

Kernspintomographie in der Pferdemedizin

Praktische Anwendung – theoretische Grundkenntnisse

Dr. Kai Kreling, Tierärztliche Klinik Binger Wald, Waldalgesheim

Die Pferdemedizin hat in den letzten 20 Jahren einen enormen Fortschritt gemacht. Neben einem deutlich verbesserten „know-how“ der Pferdepraktiker, die sich heute fast ausschließlich nur noch mit dem Pferd beschäftigen, ist auch in der Apparatemedizin einiges passiert. Röntgen, Ultraschall und Endoskopie gehören heute zu den täglich und routinemäßig angewandten Untersuchungstechniken. Die Qualität der Geräte entspricht weitgehend der in der Humanmedizin angewandter Technik.

Der materielle und auch emotionelle Wert des heutigen Reitpferdes ist ebenfalls deutlich angestiegen. Die Ansprüche an den Pferdeterarzt von heute sind aus diesem Grunde völlig andere als noch vor einigen Jahren. Es reicht nicht mehr mit einem Kofferchen mit einigen Medikamenten durchs Land zu reisen. Neben den oben beschriebenen Diagnostikmöglichkeiten wie Röntgen, Ultraschall und Endoskopie werden in zunehmendem Maße auch Szintigraphie und Computertomographie in Anspruch genommen. Jüngstes Mitglied in der Reihe der „hightec“ Diagnostika ist der Kernspintomograph oder MRI (engl.: Magnetic Resonance Imaging) = Magnetresonanzbildverfahren. Die Kernspintomographie gehört nicht zu den routinemäßig eingesetzten Untersuchungsmethoden. Der Kernspin, wie dieses Gerät auch in der Umgangssprache bezeichnet wird, wird zur Zeit im Bereich der distalen Gliedmaße und dem Kopf des Pferdes zur differenzierten Diagnostik eingesetzt. Die distale Gliedmaße kann mittlerweile auch am stehenden sedierten Pferd untersucht werden. Hierfür gibt es bestimmte Geräte, wie es zum Beispiel in der Pferdeklunik Burg Muggenhausen benutzt wird.

Bei anderen Geräten z.B. zur Untersuchung der Halswirbelsäule wird das Pferd in Narkose gelegt und mit dem zu untersuchenden Körperteil in eine Röhre mit ca. 60 cm Durchmesser geschoben. Während einer durchschnittlichen Untersuchungszeit von ca. 30 Minuten können Gewebeschichten differenziert bildlich dargestellt werden. Die Technik die hinter einem Kernspintomographen steht ist aufwendig. Einige theoretische Grundkenntnisse und Hintergrundinformationen gehören dazu, um Kernspinbilder interpretieren zu können.

Basis des Kernspintomographen ist ein großer Magnet, der unterschiedliche Stärken haben kann. Beim MRT am stehenden Pferd kommt ein Magnetfeld mit der Stärke 0,4 Tesla zum Einsatz, während andere Geräte auch stärkere Magnetfelder erzeugen können.

Das Magnetfeld beeinflusst die Protonen (Kerne der Wasserstoffatome) und richtet sie, ähnlich wie eine Kompassnadel entlang des Magnetfeldes in einer Ebene aus. Das Proton rotiert dabei wie ein Kreisel um seine eigene Achse. Man bezeichnet dies auch als „Spin“ (englisch „to spin“ = sich drehen). So ist auch leicht zu verstehen, warum dieses Gerät als „Kernspin“-tomograph bezeichnet wird. Durch diese spezielle Drehbewegung entsteht ein magnetisches Feld um das Proton. Der individuelle Spin – Drehfrequenz eines Protons ist im Gegensatz zu einem Kreisel nicht variabel. Er ist immer gleich stark und kann nicht beschleunigt oder abgebremst werden. Diese sich längs des Magnetfeldes ausgerichteten Moleküle summieren sich zu einer Längsmagnetisierung. Man nennt diese stabile Position das Spin-System.

Mit einem Hochfrequenzsender, ähnlich der Frequenz eines UKW – Radiosenders, werden die ausgerichteten Protonen in einem 90 Grad Winkel aus ihrer Position abgelenkt. Die zur Ablenkung benötigte Frequenz entspricht der Eigenfrequenz (=Lamorfrequenz) der Protonen. Man sagt, das Spin System wird angeregt. Nach Abschalten der Megaherzfrequenzen versucht der Magnet des Tomographen die Spins wieder in die Ursprungsrichtung zurückzuklappen.

Durch die Zurückverlagerung wird Energie frei, die als Magnetresonanzsignal von speziellen Spulen im Gerät gemessen werden kann.

Zwei unabhängige Mechanismen bewirken nun, dass der stabile Zustand von vor der Anregung wieder erreicht wird. Sie werden als T1 bzw. T2 Relaxation bezeichnet.

Als „Longitudinale Relaxation“ oder auch T1 bezeichnet man die Zurückverlagerung aus der 90 Grad Position in den stabilen Zustand wie oben beschrieben. Diese Bewegung ist verbunden mit einer Energiefreisetzung an das umgebende Gewebe, das „Gitter“ bezeichnet wird. Deshalb heißt diese Zurückverlagerung auch Spin-Gitter Relaxation. Der T1-Wert ist die Zeitkonstante, die für diesen Vorgang notwendig ist. Sie ist je nach Gewebetyp 0,5 bis mehrere Sekunden.

