

Die Skelettszintigraphie beim Pferd

1. Teil: Einführung

G. Ueltschi

Abteilung für Radiologie (Professor Dr. G. Ueltschi)
der Klinik für Nutztiere und Pferde
(Direktor: Professor Dr. H. Gerber)
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Bern

Einleitung

Nach unseren nun 13jährigen Erfahrungen erzielen szintigraphische Untersuchungen bei vielen Lahmheiten des Pferdes außerordentlich wertvolle Ergebnisse. Die Szintigraphie ist eine Untersuchungsmethode, bei der mit äußeren Detektoren die Verteilung und der Stoffwechsel inkorporierter radioaktiver Verbindungen beobachtet wird. Von den Kameraherstellern werden in zunehmendem Maße auch Tierärzte angegangen, um ihnen ältere, revidierte, zum Teil aber auch veraltete Geräte zu verkaufen. Dieser Beitrag will auf bestimmte Fragen und Probleme hinweisen, die bei der Anschaffung einer Gammakamera und beim Einstieg in die Nuklearmedizin auftreten.

Um szintigraphische Untersuchungen durchführen zu können, müssen verschiedene gesetzliche Anforderungen erfüllt werden. Der Umgang mit radioaktiven Stoffen erfordert einen Fähigkeitsausweis, der je nach Land in einem speziellen Kurs oder in Form eines Ausbildungsaufenthaltes an einer anerkannten nuklearmedizinischen Abteilung erworben werden muß.

In baulicher Hinsicht sind die Auflagen des Strahlenschutzes zu erfüllen. Diese differieren in den einzelnen Ländern nur geringfügig. Verlangt wird ein C-Labor zur Handhabung und Markierung der radioaktiven Stoffe sowie ein Raum zur Applikation und Untersuchung. Schließlich werden oft auch zusätzliche, separierte Ställe verlangt, in denen die radioaktiv markierten Tiere für eine bestimmte Zeit untergebracht werden müssen. Diese Ställe sind unter Umständen mit Auffangvorrichtungen für die radioaktiven Exkremate zu versehen. Für Interessenten ist es ratsam, die Fragen des Strahlenschutzes mit den zuständigen Behörden vor den eigentlichen Investitionen abzuklären und sich über die speziellen Anforderungen genau zu informieren.

Die Gammakamera

Die Gammazintillationskamera nach Anger, häufig als Gammakamera, Szintillationskamera oder Kamera bezeichnet, ist ein Meßinstrument, mit dem Gammastrahlen registriert werden können. Sie besteht aus dem Kamera- oder Meßkopf und der Steuer- und Auswertelektronik.

Zusammenfassung

In diesem einleitenden Beitrag wird versucht, auf gewisse Probleme bei der Einführung nuklearmedizinischer Untersuchungsmethoden einzugehen. Die damit verbundenen Investitionen (Apparate, Bauten, Ausbildung) werden kurz beleuchtet.

Der Aufbau der Gammazintillationskamera wird erklärt und auf die beim Kauf entscheidenden Kriterien hingewiesen. Weiter wird das Prinzip des Radionuklidgenerators dargestellt, und die geeigneten knochengängigen Markierungssubstanzen werden aufgeführt. Die Schwierigkeiten beim Anfertigen von szintigraphischen Bildern sowie die verschiedenen Untersuchungsmöglichkeiten werden aufgezeigt.

Skeletal Scintigraphy in the Horse Part I: Introduction

A number of problems will arise by the introduction of nuclear medicine examination techniques in equine orthopedics. Important aspects of the equipment and training are discussed. The gammascintillationcamera is briefly explained also revealing some of the maintenance problems. The working principle of the Tc-99m-generator system and the radioactive labeling techniques are demonstrated. The last section deals with the imaging techniques and the examination procedure for the demonstration of the equine skeleton.

