

Die Aussagekraft der sonographischen Untersuchung von Gelenken

Johannes Edinger

Klinik für Pferde, Abt. Großtierchirurgie und Orthopädie der Veterinärmedizinische Universität Wien

Zusammenfassung

Die sonographische Untersuchung von Gelenken enthält wertvolle Informationen über die Weichteilstrukturen, Knochenoberfläche, Gelenkknorpel und Gelenkfüllungen. In Ergänzung zur Röntgendiagnostik hat sich die Ultraschalluntersuchung als Standard Untersuchungsverfahren bei der Untersuchung von Gelenken etabliert. Durch den Einsatz mobiler Geräte kann dieses Untersuchungsverfahren in der Praxis jederzeit vor Ort eingesetzt werden und bringt den Vorteil mit, eine nicht belastende, nichtinvasive Untersuchungsmethode zu sein. Der Wert der Ultraschalluntersuchung wird zunehmend durch vergleichende Untersuchungen an den Gelenken bestätigt. Diese Untersuchungen zeigten, dass die Ultraschalluntersuchung bei der Früherkennung von Knochenerkrankungen und bei der Diagnose von osteochondralen Fragmenten – Befunde, bei denen die Röntgenuntersuchung als Mittel der Wahl gilt, der Röntgenuntersuchung überlegen ist. Die Ultraschalluntersuchung sollte daher nicht bloß bei ausgewählten Fällen als ergänzende Untersuchungsmethode eingesetzt werden, sondern sollte zumindest in den proximalen Gelenkregionen wie dem Sprung-, Knie-, Karpal-, Ellbogen- und Schultergelenk als Standard Untersuchungsverfahren verwendet werden.

Schlüsselwörter: Ultraschall, Gelenk, Knochen, Gelenkknorpel, Kollateralband, Meniskus, Gelenkkörper, Arthritis

Significance of ultrasonographic examinations of joints

Ultrasonographic examination of joints reveals valuable information about soft-tissue structures, bone surfaces, joint cartilage and joint content. Ultrasound has become established as a standard, additional tool to radiography for the examination of joints. With the use of mobile equipment this examination technique can be applied at any time in the field with the further advantage that it is gentle and non-invasive. The value of ultrasound evaluation of joints has been increasingly verified by comparative examinations. These examinations revealed that ultrasound can provide superior results to radiography for early diagnosis of bone disease and diagnosis of osteochondral fragments, even though radiography is considered the golden standard for the diagnosis of such diseases. Ultrasonographic examination of joints should not be limited to specific cases where it is used in addition to other examination techniques, but instead, should be used as a standard examination technique, particularly for the examination of proximal joints such as the tarsal, stifle, knee, elbow and shoulder joints.

Keywords: ultrasonography, joint, bone, articular cartilage, collateral ligament, meniscus, osteochondral fragments, arthritis

Einleitung

Die sonographische Untersuchung der Gelenkregionen bildet eine wertvolle Ergänzung der klinischen und röntgenologischen Untersuchung. Weichteilstrukturen und flüssigkeitsgefüllte Hohlräume lassen sich bei einiger Übung gut darstellen und differenzieren. Voraussetzung für eine erfolgreiche Untersuchung ist ein profundes anatomisches Wissen. Die Indikation für eine sonographische Untersuchung einer Gelenkregion ist bei jeder Lahmheit mit Weichteilschwellung oder Verletzung im Bereich der Gelenkregion und bei positiver Gelenkanästhesie gegeben. Insbesondere dann, wenn bei der röntgenologischen Untersuchung keine oder nur unklare Befunde erkannt werden (Redding 2001a, Reef 2004). Die unterschiedlichen Weichteilgewebe haben durch ihre unterschiedlichen Strukturen und Faserausrichtung ein spezifisches sonographisches Erscheinungsbild wodurch diese unterscheidbar werden (Denoix 2003). Im Bereich des Schulter-, Knie- und Hüftgelenkes hat die Ultraschalluntersuchung inzwischen den gleichen Stellenwert wie die Röntgenuntersuchung erlangt und sollte Teil der Basisuntersuchung dieser Regionen sein (Stanek und Edinger 1992, Denoix 1996, Detmer et al. 2004, Geburek et al. 2009).

In zahlreichen Publikationen wurde über die Anwendung der sonographischen Untersuchung verschiedener Gelenkregionen

berichtet (Mettenleiter et al. 1983, Modransky et al. 1983, Edinger 1992, Dik 1993, Tnibar et al. 1993, Cauvin et al. 1996, Weller et al. 1999, Tnibar et al. 2001, Tomlinson et al. 2000, Gollob et al. 2002, Denoix 2003, Reef 2004). Neuere Publikationen belegen den Wert der Ultraschalluntersuchung anhand von retrospektiven und prospektiven Studien (Tomlinson et al. 2000, De Busscher et al. 2006, Relave et al. 2009, Bourzac et al. 2009, Vanderperren et al. 2009, Raes et al. 2010).

Technik und Anwendung der Ultraschalluntersuchung an Gelenken

Am Beginn der sonographischen Untersuchung eines Gelenkes erfolgt die Orientierung an charakteristischen anatomischen Merkmalen. So bildet zum Beispiel dorsal am Fesselgelenk die subchondrale Knochenoberfläche des Kondylus des Röhrbeins mit der charakteristischen Form des Sagittalkammes im Transversalschnitt einen guten Orientierungspunkt. Als weitere Orientierungspunkte können die Gelenkspalten dienen. Schwieriger ist die Orientierung in den proximalen Gelenken, wie Hüftgelenk, Schultergelenk und Ellbogengelenk. Als Orientierungshilfe zur sonographischen Abbildung der Hüftgelenkregion dient der Trochanter

major des Os femoris. Der Schallkopf (Sektorschallkopf, 3,5 MHz) wird in kraniodorsaler Richtung und ca. 20° nach medial gedreht über den Trochanter major aufgesetzt. In dieser Schallkopfposition sind der kraniodorsale Rand des Azetabulums, der Gelenkspalt des Hüftgelenkes, Teile des Femurkopfes, der Femurhals und der Trochanter major sichtbar. Diese Schallkopfposition kann auch für eine ultraschallgeführte Punktion des Hüftgelenkes genutzt werden. In einer Untersuchung über die ultraschallgeführte Punktion des Hüftgelenkes bei neun Pferden wurde bei allen 18 Hüftgelenken die Punktion erfolgreich durchgeführt. Aus 7 der 18 Gelenke konnte Synovia gewonnen werden. Die durchschnittliche Dauer für die Gelenkpunktion war 4,3 min (David et al. 2007).

