

Der Einsatz der Extrakorporalen Stoßwellentherapie zur Behandlung des Podotrochlose-Syndroms

Nadine Blum¹, Kai Kreling¹ und Lutz-F. Litzke²

Tierärztliche Klinik Bingerwald/ Waldalgesheim¹ und Klinik für Pferde, Professur für Chirurgie des Pferdes der Justus-Liebig-Universität Gießen²

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde die Wirksamkeit der Extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) für die Behandlung des Podotrochlose-Syndroms anhand des klinischen Lahmheitsverlaufes getestet. Das Patientenmaterial setzte sich aus 42 Pferden verschiedener Rassen, Alters sowie Geschlechts zusammen. Bei allen Tieren bestand eine mindestens dreimonatige chronisch-rezidivierende Lahmheit einer oder beider Vordergliedmaßen, die zuvor mit einer oder mehreren konventionellen Therapiemethoden erfolglos vorbehandelt waren. Das Patientenmaterial wurde in zwei Gruppen untergliedert. In der ersten Gruppe (24 Pferde) wurden 38 erkrankte Gliedmaßen über die Hufsohle behandelt. Bei den 18 Pferden der zweiten Gruppe erfolgte die ESWT an 25 Gliedmaßen über die Fesselbeuge. Nach Ablauf eines Beobachtungszeitraumes von 6 Wochen waren die Pferde der ersten Gruppe auf 47,4% der behandelten Gliedmaßen lahmfrei. In der zweiten Gruppe führte die ESWT bei 80,0% der behandelten Gliedmaßen zur Lahmfreiheit. Statistisch lag in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung der Lahmheitssituation nach Stoßwellentherapie vor ($p \leq 0,05$), wobei die Stoßwellenapplikation über die Fesselbeuge zu besseren Ergebnissen führte als in der ersten Gruppe mit Applikation über die Hufsohle.

Schlüsselwörter: Pferd, Lahmheit, Stoßwellentherapie, Hufrolle, Podotrochlose-Syndrom

The use of extracorporeal shock wave therapy in horses with navicular disease

In this study the effectiveness of the treatment of navicular disease by the means of extracorporeal shockwave application (ESWT) has been tested. The tested patients composed of a total of 42 horses of different race, age and gender which showed lameness of a duration of at least three months on either one or both front extremities. In addition all patients needed to have a history of one or more attempts of conventional treatment and the occurrence of a relapse. The tested horses were divided into two groups; group one was undergoing application of shockwaves through the sole of the hoof whereas in group two the shockwaves were applied over the bulb region. All horses were treated standing without undergoing general anaesthesia, only receiving sedation when necessary. The application of shockwaves to the navicular bone was done without ultrasonographical or radiological aid. After an observation period of six weeks 47,4% of the treated legs of patients out of group one have been found to be free of lameness, whereas in 80,0% of treated legs of patients out of group two were sound and showed no signs of lameness any more. Statistical evaluation of the captured data showed that in both groups a significant improvement of the disease pattern could be noticed ($p \leq 0,05$). In comparison of both groups the second one achieved even better results. None of the treated horses showed severe problems during or after shockwave application. Therefore shockwave therapy is found to be an probable alternative in treating navicular disease, even though there has to be further investigation on how shockwave therapy works.

Keywords: horse, lameness, shockwave therapy, navicular bone, navicular disease

Einleitung und Aufgabenstellung

Bei der sogenannten 'Hufrollenerkrankung' des Pferdes handelt es sich um eine chronisch-degenerative, aber auch um eine progressive Erkrankung des Strahlbeins und seiner Bänder sowie der Bursa podotrochlearis und der tiefen Beugesehne. Dabei stehen Abnutzungserscheinungen der aufgeführten Strukturen im Sinne arthrotischer, degenerativer Veränderungen im Vordergrund und weniger die dadurch bedingten Entzündungsgeschehen (Sesamoidosis podotrochlearis oder/ und Tendinosis podotrochlearis) (Hertsch 1982). Die 'Hufrollenerkrankung' ist damit dem sogenannten 'Arthrose-Komplex' zuzuordnen.