Im Meßkopf befindet sich ein 10 bis 15 mm dickes NaJ-Kristall mit einem Durchmesser von mindestens 30 cm. Das Kristall ist mit Thallium aktiviert. Beim Absorptionsvorgang von Gammaquanten im Kristall entstehen Lichtblitze, die von nachgeschalteten Elektronenvervielfachern aufgrund des photoelektrischen Effektes in Strom umgewandelt und verstärkt werden. Je nach Größe des Kristalls sind auf ihm 19 bis 61 Photomultiplier (PM) hexagonal angeordnet. Ein Absorptionsvorgang im Kristall wird von allen PM registriert, wobei die Stärke des Signals mit dem Quadrat der Entfernung vom Ursprung abnimmt. Durch geeignetes Zusammenschalten der PM läßt sich der Ort der Absorption genau bestimmen und auf einem Oszilloskop sichtbar machen.

Voraussetzungen bei gebrauchten Kameras

Gammakameras sind sehr teuer. Auch ältere Geräte kosten noch stolze Summen. Ihre Anschaffung muß deshalb gründlich überlegt werden. Beim Kauf einer gebrauchten, vielleicht sogar revidierten Kamera ist darauf zu achten, daß die wichtigsten Ersatzteile wie Elektronenvervielfacher (PM) und das Kristall noch während längerer Zeit erhältlich bleiben. Bei älteren Analog-Gammazintillationskameras sind oft die PM nicht mehr erhältlich. Beim Ausfall eines einzigen PM kann das Gerät dann nicht mehr repariert werden. Der Zustand der Photomultiplier aber ist für die Leistungsfähigkeit der Gammakamera von entscheidender Bedeutung. Eine Strahlenquelle, die etwas größer ist als der Kamerakopf und überall die gleiche Aktivität aufweist — man bezeichnet diese Quelle als Flachphantom —, sollte von der Kamera überall gleichmäßig aufgenommen werden. Abweichungen vom optimalen Wert dürfen 10 % nicht überschreiten. Größere Abweichungen von diesem Idealzustand können durch Abgleichen der Photomultiplier korrigiert werden. Neue Gammakameras führen die

sen Abgleich automatisch durch. Bei alten Photomultipliern ist jedoch die Korrektur oft nur noch unvollständig möglich. Das Untersuchungsfeld wird dann nicht mehr überall gleichmäßig erfaßt. Echte Aktivitätsunterschiede im Patienten werden unter ungünstigen Bedingungen entweder nicht mehr erfaßt oder überbetont.

Außerordentlich wichtig ist die Beweglichkeit des Gerätes. Untersuchungen an den Extremitäten sollten am stehenden Tier durchführbar sein. Die Kamera muß somit überall leicht an das Tier herankommen können. Wenn sich Untersuchungsobjekt und Kamerakopf berühren, liegen optimale Aufnahmebedingungen vor. Für die Überprüfung der Knochenaktivität im Strahl- und Hufbereich müssen die Hufe auf den Kamerakopf gehalten werden. Die tiefste Lage des Kamerakopfes mit Sicht nach oben darf deshalb nicht höher sein als etwa 50 cm. Je größer der Kamerakopf ist, um so unbeweglicher werden die Geräte. Am besten bewährt haben sich kardanisches aufgehängte Kameraköpfe mit einem Durchmesser des Aufnahmefeldes von 30 cm. Sogenannte Großfeldkameras mit Aufnahmefelddurchmessern von bis zu 60 cm sind nur mit großem technischem Aufwand an die speziellen veterinärmedizinischen Bedürfnisse anzupassen. Die Kamera muß mit einem Speicheroszilloskop ausgerüstet sein. Das Speicheroszilloskop dient dazu, die Lagerung des Untersuchungsobjektes und die Einstellung des Kamerakopfes zu überprüfen.