Am Schultergelenk dient das Tuberculum major pars als Orientierungspunkt. Kranio-medial des Tuberkulum liegt die Sehne des M. biceps brachii, welche im Transversalschnitt eine charakteristische nierenförmige Form aufweist (Stanek und Edinger 1992, Tnibar et al. 1999, Detmer et al. 2004) (Abb. 1).

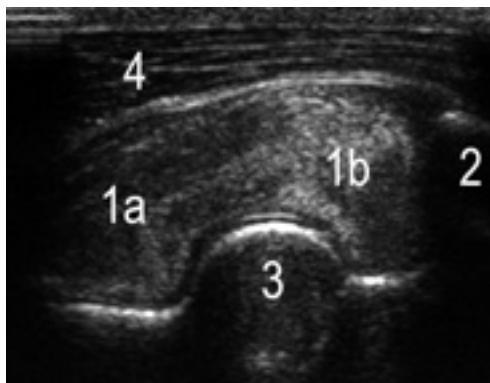


Abb. 1 Transversales Sonogramm der Bizepssehne – Darstellung mittels Sektorschallkopf. 1a medialer und 1b lateraler Teil der Bizepssehne, 2 Tub. majus Pars cranialis, 3 Tub. Intermedium, 4 M. brachiocephalicus. Rechts im Bild ist lateral.

Transverse ultrasonographic image of the biceps brachii tendon, displayed using a sector scanner. 1a medial and 1b lateral lobe of the biceps brachii tendon, 2 Tub. majus Pars cranialis 3 Tub. intermedium, lateral is to the right.

Die palpierbaren Knochenpunkte des Epicondylus lateralis des Humerus, die Tuberositas lateralis des Radius und das Olekranon können am Ellbogengelenk zur Orientierung herangezogen werden (Tnibar et al. 2001).

Bei der sonographischen Untersuchung eines Gelenkes ist darauf zu achten die gesamte zugängige Gelenkregion zu untersuchen. Zunächst wird an belasteter Extremität die Untersuchung durchgeführt, wobei nur die nicht gewichtstragende Gelenkoberfläche eingesehen werden kann. Durch Beugen des Gelenks wird ein größerer Teil der Gelenkoberfläche sonographisch sichtbar. Ein weiterer Vorteil der sonographischen Untersuchung am bewegten Gelenk ist die Beurteilung der möglichen Mobilität von intraartikulären Fragmenten (Redding 2001b, Reef 2004).

Technische Ausrüstung, Schallköpfe

Die meisten Gelenke sind transkutan gut zugänglich und daher mit hochauflösenden Schallköpfen untersuchbar. Für die mei-

sten Gelenkregionen distal des Ellbogen- bzw. Kniegelenks werden Linearschallköpfe (7,5 oder 10MHz) verwendet. Ein niederfrequenter Konvex-Schallkopf (2,5-5MHz) ist bei tiefer liegenden Strukturen wie z.B. kaudale Region des Kniegelenks und Hüftgelenk erforderlich. Für die Untersuchung am aufgehobenen, gebeugten Kniegelenk wird ebenfalls ein Sektorschallkopf bevorzugt verwendet (Cauvin et al. 1996). Zur Darstellung des Gelenkrecessus des Schultergelenkes, einzelner Abschnitte des Knie- und Sprunggelenks und in der Fesselbeuge ist ein Mikrokonvex-Schallkopf mit höherer Auflösung (7,5MHz) von Vorteil, da die zu untersuchenden Strukturen nur über ein kleines Hautareal erreichbar sind oder nicht parallel zur Hautoberfläche verlaufen (Abb. 2). Durch Knochenkanten wird die plane Auflage des Schallkopfes in vielen Gelenkregionen beeinträchtigt. Zum Ausgleich der gelenknahen Unebenheiten ist daher in vielen Gelenkregionen die Verwendung einer Vorlaufstrecke notwendig (Redding 2001a).

Die Vorbereitung der Hautoberfläche erfolgt wie für jede andere Ultraschalluntersuchung. Nach dem Scheren wird die

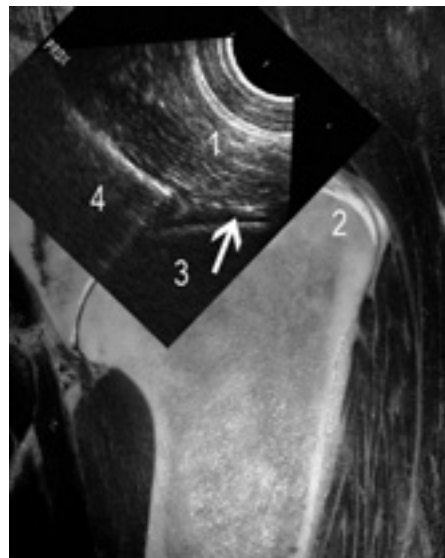


Abb. 2 Sonographische Darstellung des kranialen Gelenkbereiches der Articulatio humeri. 1 M. supraspinatus, 2 Tub. majus, 3 Caput humeri, 4 Scapula, Pfeil hyaliner Gelenknorpel

Ultrasonographic image of the cranial region of the shoulder joint. M. supraspinatus, 2 Tub. majus, 3 Caput humeri, 4 Scapula, arrow: hyaline articular cartilage

Haut gereinigt und mit warmem Wasser gut befeuchtet und anschließend mit Gel beschichtet. Bei Pferden mit starkem Haarwuchs ist für besseren Hautkontakt das Rasieren der Hautoberfläche von Vorteil.