Die Grundlagen der vorliegenden Untersuchungen zur Extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) wurden der Humanorthopädie entnommen, in welcher die ESWT als nicht invasives

und nebenwirkungsarmes Verfahren zur Therapie chronischer Schmerzsyndrome des Haltungs- und Bewegungsapparates eingesetzt wird.

Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, die Wirksamkeit der ESWT bei podotrochlosekranken Patienten anhand des klinischen Lahmheitsverlaufes zu erfassen und eventuelle Unterschiede in der Wirksamkeit verschiedener Applikationsmethoden aufzudecken.

Definition der Stoßwelle

Rein physikalisch betrachtet handelt es sich bei Stoßwellen um Longitudinalwellen, die sich durch ihren charakteristischem Druck-Zeit-Verlauf auszeichnen. Entgegen dem sinusartigen

Phasenverlauf herkömmlicher Longitudinalwellen besteht die kurze druckstarke Stoßwelle aus zwei charakteristischen Phasen. Zunächst entsteht bei der Stoßwellenerzeugung ein dominierender Druckpuls, welcher innerhalb weniger Nanosekunden (20-600nsec) steil auf bis zu einige hundert bar (100 bar = 10MegaPascal [Mpa]) ansteigt. Diesem Überdruck folgt ein längerer 'Zugwellenanteil' (1000-2000nsec). Das bedeutet, dass es nach einem rapiden Abfall des Druckwellenpeaks zu einer kurzzeitigen Umkehr der Druckverhältnisse kommt; ein Unterdruck entsteht. Es kommt also zunächst zur Kompression der Massenteilchen des durchdrungenen Gewebes und anschließend zu deren Dehnung. Die Stoßwelle erhält dadurch ein charakteristisches Aussehen (vgl. Abb. 1).

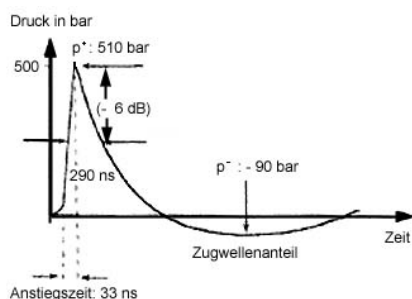


Abb 1 Druck-Zeit-Verlauf der Stoßwelle
Pressure-time-relation of a shockwave

Generell können bei der Erzeugung der Stoßwellen drei Systeme unterschieden werden. Das elektromagnetische Verfahren beruht auf dem Prinzip eines Unterwasserlautsprechers. Dabei kommt es zur plötzlichen Auslenkung einer Membran durch Wirbelstromerzeugung. Das geschieht, indem man einen primären Stromstoß durch eine Flachspule leitet, was zur kurzzeitigen Erzeugung eines magnetischen Feldes in deren Umfeld führt. Der Ausschlag der Membran führt in der angrenzenden Flüssigkeit zur Entstehung und Ablösung einer Druckwelle.

Eine ähnliche Druckwelle lässt sich durch die Längenveränderung sogenannter piezoelektrischer Kristalle erzeugen. Hierbei handelt es sich um anisotrope Quarze oder Titane, welche die Eigenschaft besitzen, auf das Anlegen einer elektrischen Spannung mit Verformung zu reagieren. Mit Hilfe einer flächenhaften Anordnung solcher Kristalle ist es möglich, eine Druckwelle im angrenzenden flüssigen Medium zu erzeugen.

Die entstehende Stoßfront ist unabhängig vom zugrundeliegenden Erzeugungsprinzip zunächst kugelförmig expandierend. Um die Stoßwelle jedoch therapeutisch nutzbar zu machen, bedarf es der Fokussierung. Dabei soll einerseits die gesamte Energie der Stoßwelle im Bereich des Gewebedefekts konzentriert und andererseits das umliegende Gewebe vor den Effekten der Stoßwellendurchdringung geschützt werden.