Kollimatoren

Die Wahl der Kollimatoren ist für die praktische Anwendung ebenfalls von großer Bedeutung. Kollimatoren sind richtungsempfindliche Abschirmungen, meistens aus Blei, die eine Verbesserung der Auflösung bewirken. Sie erfüllen eine ähnliche Funktion wie die Linse beim Fotoapparat. Es werden verschiedene Typen von Kollimatoren unterschieden. Für Untersuchungen am Pferd, welche mit Technetium als radioaktivem Label durchgeführt werden, kommen der niederenergetische hochempfindliche Kollimator und der niederenergetische hochauflösende Kollimator in Betracht. Die beiden Kollimatoren unterscheiden sich durch ihr Auflösungsvermögen und die Zeit, die sie brauchen, um eine bestimmte Anzahl von Zählimpuls zu registrieren. Der hochauflösende Kollimator weist wesentlich zahlreichere, aber viel kleinere, strahlungsdurchlässige Bohrungen auf als der hochempfindliche. Die Zählzeit verlängert sich beim Einsatz des hochauflösenden Kollimators um mindestens das Fünffache. Zu Beginn ist es deshalb sinnvoller, auf den hochauflösenden Kollimator zu verzichten und das Gerät nur mit dem niederenergetischen hochempfindlichen Kollimator auszurüsten. Die hohe Auflösung wird erst bei der Untersuchung der großen Gelenke und des Rückens benötigt. Bei den Extremitäten ist es dagegen wünschenswert, die Untersuchung in möglichst kurzer Zeit durchführen zu können.

Dokumentation

Die Dokumentation der Ergebnisse ist ebenfalls wichtig. Im einfachsten Fall wird die szintigraphische Untersuchung auf Polaroidbildern gespeichert. Dabei werden alle

Zählimpulse auf dem Schirm des Oszilloskops während der Dauer der Untersuchung mit einer Sofortbildkamera fotografiert. Je nach der Größe des Untersuchungsobjektes und dessen Aktivität müssen Blendenöffnung oder Helligkeit des Oszilloskopsignals verändert werden. Diese Einstellungen müssen vor den eigentlichen Untersuchungen am Patienten eingeübt werden! Gravierende Nachteile des Polaroidsystems sind der begrenzte Schwärzungsumfang und die kleinen Bilder. Etwas bessere Resultate als mit Sofortbildaufnahmen erzielt die Registrierung mit Röntgenfilm. Dazu werden spezielle Oszilloskopkameras verwendet, die mit Filmkassetten bestückt werden, wie sie in der Berufsfotografie üblich sind (Grafflock-Kassetten). Die Filmkassetten enthalten einen speziellen Röntgenfilm. Die Registrierung auf Röntgenfilm ermöglicht eine nachträgliche Variierung des Bildumfangs durch Ändern der Betrachtungshelligkeit. Der brauchbare Schwärzungsumfang liegt ungefähr zwischen D 0,2 bis D 2,0. Weil die Fähigkeit des menschlichen Auges, kleine Dichteunterschiede zu erkennen, am größten im unteren Teil der sensitometrischen Kurve ist, wird empfohlen, die maximale optische Dichte eines Fotoscans zwischen 1,0 bis 1,4 anzusetzen. Auch hier empfiehlt es sich, Vorversuche durchzuführen.

Datenspeicherung

Die Untersuchungsdaten können natürlich auch in nuklearmedizinischen Rechnern registriert und gespeichert werden. Die elektronische Datenverarbeitung ermöglicht, die Beurteilung auf vielfache Weise zu modifizieren. Gute Rechner sind aber fast so teuer wie die Gammakamera selbst. Heute werden Kamera und Rechner mit entsprechender Software oft als Einheit angeboten. Eine weitere Möglichkeit zur Bildregistrierung sind die sogenannten Formatter, teure elektronische Geräte, die das Signal des Kathodenstrahloszilloskops übernehmen, speichern und entsprechend den Wünschen des Betrachters weiter modifizieren.