Knochen, Knochenoberfläche

An der Grenzfläche zwischen Weichteilen und Knochen werden die Schallwellen reflektiert, die Knochenoberfläche ist daher eine Barriere für die sonographische Untersuchung. In der sonographischen Abbildung erscheint die subchondrale Knochenoberfläche im Gelenkbereich als dünner, glatt konturierter, weißer Reflexstreifen. Eine unscharfe subchondrale Knochenoberfläche, eine Verbreiterung des Reflexstreifens oder Unregelmäßigkeiten der subchondralen Knochenoberfläche sind als Zeichen einer degenerativen

Gelenkerkrankung zu werten (Abb. 3) Knochenzubildungen im Bereich des Kapselansatzes und periostale Zubildungen sind als unregelmäßig konturierte Oberfläche ebenfalls gut erkennbar (Jones and McDiarmid 2004). Eine degenerative Gelenkerkrankung im Frühstadium kann auf diese Weise früher erkannt werden als durch die Röntgenuntersuchung (Vanderperren und Saunders 2008b). In einer vergleichenden sonographischen, röntgenologischen und pathoanatomischen Untersuchung der dorsalen Fesselgelenkregion in 4 Schnittebenen an 58 Fesselgelenken von Schlachtpferden war die Spezifität der Ultraschalluntersuchung 94,4-96%, die Röntgenbefundung hatte eine Spezifität von 56-94% (Wagner et al. 1993). Der Ultraschalluntersuchung wird eine größere Sensibilität bei der Erkennung von periartikulären Veränderungen gegenüber der Röntgenuntersuchung zugesprochen (McCune et al. 1990, Tomlinson et al. 2000).

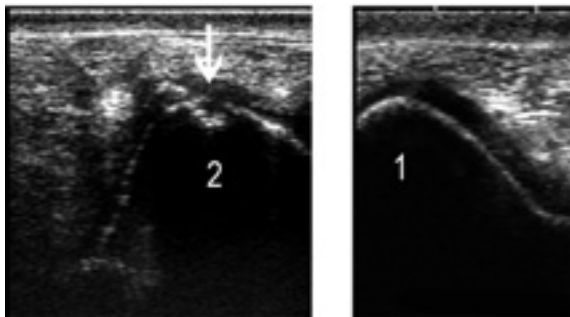


Abb. 3 Transversale Sonogramme des lateralen Rollkamm von zwei Kniegelenken. Rechts im Bild ist medial. 1 Lateraler Rollkamm mit Normalbefund, 2 lateraler Rollkamm mit osteochondralem Defekt (Pfeil).

Transverse ultrasonographic image of the lateral femoral trochlear ridge of two stifle joints. Medial is to the right. 1 Lateral femoral trochlear ridge, no abnormality detected, 2 Lateral femoral trochlear ridge with osteochondral lesion (arrow).

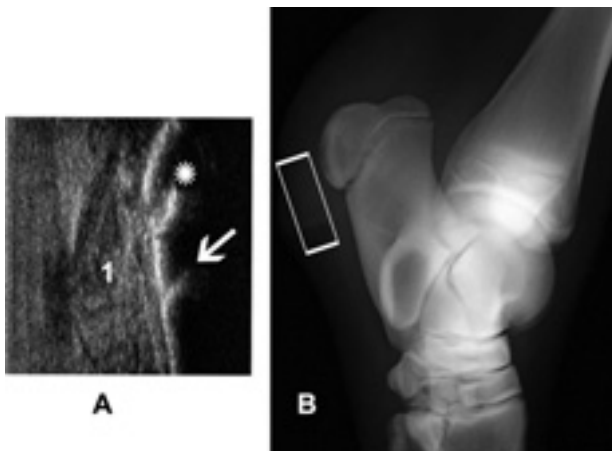


Abb. 4 Ultraschallbefund einer Ostitis am Tuber calcanei nach offener Schlagverletzung bei einem acht Monate alten Fohlen. A Longitudinales Sonogramm am Fersenbein, 1 Bursa subtendinea calcanei mit fibrinös-eitrigem Inhalt, Pfeil: Apophysenfuge des Calcanei, Stern: Osteolytischer Defekt am Tuber calcanei; B lateromediale Röntgenaufnahme mit osteolytischem Herd in der Apophyse des Calcanei. Weißes Rechteck: Schallkopfposition.

Ultrasonographic findings from an 8 month old foal with ostitis of the tuber calcanei as a result of open trauma. Longitudinal ultrasonographic image of the calcaneus. 1 Bursa subtendinea calcanei filled with fibrinous, purulent material, Arrow: apophyseal plate of the calcaneus, asterisk: Osteolytic defect of the tuber calcanei; B lateromedial radiograph, the osteolytic lesion can be seen at the apophysis of the tuber calcanei. Red rectangle: position of the transducer

Exostosen am Rand des Azetabulum des Hüftgelenks als Folge einer Arthrose sind dennoch schwierig zu diagnostizieren und sollten mit einer Gelenkanästhesie abgesichert werden.

Wachstumsfugen der Epiphysen und Apophysen zeigen ähnliche Unterbrechungen des Reflexstreifens der Knochenkontur wie Frakturen (Abb 4). Die Unterscheidung zwischen Fraktur und Wachstumsfuge wird auf Grund der Lokalisation und dem Verlauf sowie durch Prüfen der Dislozierbarkeit mit aufgesetztem Schallkopf getroffen. Durch geringgradiges Beugen oder Strecken des Gelenkes unter Ultraschallkontrolle kann die Beweglichkeit eines Knochenfragmentes oder einer gelöste Epiphyse erkannt werden.

Am Schultergelenk ist zu beachten, dass das Tub. majus einen separaten Verknöcherungskern hat. Dessen Apophysenfuge ist im Bereich des Tub. intermedium sonographisch sichtbar und darf nicht mit einem vermeintlichen Frakturspalt verwechselt werden (Abb 5).