Eine Sonderform der 'Stoßwellentherapie' nimmt die unfokussierte radiale oder ballistische Stoßwelle ein. Die radiale Stoßwelle ist korrekterweise als unfokussierte 'Druckwelle' zu bezeichnen, da sie nicht die physikalischen Gegebenheiten einer Stoßwelle aufweist. Ferner breitet sich die radiale Druckwelle etwa hundertmal langsamer und kugelförmig expandierend im Gewebe aus, so dass sie bereits in einer Gewebstiefe von wenigen Millimetern vollständig absorbiert ist. Die

Behandlung tieferliegender Strukturen scheint daher unmöglich. Die Wirkung der Radialen Extrakorporalen Stoßwellentherapie® (RESWT) beschränkt sich auf eine Oberflächenwirkung.

Material und Methodik

Patientenmaterial/ Auswahl der Studienteilnehmer

Insgesamt wurden bei 42 Pferden 63 Einzelbehandlungen mit der ESWT durchgeführt. Unter den 42 Pferden befanden sich 35 Warmblüter verschiedener Rassen, 5 Quarterhorse, 1 Deutsches Reitpony und 1 Vollblut-Mix. Die Patientengruppe umfasste 19 Dressurpferde, 5 Springpferde, 3 Westernpferde und 8 Pferde, die in mehreren Disziplinen eingesetzt wurden. Sieben Pferde wurden ausschließlich als Hobbypferde genutzt. Der Rest des Patientenmaterials wurde im Freizeitsport eingesetzt. Das Alter der Tiere variierte von 5 bis 19 Jahren und betrug im Durchschnitt zum Zeitpunkt der Behandlung 12 Jahre. Insgesamt kamen 18 Stuten und 24 Wallache zur Behandlung.

Die Patienten verteilten sich nach dem Zufallsprinzip wie folgt; auf die Staffel A (Methode 1) entfielen 24 Pferde (9 Stuten und 15 Wallache). Auf die Staffel B (Methode 2) entfielen 18 Pferde (9 Stuten und 9 Wallache). Die Staffeln unterschieden sich in der Applikationsart der extrakorporalen Stoßwellen. Bei den 24 Patienten (bzw. 38 Gliedmaßen) der Staffel A wurden die Stoßwellen über die Hufsohle appliziert; die 18 Tiere (bzw. 25 Gliedmaßen) der Staffel B wurden über die Fesselbeuge therapiert. Die Seitenverteilung der behandelten Gliedmaßen war ausgewogen (vo.li. 30, vo.re. 33).

In die Untersuchung wurden nur Pferde mit einer chronischen Podotrochlose einbezogen, die folgende Kriterien erfüllten; die Tiere mussten eine mindestens dreimonatige Stützbeinlahmheit einer Vordergliedmaße, eine positive Beuge- und Brettprobe in der klinischen Untersuchung, eine positive Anästhesie der Rami pulvinus oder der Nn. digg. palm. lat. et med. und röntgenologische Strahlbeinbefunde nach Dik (1992) des Grades II oder höher aufweisen. Die Dauer der

Tab 1 Tabellarische Übersicht des Patientenmaterials
Data of patients.

	Staffel A	Staffel B	Gesamt
Patientenzahl	24	18	42
Altersspanne	7-19	5-17	5-19
Altersdurchschnitt	12,8 ± 0,73	10,9 ± 0,69	12,0 ± 0,55
Geschlecht	Stute	9	9
	Wallach	15	9
	Hengst	0	0
behandelte Gliedmaßen	38	25	63
Seitenverteilung	vo.li.	20	10
	vo.re.	18	15
Lahmheitsdauer (Monate)	3-131	3-72	3-131
durchschnittliche Lahmheitsdauer (Monate)	33,2 ± 7,83	21,7 ± 2,33	25,6 ± 4,33

vorangegangenen Lahmheit variierte von 3 bis 131 Monaten und betrug im Durchschnitt $25,6 \pm 4,3$ Monate (vgl. Tab. 1).