Radioaktive Substanz

Als radioaktives Label sollte aus Gründen des Strahlenschutzes nur Tc-99m verwendet werden. Tc-99m ist ein künstliches Radioisotop mit einer Halbwertszeit von 6 Stunden und Gammaenergien von 140 und 142 keV. Man gewinnt es aus einem Radionuklidgenerator, einem Herstellungssystem für Radionuklide, bei dem ein langlebiges Mutternuklid in ein kurzlebige Tochter nuklid zerfällt. Im Fall von Tc-99m ist das Mutternuklid Mo-99 mit einer Halbwertszeit von 67 Stunden. Aufgrund unterschiedlicher chemischer Eigenschaften kann die gebildete Tochter in einer Generatorsäule (Chromatographiesäule) vom Ausgangsprodukt abgetrennt werden. Zur Abtrennung wird beim Tc-99m Kochsalzlösung verwendet. Da das Tochter nuklid laufend durch den radioaktiven Zerfall gebildet wird, läßt sich der Generator wiederholt „melken“ (eluieren). In Abb. 1 ist das Prinzip des Mo-99-Tc-99m-Generators dargestellt. Nach unseren Erfahrungen wird für die Markierung von knochengängigen Substanzen beim Pferd zwischen 2,96 bis 4,44 GBq (Giga-Becquerel) (80 bis 120

mCi) Tc-99m benötigt. Der Generator muß in seiner Aktivität so gewählt werden, daß am Ende einer Untersuchungsreihe gerade noch ein Pferd bequem markiert werden kann. Für die Bestimmung der Aktivität benötigt man einen Isotopenkalibrator.

Abschirmungen für Tc-99m

Das eluierte Tc-99m wird in Glasflaschen aufgefangen. Bei frisch gelieferten Radionuklidgeneratoren ist die eluierbare Aktivität sehr hoch. Die Glasflaschen, welche das Tc enthalten, müssen deshalb mit Ummantelungen aus Bleiglas oder Blei abgeschirmt werden. Das Per technet, welches zur Markierung von Substanzen verwendet wird, sollte ebenfalls nur mit abgeschirmten Injektionsspritzen gehandhabt werden. Alle Abschirmungen müssen vor der ersten Untersuchung und vor den ersten Versuchen angeschafft werden. Um sich unnötiger Bestrahlungen zu entziehen, ist es sinnvoll, die bei der Markierung notwendigen Handgriffe mit inaktivem Material einzuüben.

Markierung des Knochensystems

Zur Markierung des Knochensystems verwenden wir entweder Methylendiphosphat (MDP), das von vielen Herstellern in guter Qualität angeboten wird, oder 3,3-Diphosphono-1,2-propandicarbonsäure (DPD) von der Firma

Hoechst. Beide Substanzen markieren das Knochensystem des Pferdes sehr gut, wobei behauptet wird, daß die pathologischen Läsionen durch das DPD eher noch besser „angefärbt“ werden. Die Markierung wird erreicht, indem das Per technet in die Flasche mit Markierungssubstanz, z. B. MDP, gebracht wird. Zur Reaktion werden nach den Beipackzetteln fünf Minuten benötigt. Nach dieser Zeit ist das Radiopharmakon für die Untersuchung bereit. Die Haltbarkeit einer angesetzten Lösung beträgt bis zu sechs Stunden. Das Radiopharmakon wird dem Pferd in die Jugularvene injiziert.

Applikation und Messung

Die Injektionsgeschwindigkeit hängt von der geplanten Art der Untersuchung ab. Mit einem nuklearmedizinischen Rechner läßt sich die Verteilung des Radiopharmakons von Beginn an verfolgen (dynamische Untersuchung). Die erste Phase, bei der sich das Radiopharmakon in den Blutgefäßen befindet, bezeichnet man als Radionuklidangiogramm (RNA). Das RNA zeigt die Blutgefäße im Untersuchungsfeld und ermöglicht Aussagen über ihre Durchgängigkeit. Gute RNA erreicht man durch sehr schnelles Injizieren des Radiopharmakons (sogenannte Bolus-Injektion). Nach der Injektion des Radiopharmakons vergehen etwa 20 bis 40 Sekunden, bis die Front des Radiopharma-

Röntgen

Atomscope 100 PR-A: transportables Hochleistungs-Röntgengerät 100 KV-60 mA. Kürzeste Belichtungszeiten, beste Bildqualität (Vierventiler).

Ultraschall

SSD-210 DX II (Hellige). Tragbares Gerät mit spez.-vet. Schallkopf 3,5 oder 5 Mhz. Überragende Bildauflösung sowie Dokumentationsmöglichkeiten.