Abb. 5 Apophysenfuge des Tub. majus am Humerus. 1 Bizepssehne, 2 Tub. intermedium, über der Knochenlinie ist der noch nicht verknöcherte Teil des Tub. intermedium als anechogene Zone sichtbar. Pfeil: Apophysenfuge des Tub. majus.

Apophyseal plate of the greater humeral tubercle. 1 biceps brachii tendon, 2 intermediate tubercle, the non-ossified intermediate tubercle is can be seen as an anechoic region. Arrow: apophyseal plate of the greater humeral tubercle

Durch tangenciales Auftreffen der Schallwellen auf eine Knochenoberfläche werden die Schallwellen größtenteils seitlich abgelenkt. In der Folge erscheint dieser Knochenteil sonographisch unterbrochen, wodurch das Bild der sogenannten Pseudousur hervorgerufen wird. Typisch für eine Pseudousur ist das Fehlen einer Reflexion von der Usurbasis. Durch Verbesserung des Anschallwinkels kann die Unversehrtheit der Knochenoberfläche gesehen werden.

Gelenknorpel und intraartikuläre Fragmente

Der den Knochen überziehende hyaline Gelenknorpel stellt sich, als der Knorpeldicke entsprechend breiter, anechogener

Streifen dar. Bei vermehrter Gelenkfüllung ist auf Grund des Impedanzunterschieds zwischen Synovialflüssigkeit und Gelenknorpel die Oberfläche des Gelenknorpels als weiße Linie erkennbar. Bei wachsenden Jungtieren gelingt die sonographische Darstellung des Knorpels besser, da ein breiterer Gelenknorpel vorliegt. Ein Fasernorpel stellt sich hingegen, je nach Dichte, echoreich dar (z.B. Menisken). Mit hochauflösenden Schallköpfen können mittelgradige Knorpelschäden durch die Unregelmäßigkeiten der Knorpeldicke diagnostiziert werden. In einer Studie am Kniegelenk des Menschen konnte eine Korrelation zwischen Dicke des Gelenknorpels und Osteoarthritis nachgewiesen werden (McCune et al. 1990). Sonographische Messungen der Gelenknorpeldicke wurden beim Pferd bisher kaum durchgeführt, Messergebnisse liegen zurzeit nur vom Talokruralgelenk vor. Beim erwachsenen Pferd betrug die Dicke des Gelenknorpels am lateralen Talusrollkamm 0,57 mm und am medialen Rollkamm 0,58 mm (Tomlinson et al. 2000). Unregelmäßigkeiten der Dicke des Gelenknorpels sind erste Hinweise auf degenerative Knorpelschäden. Für die Untersuchung sind jedoch Geräte mit einer hohen Bildauflösung notwendig und im Zweifelsfall ist eine vergleichende Untersuchung mit der kontralateralen Seite zu empfehlen.

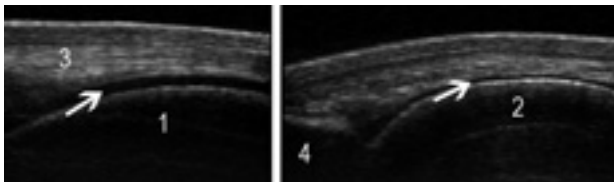


Abb. 6 Longitudinales Sonogramm am medialen und lateralen Rollkamm der Trochlea ossis femoris eines Kniegelenks. 1 lateraler Rollkamm, 2 medialer Rollkamm, 3 laterales Kniescheibenband, 4 Patella, Pfeile: Gelenknorpel.

Longitudinal ultrasonographic image of the medial and lateral femoral trochlear ridge of the stifle joint. 1 lateral femoral trochlear ridge, 2 medial femoral trochlear ridge, 3 lateral patellar ligament, 4 patella, arrows: articular cartilage

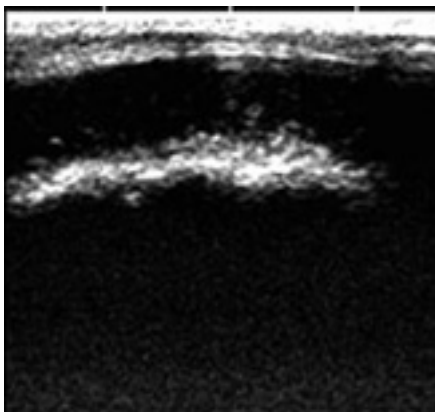


Abb. 7 Longitudinales Sonogramm am medialen Rollkamm eines Fohlens.

Longitudinal ultrasonographic image of the dorsal fetlock joint. Proximal is to the left. 1 metacarpus, 2 dorsal edge of P1. 3 joint capsule, 4 thickened synovial fold, 5 dorsal pouch of the fetlock joint filled with large amount of fluid

Am Kniegelenk ist beim erwachsenen Pferd der Gelenknorpel am medialen Rollkamm dünner als am lateralen Rollkamm (Abb. 6). Bei Fohlen in den ersten Lebenswochen ist jedoch der mediale Rollkamm noch nicht verknöchert und die Knochenoberfläche unter dem hyalinen Knorpel hat noch

eine unregelmäßige Form (Abb. 7). Daher erscheint der Gelenknorpel des medialen Rollkammes beim Fohlen sonographisch deutlich dicker als der Gelenknorpel des lateralen Rollkammes. Ein ähnlicher Befund liegt am Schultergelenk vor. Auch das Tub. intermedium ist beim Fohlen noch nicht verknöchert und erscheint daher echofrei (Abb.5).