Klinische Untersuchung der Patienten

Die Untersuchung und Behandlung der Tiere fand in der Tierärztlichen Klinik Bingerwald in Waldalgesheim statt und erstreckte sich über den Zeitraum zwischen November 2000 und März 2002.

Alle Pferde wurden zunächst in Ruhe adspektorisch und palpatörisch untersucht, bevor eine Lahmheitsuntersuchung erfolgte. Pferde mit eindeutigen Fehlstellungen oder Beschlagsfehlern der Vordergliedmaßen wurden einer korrektiven Hufpflege und/ oder korrektivem Hufbeschlage zugeführt und nur bei weiterhin bestehender Lahmheit in die Studie aufgenommen.

Die Lahmheitsuntersuchung fand auf der Geraden und auf einem Zirkel mit etwa 15 Meter Durchmesser auf hartem Boden statt. Zusätzlich erfolgte eine Beurteilung auf weichem Boden an der Longe.

Die Lahmheit wurde für alle Bodenbeschaffenheiten sowie für Schritt und Trab gesondert klassifiziert, um ein genaues Bild über die Qualität der Lahmheit zu erheben. Die ausschlaggebende Untersuchung zur Quantifizierung der Lahmheit nach einer Skalierung von null bis zehn (Mair 1999) (Tab. 2)

Tab 2 Klassifizierung der Trablähmheit auf festem Boden (nach Mair 1999).
Graduation of lameness on hard ground (Mair 1999).

Trablähmheit/ Propädeutische Lahmheitseinteilung	Lahmheitseinstufung 1-10
undeutlich	0-1
geringgradig	2-3
mittelgradig	4-5
hochgradig	6-7
höchstgradig	8-10

erfolgte auf der Geraden auf festem Boden. Zur besseren Quantifizierung der klinischen Lahmheitsbefunde fand das Bewertungsschema nach Turner und Tucker (1989) Eingang in die Studie (Tab. 3). Der Turner-Tucker-Score liefert Werte zwischen 5 und 24. Ein steigender Gesamtscore ist einer höhergradigen Lahmheit gleichzusetzen. Die mit Hilfe der Beurteilung nach Mair (1999) ermittelten Daten werden im folgenden als LH-Werte, der Turner-Tucker-Score als TT-Werte erfasst.

Leitungsanästhesien

Bei allen Pferden erfolgte zunächst eine Leitungsanästhesie der Rami pulvini der Nervi digitales palmares. Beim Verbleib einer Restlahmheit wurde im Anschluss an die Anästhesie des Ramus pulvini eine Leitungsanästhesie der Nervi digitales palmares lateralis et medialis durchgeführt. Die Beurteilung der Lahmheit nach Anästhesie erfolgte jeweils 10 Minuten post injektionem. Eine Restlahmheit wurde nochmals nach einer Wartezeit von 20 Minuten beurteilt.

Zur Leitungsanästhesie wurden 2-3 ml Mepivacain mit 2% Sperrkörper (Mepivacain 2%, Fa. Intervet Deutschland GmbH) appliziert. Eine Verbesserung der Lahmheit um min-

destens 50%, eine Lahmfreiheit oder das Umspringen der Lahmheit auf die kontralaterale Vordergliedmaße wurden als positiver Ausfall der Leitungsanästhesie gewertet.

Tab 3 Untersuchungsprotokoll der klinischen Lahmheitsuntersuchung in Anlehnung an den Beurteilungsschlüssel nach Turner und Tucker (1989).
Protocol for clinical lameness investigation (Turner and Tucker, 1989).