Thermographie Neu

NovaTherm (USA-Standard). Entzündungen und Durchblutungsstörungen an den Extremitäten beim Pferd.
Hochinteressant für den Tierarzt.

Gierth GmbH, Röntgen- und Elektromedizin, Praxisbedarf
Löwengasse 13, 6078 Neu-Isenburg, Telefon (0 61 02) 3 47 44 oder (0 60 81) 4 21 79

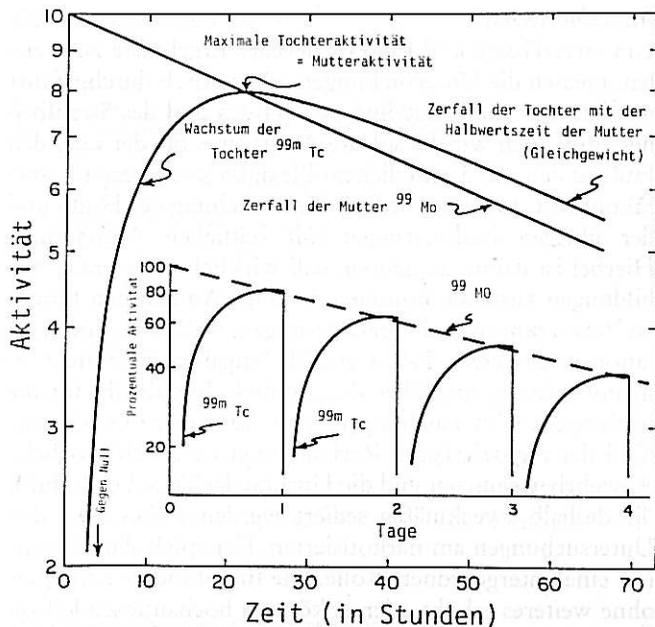


Abb. 1: Zerfall des Mutternuklids Mo-99 und Wachstum des Tochter-nuklids Tc-99m. Es wird angenommen, daß zu Beginn nur Mo-99 vorliegt. Im Einschub wird das radioaktive Wachstum von Tc-99m dargestellt, wenn das Generatorsystem einmal pro Tag eluiert wird.

kons in den Gefäßen des Vorderhufs angelangt ist. Eine zweite Untersuchung kann wenige Minuten nach der intravenösen Applikation erfolgen. Diese Studie bezeichnet man als Pool oder zweite Phase. Hier befindet sich das Radiopharmakon zwischen den Blutgefäßen und dem Zielorgan. Es handelt sich um eine statische Studie, bei der eine bestimmte Zahl von Zerfallsereignissen realisiert wird. Die zweite Phase liefert zur Differenzierung von Entzündungen wichtige Informationen und gibt Aufschlüsse über die Mitbeteiligung der Weichteile z. B. an Osteoarthropathien. 2 bis 4 Stunden nach der intravenösen Applikation des Radiopharmakons kann das Spätbild oder die metabolische Phase registriert werden, ebenfalls eine statische Untersuchung. Die Erkennbarkeit der abgebildeten Strukturen in einer statischen Studie wird durch die Anzahl der gespeicherten Zählimpulse bestimmt. Bei Knochenmarkierungen ist nach 2 bis 4 Stunden das Radioaktivitätsverhältnis von Knochen zu Weichteilen sehr hoch, und die einzelnen knöchernen Strukturen lassen sich gut erkennen. Das Knochenzintigramm wird besser, wenn die Untersuchung spät durchgeführt wird (nach 3 bis 4 Stunden). Die Zählrate wird allerdings dann kleiner.