Am Sprunggelenk werden immer wieder Gelenkkörper bei der röntgenologischen Untersuchung nicht erkannt. Insbesondere Gelenkkörper am medialen Malleolus sind röntgenologisch schwierig zu erkennen (Torre und Toniato 1999). In einer prospektiven Studie wurden die Röntgenbefunde von 111 arthroskopierten Sprunggelenken mit den Ultraschallbefunden verglichen. Von jedem Sprunggelenk wurden jeweils 5 Röntgenaufnahmen angefertigt. Bei der Diagnose von osteochondralen Fragmenten hatte die Ultraschalluntersuchung eine signifikant höhere Sensitivität gegenüber der Röntgenuntersuchung. Läsionen am medialen Malleolus und lateralen Rollkamm konnten am besten in transversaler Schallkopfposition erkannt werden. Die Ultraschalluntersuchung in longitudinaler Ebene erwies sich bei der Diagnose von Fragmenten am Sagittalkamm der Cochlea tibiae als beste Schallkopfposition (Relave et al. 2009). Der Wert der Ultraschalluntersuchung der Sprunggelenkregion wurde in einer weiteren Studie belegt. Von 89 Sprunggelenken mit klinischen Befunden (Schwellung, Gelenkfüllung u.a.) wiesen 62 (69,7%) Gelenke röntgenologische Veränderungen auf. Bei allen Gelenken konnte jedoch mit Hilfe der Ultraschalluntersuchung eine eindeutige Zuordnung der klinischen Befunde getroffen werden (Raes et al. 2010). Zu einem ähnlichen Ergebnis kam eine vergleichende Studie von sonographischen und röntgenologischen Befunden an Kniegelenken mit Osteochondrosis dissecans. Von 32 Kniegelenken konnten in 5 Fällen Gelenkkörper sonographisch nachgewiesen werden, welche bei der röntgenologischen Untersuchung nicht gesehen wurden (Bourzac et al. 2009). Vanderperren und Mitarbeiter (2009c) konnten auch im Fesselgelenk nachweisen, dass die Zahl und Lage der röntgenologisch diagnostizierten Gelenkkörper nur in 44% der untersuchten Gelenke mit dem arthroskopischen Befund übereinstimmte. Die sonographischen Befunde wurden hingegen in 96% der Gelenke arthroskopisch bestätigt.

Gelenkkapsel, Bänder, Bindegewebe und Fettgewebe

Die Synovialmembran ist eine dünne echogene Struktur, die bei chronischer Entzündung zu Hypertrophie neigt, wodurch im Gelenk frei flotierende Synovialzotten erkennbar sein können. Eine chronische Gelenkentzündung kann in weiterer Folge zur Verdickung der Gelenkkapsel führen. Im fortgeschrittenen Stadium wird die zunehmende Fibrosierung der Gelenkkapsel sonographisch durch die Hyperechogenität der Gelenkkapsel sichtbar.

Von wenigen Gelenken sind die Normalwerte der Gelenkkapseldicke bekannt. Messungen der Gelenkkapsel am Fesselgelenk im Transversalschnitt zeigten Unterschiede zwischen der Vorder- und Hinterextremität. An der Vorderextremität wurde eine durchschnittliche Dicke der Gelenkkapsel von 4,7 mm, an der Hinterextremität von 5,9 mm gemessen (Wagner et al. 1993). In der Regel empfiehlt sich ein Vergleich der Befunde mit der kontralateralen Seite.

Gelenkkapsel, Bänder, Bindegewebe und Fettgewebe sind wegen des mitunter ungenügenden Schallkontrastes schwieriger zu differenzieren. Sehnen und Bänder sind am parallelen Faserverlauf, der - abhängig vom Einfallswinkel der Schallwellen - mehr oder minder gut darstellbar ist, erkennbar. Dorsal am Fesselgelenk sind die Strecksehne und die laterale Strecksehne der Vorderextremität von Bursen unterlagert die jedoch nur bei vermehrter Füllung erkennbar sind.

Die der Gelenkkapsel des Fesselgelenks aufgelagerte Strecksehne - und an der Vorderextremität zusätzlich die laterale Strecksehne - sind im Longitudinalschnitt besser zu erkennen als im Transversalschnitt. Durch Kippen des Schallkopfes in transversaler Schallkopfposition treten deren Grenzen jedoch deutlicher hervor.

In der dorsalen Region des Fesselgelenks liegt proximal unter der Gelenkkapsel eine Gelenkkapselbälge. Die unter der Gelenkkapselbälge liegende Knochenoberfläche weist im Vergleich zu der Knochenoberfläche im Bereich der Gleitfläche des Kondylus eine geringgradige Unregelmäßigkeit auf. Die Gelenkkapselbälge ist normalerweise <4 mm dick (Vanderperren und Saunders 2008a). Bei villonodulärer Synovitis

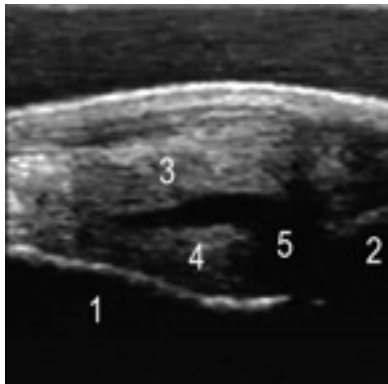


Abb. 8 Longitudinales Sonogramm dorsal am Fesselgelenk. Links im Bild ist proximal, 1 Röhrlbein, 2 dorsale Kante des Fesselbeins, 3 Gelenkkapsel, 4 hypertrophe Gelenkkapselbälge, 5 hochgradig gefüllter dorsaler Recessus des Fesselgelenks.
Longitudinal ultrasonographic image of the dorsal fetlock joint. Proximal is to the left. 1 metacarpus, 2 dorsal edge of P1. 3 joint capsule, 4 thickened synovial fold, 5 dorsal pouch of the fetlock joint filled with large amount of fluid

wurden eine Verdickung von durchschnittlich 11,2 ($\pm 2,8$) mm gemessen (Dabareiner et al. 1996), (Abb. 8).