Das T2 Signal nennt man auch das Ergebnis die „Transversale Relaxation“. Nach der maximalen Ablenkung der Protonen um 90 Grad befinden sich alle Spins in Phase. So nennt man die Ablenkung um 90 Grad. Nach der Ablenkung kommt es zu einer unterschiedlich schnellen Dephasierung. Einige Spins bewegen sich schneller oder langsamer vor oder zurück aus dieser Ablenkungssituation. Dadurch kommt es zur gegenseitigen Aufhebung – gegenseitigem Energieaustausch zwischen den Spins. Durch zeitkonstante Inhomogenitäten des umgebenden Magnetfeldes, Maschine wie eigener Körpereinfluß des Pferdes, kommt es zu einer zusätzlichen Phasenverschiebung, die als T2* bezeichnet wird. Den Vorgang der hinter einem T2 Signal steht bezeichnet man auch als Spin-spin Relaxation.

Zusammengefasst können folgende Messverfahren durchgeführt werden:

1. Einfache Dichtemessung im Magnetfeld – Spin System
2. T1 Signal als longitudinale Relaxation - auch Spin-Gitter Relaxation
3. T2 Signal als transversale Relaxation- auch Spin-Spin Relaxation

Die genaue Lokalisation eines zu untersuchenden Gewebes wird mit einer Schichtwahl und einer Ortscodierung vom Untersucher vorgegeben. Auf physikalische Hintergründe dazu wird nicht eingegangen.

Um ein Kernspinbild zu erhalten, muss eine definierte Schicht mehrfach hintereinander angeregt werden. Die Zeit zwischen einzelnen Anregungen wird als Repetitionszeit (TR) bezeichnet.

Eine zweite Messeinheit ist die Echozeit (TE). Diese Zeit misst die Spanne zwischen Anregung und Messung des Kernspinsignals.

Je nach Einstellung der Messparameter sind unterschiedliche Gewichtungen abzulesen.

	TE kurz	TR lang
TE kurz	T1 gewichtet	keine praktische Anwendung
TR lang	Dichtegewichtet	T2 gewichtet

Aufgrund der unterschiedlichen Gewichtungen können Signalintensitäten unterschiedlicher Gewebestrukturen differenziert werden:

	T1 gewichtet	T2 gewichtet
Fett	hell	hell
Flüssigkeiten	dunkel	hell
Tumor	dunkel	hell

Entzündung	dunkel	hell
Muskel	dunkel	dunkel
Bindegewebe	dunkel	dunkel
Fließendes Blut	kein Signal	kein Signal
Knorpel – fibrös	dunkel	dunkel
Knorpel – hyalin	hell	hell
Knochenkompakta	dunkel	dunkel
Luft	kein Signal	kein Signal

Für eine bessere Fett – Flüssigkeitsdifferenzierung kann das „Fettecho“ im T2 noch einmal reduziert werden.

Wozu Kernspinresonanzuntersuchungen ?

Die diagnostischen Möglichkeiten speziell im Bereich der distalen Gliedmaße und dem Kopf des Pferdes zeigen deutliche Vorteile gegenüber Röntgen, CT und Ultraschall. Lassen sich die Veränderungen mit diesen Methoden nicht erkennen kann daher die Kernspintomografie notwendig sein. Im Kernspin können neben den knöchernen Strukturen vor allem Weichteil- und Knorpelgewebe sehr differenziert voneinander unterschieden werden. Aber auch die knöchernen Strukturen sind im Röntgen erst erkennbar, wenn ca. 40% der Knochendichte verändert sind. Kleinere knöcherne Defekte werden leicht übersehen. Defekte am Knorpel oder der Knorpel-Knochengrenze sind eindeutig zu definieren. Auch im Kopfbereich ist eine differenzierte Diagnose allein mit Röntgenuntersuchung im Einzelfall schwierig. Die Kernspinuntersuchung gibt zum Beispiel sehr gute Detailinformationen über einen eventuellen Tumorverdacht. Im Rahmen einer Untersuchung des Podotrochlosesyndroms konnten schon einige Zusatzinformationen für die Pathogenese dieses Erkrankungsbildes gewonnen werden

Was sieht man im Kernspinbild besonders gut?

1. Knorpeldefekte
2. Geringgradige Knochendefekte – z.B. Knochenfissuren
3. Knochenstrukturdefekte in Sesambeinen (Strahlbein, Gleichbein)
4. Entzündungssituationen (z.B. Hufbein - Huflederhaut)
5. Defekte an Gelenkkapselansätzen
6. Defekte an Knorpel – Knochengrenze
7. Veränderungen der Schleimbeutel – Sehnenscheide
8. Geringgradige Band- und Sehnenschäden
9. Insertionsdesmopathien

Limitierende Faktoren

Bewegung macht eine Untersuchung unmöglich. Daher muss das Pferd ruhig stehen oder in Vollnarkose gelegt werden. Durch die begrenzte Größe des Magneten können nicht alle Bereiche untersucht werden. Das Knie z.B. passt bei den meisten Pferden nicht in den Magneten. Also beschränkt sich der untersuchbare Bereich auf die distalen Gliedmaßen und den Kopf und den Hals.

Zusammenfassung

Die Untersuchung im Kernspin ist eine Ergänzung zu den heute in der Praxis eingesetzten

Diagnosemöglichkeiten. Vor allem im Bereich des Bewegungsapparates sind differenzierte Aussagen möglich. Die steigenden Ansprüche an die Diagnostik in diesem Bereich werden in Zukunft die Nachfrage nach Kernspinuntersuchungen steigen lassen. Dennoch rechtfertigen nach unseren Erfahrungen die Ergebnisse des Kernspins diese Kosten in jedem Fall. Jede Konkretisierung des Lahmheitsgeschehen oder auch Tumorverdacht im Kopfbereich hilft das Problem zu therapieren oder die Prognose klar einzuschätzen.