Auf dem szintigraphischen Bild erscheint die registrierte Radioaktivität im Knochen als Ansammlung weißer Punk-

Tab. 1: Zusammenstellung der Meßparameter von skelettszintigraphischen Untersuchungen (Pferd)

Körperregion	Lage des Detektors	Aufnahmebedingung	Kollimator	Impulszahl
Endphalangen	lateral (L)	stehend	HSLE	400 000
Huf, Strahlbein Fesselgelenk	dorsal (D)	stehend	HSLE	400 000
	solear (S)	stehend	HSLE	200 000
	lateral (L)	stehend	HSLE	400 000
Metakarpus, Metatarsus Karpus	dorsal (D)	stehend	HSLE	400 000
	palmar/plantar	stehend	HSLE	400 000
	lateral (L)	stehend	HSLE	400 000
Radius Ellbogengelenk Humerus	lateral (L)	stehend	HSLE	400 000
	dorsal (D)	stehend	HSLE	400 000
Schultergelenk	lateral (L)	stehend	HSLE	400 000
	lateral (L)	liegend	HRLE	1 000 000
	lateral (L)	stehend	HSLE	1 000 000
	kranial (C)	stehend	HSLE	1 000 000
Scapula Tarsus	lateral (L)	stehend	HSLE	400 000
	lateral (L)	stehend	HSLE	400 000
	medial (N)	liegend	HRLE/HSLE	400 000
Tibia	kranial (C)	stehend	HSLE	400 000
	plantar (CD)	stehend	HSLE	400 000
	lateral (L)	stehend	HSLE	400 000
	medial (N)	liegend	HSLE	400 000
Kniegelenk	lateral (L)	stehend	HSLE	1 000 000
	lateral (L)	liegend	HRLE	1 000 000
	kranial (CR)	liegend	HRLE	1 000 000
Femur Hüftgelenk Sakroiliakgelenk Ileum LWS THWS hinten THWS vorne HWS Schädel	lateral (L)	stehend/liegend	HSLE	1 000 000
	schräg dorsal (LO)	liegend	HRLE	1 000 000
	dorsal (D)	liegend	HRLE	1 000 000
	dorsal (D)	liegend	HRLE	1 000 000
	schräg dorsal (LO)	liegend	HRLE	1 000 000
	schräg dorsal (LO)	liegend	HRLE	1 000 000
	lateral (L)	liegend	HRLE	1 000 000
	lateral (L)	liegend	HRLE	1 000 000
	lateral (L)	liegend	HRLE	1 000 000
	dorsal (D)	liegend	HRLE/HSLE	1 000 000
	dorsal (D)	liegend	HRLE	1 000 000
	schräg lateral (LO)	liegend	HRLE	1 000 000

HSLE: Hochempfindlicher niederenergetischer Kollimator
HRLE: Hochauflösender niederenergetischer Kollimator

te, auf dem Röntgenfilm hingegen ist sie durch dunkle Punkte dargestellt. Die Knochenenden (Epiphysen, Metaphysen) sind immer besser markiert als die Diaphysen. Bestimmte Ursprungs- und Ansatzstellen von Muskeln und Sehnen weisen ebenfalls einen sehr ausgeprägten Knochenumbau auf, was zu hoher Konzentration des Radiopharmakons führt.

Aktivitätsunterschiede

Abweichungen vom normalen Knochenstoffwechsel fallen entweder durch eine höhere Konzentration des Radiopharmakons oder durch eine verminderte Speicherung auf. Im deutschen Sprachgebrauch spricht man bei der vermehrten Anreicherung auch von „positivem Kontrast“. Der „negative Kontrast“ bezeichnet eine Stelle, die schlechter als üblich markiert ist. Auf Sofortbildern müssen die Aktivitätsunterschiede in der Regel etwa 20 % betragen, um als solche erkannt zu werden. Auf Röntgenfilm dagegen sind schon Aktivitätsunterschiede von weniger als 10 % wahrnehmbar. Wie groß diese Unterschiede sein müssen, um eindeutig als pathologisch zu gelten, hängt vom untersuchten Gebiet ab. In der Humanmedizin geht man davon aus, daß pathologische Veränderungen mehr als 25 % Aktivitätsunterschied zu normalen Geweben aufweisen. Diese relativ große Differenz berücksichtigt das Rekrutierungsphänomen der Knochenkapillaren. Es besagt, daß im Normalzustand im Knochen nur etwa 70 bis 75 % der Osteone an die Zirkulation angeschlossen sind. Durch Stimulierung des Parasympathicus können die ruhenden Osteone aktiviert und das Speicherungsverhalten verändert werden. Beim Pferd ist das Markierungsverhalten an den Gliedmaßen oft noch durch eine weitere Besonderheit kompliziert. Bei 10 bis 20 % der untersuchten Pferde stellen wir unterhalb des Karpus bzw. des Tarsus eine schlechte Markierung der Knochen fest. Besonders bei älteren Pferden wird diese Erscheinung häufiger. Die krankhaften Veränderungen sind aber auch bei schlechter Knochenmarkierung anhand des positiven Kontrasts zu erkennen. Unter der Wirkung von gefäßerweiternden Medikamenten wie Isoxsuprin oder Prazosin lassen sich die distalen Gliedmaßen normal markieren. Die Ursachen der ungenügenden Knochenmarkierung sind nicht bekannt. Nach Roesler (1987) sind ähnliche Erscheinungen beim Menschen durch Medikamente nicht auszulösen.