Kollateralbänder und Menisken

Ein wichtiger Teil der Untersuchung eines Gelenkes ist die Beurteilung der Kollateralbänder. Verletzungen eines Kollateralbandes ohne Gelenkluxation zeigen oft nur eine Weichteilschwellung und werden deshalb spät oder gar nicht erkannt. Akute Seitenbandläsionen sind durch die Fasereintrisse unterschiedlichen Ausmaßes und den hypo- oder anechogenen Arealen erkennbar. Im chronischen Stadium sind sonographisch der unregelmäßige Faserverlauf und die Verdickung des Bandes auffällig. Durch den unterschiedlichen Faserverlauf der oberflächlichen und tiefen Anteile eines Kollateralbandes erscheinen diese beiden Anteile auch bei gesundem Kollateralband unterschiedlich echogen. Für die Untersu-

chung in longitudinaler Richtung muss der Schallkopf exakt im Faserverlauf des Bandes positioniert werden. Im Longitudinalschnitt dient der Gelenkspalt als guter Orientierungspunkt. Genaue Kenntnisse über den Aufbau und Verlauf der Kollateralbänder sind daher notwendig.

Am Fesselgelenk sind das mediale und laterale Kollateralband gut und vergleichend darstellbar (Abb. 9). Der Ursprung des tiefen Teiles liegt in der Bandgrube seitlich am Kondylus und verläuft nach distal und palmar/plantar wo es am Fesselbein ansetzt. Der oberflächliche Teil hat seinen Ursprung proximal an der Bandgrube und zieht in annähernd axialer Richtung zum Fesselbein (Edinger 1992, Denoix et al. 1996). Der distale Abschnitt des Kollateralbandes wird vom Unterstützungsast des Fesselträgers zur Strecksehne überlagert. Infolge einer Ruptur eines Kollateralbandes am Fesselgelenk konnte häufig eine gering- bis mittelgradige Desmitis des gegenüber liegenden Kollateralbandes diagnostiziert werden (Tenney and Whitcomb 2008).

Zur Darstellung des medialen Kollateralbandes am Kniegelenk wird zuerst der mediale Meniskus aufgesucht und von dieser Position aus der Schallkopf horizontal nach kaudal bewegt,

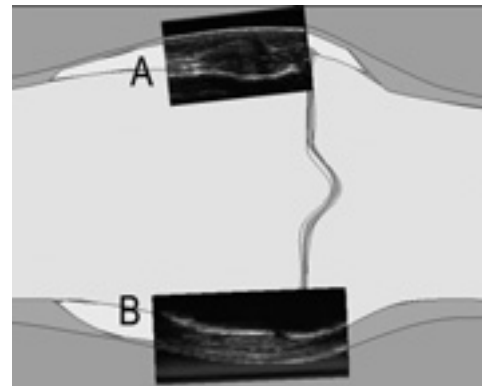


Abb. 9 Skizze eines Fesselgelenks mit überlagerten Sonogrammen der Kollateralbänder. A Rupturiertes laterales Seitenband, B Normalbefund des mediales Seitenbands.
Diagram of a fetlock joint with ultrasonographic images of the collateral ligaments superimposed. A Ruptured lateral collateral ligament, B Normal medial collateral ligament

bis das mediale Kollateralband sichtbar ist. Das mediale Kollateralband zieht in proximodistaler Richtung und liegt dem äußeren Rand des Meniskus direkt an (Coudry and Denoix 2005). Es ist durch seinen Faserverlauf und die gleichmäßige echogene Struktur in dieser Region gut erkennbar. Das laterale Kollateralband des Kniegelenks ist nicht direkt mit dem lateralen Meniskus verbunden, sondern durch einen kleinen 3-5 mm breiten Spalt getrennt. In diesem Spalt verläuft die Ursprungssehne des M. popliteus.

Bei der Untersuchung des Kniegelenks ist die Befundung der Menisken ein wichtiger Teil der Ultraschalluntersuchung. Die Menisken des Kniegelenks haben im Querschnitt eine charakteristische dreieckförmige Gestalt mit homogener Echogenität. Der proximale Schenkel des Dreiecks ist geringgradig konkav gewölbt, die Basis annähernd gerade.

Der mediale Meniskus ist im Gelenkspalt des medialen Femorotibialgelenkes gut auffindbar und kann über nahezu

gesamte Länge sonographisch untersucht werden. Um eine gute Bildqualität zu erzielen ist darauf zu achten, dass der Schallkopf stets im rechten Winkel zum Faserverlauf des Meniskus gehalten wird. Der Krümmung des Meniskus entsprechend ist daher ein stetes Nachjustieren der Schallkopfposition in den verschiedenen Abschnitten erforderlich (Hoe-gaerts et al. 2005). Der Schallkopf muss daher nach kaudal zunehmend in kaudomedialer-kraniolateraler Richtung, für den kranialen Abschnitt in kraniomedialer-kaudolateraler Richtung gehalten werden. In gebeugter Stellung des Kniegelenks ist auch die Untersuchung der kranialen Haltebänder der Menisken möglich (Busoni et al. 2003).

Der laterale Meniskus ist kraniolateral im Bereich des Ursprunges der Strecksehne und des M. fibularis tertius sichtbar. Die beste Darstellbarkeit gelingt allerdings kaudal der Fossa poplitea. Der dreieckige Querschnitt des lateralen Meniskus erscheint stumpfer als jener des medialen Meniskus. Läsionen der Menisken treten vorwiegend am medialen Meniskus auf (Denoix and Lacombe 1996) (Abb 10). Von 74

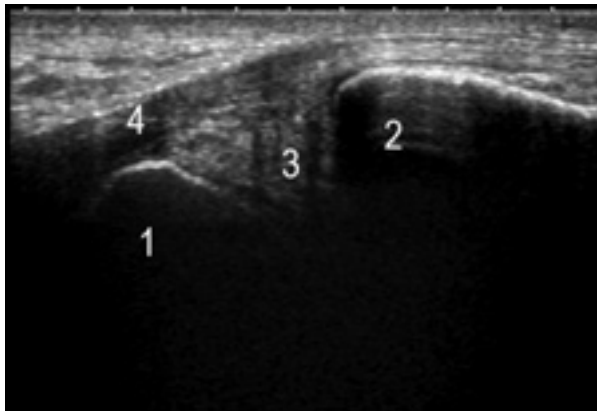


Abb. 10 Longitudinales Sonogramm einer Läsion im medialen Meniskus. 1 medialer Femurkondylus, 2 Tibiaplateau, 3 medialer Meniskus mit inhomogener Echogenität, 4 mediales Kollateralband
Longitudinal ultrasonographic image showing a lesion in the medial meniscus. 1 Medial femoral condyle, 2 Medial tibial condyle, 3 medial meniscus with hypoechoic heterogenous area, 4 medial collateral ligament.