1. Trab auf der Geraden	lahmheitsfrei	1	Punktzahl....
	stolpernder Gang	2	
	lahm	3	
2. Hufzangenreaktion*	keine	1	Punktzahl....
	geringgradig	2	
	mittelgradig	3	
	hochgradig	4	
3. Beugeprobe	negativ	1	Punktzahl....
	kein Beugeschmerz aber Lahmheit im Trab über eine Strecke von 20 Meter	2	
	kein Beugeschmerz aber Lahmheit im Trab über eine Strecke von 50 Meter	3	
	Beugeschmerz und deutliche Lahmheit im Trab über eine Strecke über 100 Meter	4	
	Beugeschmerz und Lahmheit im Trab auch nach einer Ruhezeit von 2 Minuten	5	
4. 5 Minuten Traben an der Longe, Lahmheitsfrei nach...	0 Minuten	1	Punktzahl....
	1 Minuten	2	
	2 Minuten	3	
	3 Minuten	4	
	4 Minuten	5	
	5 Minuten	6	
	Lahmheit bleibt bestehen	7	
5. Wiederholung der Beuge- probe nach Traben an der Longe (Bewertung erfolgt wie bei Punkt 3.)			Punktzahl....
			Gesamtpunktzahl

* geringgradig: Zittern der Trizepsmuskulatur ohne Zurückziehen der Gliedmaße
mittelgradig: Zurückziehen der Gliedmaße
hochgradig: starkes Zurückziehen der Gliedmaße und damit verbundene Schwierigkeiten des Untersuchenden, das Bein zu halten

Radiologische Untersuchung

Die Zehen wurden nach Entfernen der Hufeisen radiographisch in lateromedialem (LM) und dorsoproximal-palmarodistal-obliquem (DPr-PaDio) Strahlengang (Oxspring-Technik)



Abb 2 Strahlbeinbeurteilungszahl nach MacGregor (1986)

untersucht. Zusätzlich wurden teilweise palmaro45°proximal-palmarodistal oblique (PaPr-PaDio), sogenannte 'skyline'-Aufnahmen der Facies flexoria des Strahlbeins angefertigt. Der 'Schweregrad' der röntgenologischen Befunde wurde anhand der Röntgenklassifikation nach Dik (1992) und der Strahlbeinbeurteilungszahl nach Macgregor (1986) bewertet,

dokumentiert und statistisch ausgewertet (vgl. Abb. 2). Die primäre Auswahl der Patienten erfolgte jedoch anhand der Röntgenbefundung nach Dik (1992) (Tab.4), nach welcher eine röntgenologische Klassifikation des Grades 2 oder höher nachgewiesen werden musste.

Tab 4 Klassifikation radiologisch zu erhebender Strahlbeinbefunde (nach Dik 1992).
Radiological graduation of navicular bones (Dik 1992)

Grad	Zustand	Knochenstruktur	Gefäßkanäle	Form/Ränder
0	exzellent	feines Trabekularwerk scharfe Abgrenzung zw. Spongiose/ Kompakta	nicht sichtbar oder mehrere schmale (0,1-0,3 mm) konische Kanäle	variabel, bilateral symmetrisch
1	gut	feines Trabekularwerk scharfe Abgrenzung zw. Spongiose/ Kompakta	wenige kurze er- weiterte (1-3 mm) spitze oder konische Kanäle	rauer Distalrand
2	mäßig	minimale diffuse Osteo- porose oder Sklerose Verschwimmen der Abgrenzung	viele kurze oder wenige mäßig tiefe erweiterte (1-3 mm) spitze oder konische Kanäle	Chip- frakturen
3	schlecht	extensive diffuse Osteo- porose oder Sklerose, Verlust der Abgrenzung zw. Spongiosa und Kompakta	viele mäßig tiefe oder wenige sehr tiefe, erweiterte (1-3 mm) spitze, konische oder gerundete Kanäle	wenig ausgeprägte, weich konturierte Knochenbildungen am Proximalrand oder kleine Exostosen am med./ lat. Strahlbeinflügel
4	sehr schlecht	zystische Aufhellung	viele sehr tiefe er- weiterte (1-3 mm) spitze, konische oder gerundete Kanäle oder umgekehrt flaschenförmige (‘lollypop’) Kanäle	extensive, unregelmäßige Knochenbildungen am Proximalrand, große Aufrauung oder Erosion der Gleifläche, Frakturlinien

Extrakorporale Stoßwellentherapie

Als Stoßwellenquelle diente der elektrohydraulische Stoßwellengenerator ‘Equi-Tron®’ der Firma hmt- High Medical Technologies AG.