Aufnahmetechnik

Um zuverlässige und reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen, müssen die Untersuchungen schematisch durchgeführt werden. Für die Darstellung des Hufes und des Strahlbeines empfehlen wir die soleare Aufnahme, bei der man den Huf auf den mit 5 mm dickem Plexiglas geschützten Kamerakopf hält. Ergänzt wird die Untersuchung des Hufes und der übrigen Endphalangen mit seitlichen Aufnahmen. Hierbei ist darauf zu achten, daß wirklich orthograde Abbildungen zustande kommen. Schräge Aufnahmen führen zu Verzerrungen und Überlagerungen, welche die Interpretation erschweren. Tab. 1 enthält Angaben über die Aufnahmerichtung und über die optimale Impulszahl für die wichtigsten Untersuchungen. Am stehenden Tier ist die Zahl der registrierbaren Zerfallereignisse durch mögliche Abwehrbewegungen und die Unruhe die Tiere beschränkt, die deshalb zweckmäßig sediert werden sollten. Bei den Untersuchungen am narkotisierten Tier spielt die Zählzeit nur eine untergeordnete Rolle. Die Impulsdichte kann hier ohne weiteres erhöht oder es können hochauflösende Kollimatoren eingesetzt werden.

Nach der Untersuchung wird das Tier separiert aufgestellt. Die Rückgabe an den Besitzer erfolgt erst, wenn die Dosisleistung im Abstand von 30 cm von der Oberfläche des Tieres überall unter 3 mR/h gesunken ist.

Literatur

- Freeman, L. M., und Johnson, Ph. M. (1975): Clinical Scintillation Imaging. Second Edition, Grune & Stratton, New York, San Francisco, London.
 Roesler, H. (1987): Persönliche Mitteilung, Nuklearmedizinische Abteilung des Inselspitals Bern.
 Ueltschi, G. (1980): Die Skelettszintigraphie beim Pferd. Habilitationsschrift, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Bern.
 Winkel, K. zum (1975): Nuklearmedizin. Heidelberger Taschenbücher Nr. 167, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.

Prof. Dr. G. Ueltschi
 Klinik für Nutztiere und Pferde
 Länggass-Str. 124
 Universität Bern
 CH-3012 Bern

21. bis 27. März 1987, Phoenix, USA

25. bis 28. März 1987, Genf

15. bis 18. Mai 1987, Peking

54. Jahrestagung der American Animal Hospital Association

Kontaktadresse: American Animal Hospital Association, PO Box 15899 Denver, CO 80215-0899, Tel. (001 303) 279 2500

Kongreß über Pferdechirurgie und Pferdesportmedizin

Veranstalter: Schweizerische Vereinigung für Pferdemedizin
 Kontaktadresse: Kongreßbüro, case postale 16, CH-1241 Puplinge-Genève

1. Internationaler Kongreß über Veterinär-Akupunktur

Kontaktadresse: Prof. Yu Chuan, College of Veterinary Medicine, Peking Agricultural University, Volksrepublik China