tc}$  labelled phosphates as a new diagnostic aid in veterinary orthopedics. J. Amer. Vet. Rad. Soc. 18, 80...84
- Ueltschi, G. (1980): Die Skelettszintigraphie beim Pferd. Habil. Bern

Prof. G. Ueltschi

Klinik für Nutztiere und Pferde  
Abt. für Radiologie und Nuklearmedizin  
Universität Bern  
Langgass-Strasse 124  
CH-3012 Bern