Pferden mit sonographisch diagnostizierten Befunden am Kniegelenk hatten 54 (73%) Schäden am medialen Meniskus. Die häufigste Meniskusklassifikation waren horizontale Fasereinrisse (De Busscher et al. 2006). Im Vergleich mit arthroskopisch erhobenen Befunden erwies sich die sonographische Untersuchung zwar als weniger sensitiv, Meniskusschäden außerhalb des arthroskopischen Blickfeldes im Bereich des medialen oder lateralen Kollateralbandes und kaudal davon hatten eine schlechte Prognose (Schramme et al. 2004).

Flüssigkeit

In gesunden, nicht vermehrt gefüllten Gelenken ist die Gelenkflüssigkeit, nicht oder kaum darstellbar. Einige Gelenke haben jedoch charakteristische Gelenkrecessus, die auch im gesunden Gelenk sonographisch dargestellt werden können. Liegt eine vermehrte Gelenkfüllung vor, erweist sich die Ultraschalluntersuchung als sehr effektive Methode bei der Differenzierung von Füllungen. In den tief liegenden Gelenkrecessus des Schulter- und Hüftgelenks ist die sonographi-

sche Untersuchung die einzige anwendbare Untersuchungsmethode um eine vermehrte Füllung dieser Gelenke zu erkennen.

Klare Flüssigkeit bildet sich ähnlich wie Knorpel echofrei ab. Die Liquidität der untersuchten Struktur kann durch das Auslösen von Strömungsphänomenen überprüft werden. Typisch für Flüssigkeitsansammlungen ist die schallferne Schallverstärkung. Eine Differenzierung zwischen Synovialflüssigkeit und Blut ist mit hochauflösenden Schallköpfen möglich. Die Differenzierung zwischen Blut und infizierter Synovialflüssigkeit ist im Frühstadium einer Gelenkinfektion schwierig. Bei Gelenkergüssen ist in der Flüssigkeit flottierendes Material gut zu erkennen. Alleine die Gasbläschen die bei einer Gelenkanästhesie mit dem Lokalanästhetikum in das Gelenk eingebracht werden, liefern einen deutlichen Kontrast. Dadurch können sonographisch die korrekte Injektion oder eventuelle Gelenkverbindungen (z.B. im Bereich des Kniegelenkes) nachgewiesen werden. Chronische Gelenkentzündungen zeichnen sich durch kleine echogene Fragmente aus. Bei Gelenkinfektionen sind die echogenen Fibrinmassen und die hypoechogene Synovialflüssigkeit auffällige Befunde. Neu gebildetes Granulationsgewebe ist ebenfalls nahezu echofrei und kann in Sehnenscheiden und Gelenken zu Verwechslungen mit Synovialflüssigkeit führen. Kennzeichnend für Granulationsgewebe ist die fehlende Komprimierbarkeit und Fluktuation.

Konklusion

Der Einsatz der Ultraschalldiagnostik am Gelenk des Pferdes bietet dem Tierarzt eine wesentliche Bereicherung der diagnostischen Möglichkeiten. Insbesondere in Regionen, die mit der klinischen und röntgenologischen Untersuchung schwierig zu erfassen sind, liefert die Ultraschalluntersuchung Befunde, die von der Aussagekraft der Röntgenuntersuchung ebenbürtig sind.

Literatur

- Busoni V., Valentini S. und Snaps F. (2003) Ultrasonographic assessment of cranial meniscal ligaments in the horse. Proc. 9th Annual Conference of the European Association of Veterinary Diagnostic Imaging. 39
- Bourzac C., Alexander K., Rossier Y. und Laverty S. (2009) Comparison of radiography and ultrasonography for the diagnosis of osteochondritis dissecans in the equine femoropatellar joint. Equine Vet. J. 41, 686-692
- Cauvin E. R. J., Munroe G. A., Boyd J. S. und Paterson C. (1996) Ultrasonographic examination of the femorotibial articulation in horses: Imaging of the cranial and caudal aspects. Equine Vet. J. 28, 285-296
- Coudry V. und Denoix J.-M. (2005) Ultrasonography of the femorotibial collateral ligaments of the horse. Equine Vet. Educ. 17, 275-279
- Dabareiner R. M., White N. A. und Sullins K. E. (1996) Metacarpophalangeal joint synovial pad fibrotic proliferation in 63 horses. Vet Surg. 25, 199-206
- David F., Rougier M., Alexander K. und Morisset S. (2007) Ultrasound-guided coxofemoral arthrocentesis in horses. Equine Vet. J. 39, 79-83
- De Busscher V., Verwilghen D., Bolen G., Sertheyn D. und Busoni V. (2006): Meniscal damage diagnosed by ultrasonography in horses: A retrospective study of 74 femorotibial joint ultrasonographic examinations (2000-2005). J. Equine Vet. Sci. 26, 453-461

- Denoix J.-M. (1996) Ultrasonographic examination in the diagnosis of joint disease. In McIlwraith C. W. and Trotter G. (ed) *Joint Disease in the Horse*, Philadelphia, Saunders 165-202
- Denoix J.-M. (2003) Ultrasonographic examination of joints. Ross M. W. and Dyson S. J. (ed). *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Philadelphia, Saunders 189-194
- Denoix J.-M. und Lacombe V. (1996) Ultrasound diagnosis of meniscal injuries in horses. *Pferdeheilkunde* 12, 629-631
- Detmer Ch., Mettenleiter E. und Litzke L. K. (2004) Die sonographische Darstellung der Schulterregion des Pferdes unter besonderer Berücksichtigung von klinisch relevanten Strukturen. *Pferdeheilkunde* 20, 3-12
- Dik K. J. (1993) Ultrasonography of the equine tarsus. *Vet. Radiol.* 34, 36-43
- Edinger H. (1992) Die sonographische Diagnostik im Bereich des Fesselgelenkes. Proc. der 12. Arbeitstagung der Fachgruppe "Pferdekrankheiten" der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, 192-197
- Geburek F., Rötting A. K. und Stadler P. M. (2009) Comparison of the diagnostic value of ultrasonography and standing radiography for pelvic-femoral disorders in horses. *Vet. Surg.* 38, 310-317
- Gollob E., Edinger H., Stanek C. und Wurnig C. (2002) Ultrasonographic investigation of the atlanto-occipital articulation in the horse. *Equine Vet J.* 34, 44-50
- Hoegaerts M., Nicaise M., Van Bree H. und Saunders J. H. (2005) Cross-sectional anatomy and comparative ultrasonography of the equine medial femorotibial joint and its related structures. *Equine Vet. J.* 37, 520-529
- Jones E. und McDiarmid A. (2004) Diagnosis of scapulohumeral joint osteoarthritis in a Shetland pony by ultrasonography. *Vet. Rec.* 154, 178-180
- McCune W. J., Dedrick D. K. and Aisen A. M. (1990) Sonographic evaluation of osteoarthritic femoral condylear cartilage. Correlation with operative findings. *Clin. Orthop.* 254, 230-235
- Mettenleiter E. M., Senn D. F., Würth T. und Meier H. P. (1993) Sonographische Diagnostik im Bereich des Tarsalgelenkes beim Pferd. *Tierärztliche Praxis. Suppl.* 42-43
- Modransky P. D., Rantanen N. W., Hauser M. L. und Grant B. D. (1983) Diagnostic ultrasound examination of the dorsal aspect of the equine metacarpophalangeal joint. *J. Equine Vet. Sci.* 3, 56-58
- Raes E. V., Vanderperren K., Pille F. und Saunders J. H. (2010) Ultrasonographic findings in 100 horses with tarsal region disorders. *Vet. J.* doi:10.1016/j.tvjl.2009.07.026
- Redding W. R. (2001a) Use of ultrasonography in the evaluation of joint disease in horses. Part 1: Indications, technique and examination of the soft tissues. *Equine Vet. Educ.* 13, 198-204
- Redding W. R. (2001b) Use of ultrasonography in the evaluation of joint disease in horses. Part 2: examination of the articular surface. *Equine Vet. Educ.* 13, 275-280
- Reef V. B. (2004) Joint ultrasonography. *Clini. Tech. Equine Pract.* 3, 256-267
- Relave F., Meulyzer M., Alexander K., Beauchamp G. und Marcoux M. (2009) Comparison of radiography and ultrasonography to detect osteochondrosis lesions in the tarsocrural joint - a prospective study. *Equine Vet. J.* 41, 34-40
- Schramme M. C., Jones R. M., May S. A., Dyson S. J. und Smith R. K. (2004) Comparison of radiographic, ultrasonographic and arthroscopic findings in 29 horses with meniscal tears. Proc. 12th Annual Congress of the European Society for Veterinary Orthopedic and Traumatology. 186
- Stanek C. und Edinger H. (1992) Die sonographische Darstellung der Schulter des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 8, 367-375
- Tnibar M., Kaser-Hotz B. und Auer J. A. (1993) Ultrasonography of the dorsal and lateral aspects of the equine carpus: Technique and normal appearance. *Vet. Radiol. Ultrasound* 34, 413-425.
- Tnibar M. A., Auer J. A. und Bakkali S. (1999) Ultrasonography of the equine shoulder: Technique and normal appearance. *Vet. Radiol. Ultrasound* 40, 44-57
- Tnibar M. A., Auer J. A. und Bakkali S. (2001) Ultrasonography of the equine elbow technique and normal appearance. *J. Equine Vet. Sci.* 21, 177-187
- Tomlinson J. E., Redding W. R. und Sage A. (2000) Ultrasonographic evaluation of tarsocrural joint cartilage in normal adult horses. *Vet. Radiol. Ultrasound* 41, 457-460
- Torre F. und Toniato M. (1999) Osteochondral fragments from the medial malleolus in horses: a comparison between radiographic and arthroscopic findings. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 45, 167-171
- Vanderperren K. und Saunders J. H. (2008a) Diagnostic imaging of the equine fetlock region using radiography and ultrasonography. Part 1 Soft tissues. *Vet. J.* 181, 111-122
- Vanderperren K. und Saunders J. H. (2008b) Diagnostic imaging of the equine fetlock region using radiography and ultrasonography. Part 2 The bony disorders. *Vet. J.* 181, 123-136
- Vanderperren K., Martens A. M., Declercq J., Duchateau L. und Saunders J. H. (2009c) Comparison of ultrasonography versus radiography for the diagnosis of dorsal fragmentation of the metacarpophalangeal or metatarsophalangeal joint in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 235, 70-75
- Wagner C., Sendlhofer A. und Edinger H. (1993) Die Korrelation von pathoanatomischen, röntgenologischen und sonographischen Befunden an Fesselgelenken des Pferdes. In: *Orthopädie bei Huf- und Klautentieren* Hrg. Peter F. Knezevic, 1993, 543-551
- Weller R., Taylor S., Maierl J., Cauvin E. R. J. und May S. A. (1999) Ultrasonographic anatomy of the equine temporomandibular joint. *Equine Vet. J.* 31, 529-532

Dr. Johannes Edinger
Klinik für Großtierchirurgie und Orthopädie
Veterinärmedizinische Universität
Veterinärplatz 1
1210 Wien
hannes.edinger@vu-wien.ac.at