Methodik

Wahl des Therapiekopfes

Zur Behandlung eingesetzt wurden Therapieköpfe mit den Fokustiefen 20 mm und 35 mm.

Stoßwellenapplikation

Die Behandlung erfolgte durch zweimalige Stoßwellenapplikation im zeitlichen Abstand von 4 Wochen. In der Patientenstaffel A wurde die Stoßwellenapplikation über die Hufsohle der zu behandelnden Gliedmaße vorgenommen, wohingegen die Behandlung der Patienten der Staffel B über die Fesselbeuge erfolgte (vgl. Abb. 3-5).

Die Vorbereitung des Hufes zur Stoßwellenapplikation über die Hufsohle umfasste das Ausschneiden des Hufes. Der zu behandelnde Huf wurde ca. 10 Minuten in lauwarmer Seifenlauge gebadet. Als Koppelmedium diente herkömmliches Ultraschallgel (WAFU Ultraschall-Kontakt-Gel, Fa. Caelo/ Caesar & Loretz GmbH).

Pferden der Staffel B wurde das Fell der Fesselbeuge geschoren und die Haut mittels Alkohol entfettet. Als Koppelmedium wurde ebenfalls Ultraschallgel verwendet.

Pro Therapiesitzung wurden 1200 ‘Schuss’ einer Energie der Geräteeinstellung E9 (=Maximum) appliziert. Dies entspricht laut Herstellerangaben einer Energieflussdichte von 0,15 mJ/mm² und einer Gesamtenergie von 2,26 mJ auf einer kreisförmigen Fokusfläche von 5mm Durchmesser.

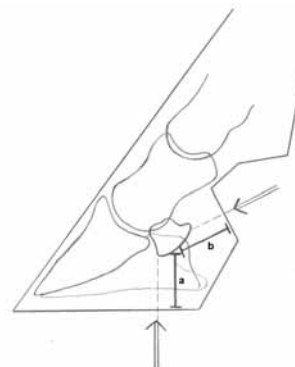


Abb 3 Schematische Darstellung der Möglichkeiten der Stoßwellenapplikation zur Behandlung des Podotrochlose-Syndroms (a: Vertikal-abstand zwischen der Hufsohle im Strahlbereich und der Mitte der Facies flexoria; b: Abstand der Hautoberfläche der Fesselbeuge zur Mitte der Facies flexoria)
Possibilities of shock-wave application to the navicular bone.



Abb 4 Stoßwellenapplikation von palmar über die Fesselbeuge.
Shockwave-applikation through the bulbs.



Abb 5 Stoßwellenapplikation von distal über die Hufsohle.
Shockwave-applikation through the sole.

Die Behandlung wurde ambulant am stehenden Tier und bei Bedarf unter leichter Sedation (30 µg/kg KM Domosedan/ Fa. Pfizer, Karlsruhe) durchgeführt. Der Therapiekopf wurde dabei frei geführt. Auf eine direkte Ortung des zu behandelnden Bereiches während der Stoßwellenapplikation mittels Inline-Sonographie oder C-Bogen wurde verzichtet.

Nach der Stoßwellenapplikation wurden die Tiere adspektrisch und palpatorisch auf Reaktionen im Applikationsgebiet untersucht. Allen Tieren wurde nach ESWT ein trockener Verband angelegt, welcher durch den Patientenbesitzer am Tag nach der Stoßwellenbehandlung entfernt wurde.

Im Anschluss an die Stoßwellenapplikation wurden die Tiere nach einem individuell erarbeiteten und an den Grad ihrer Lahmheit angepassten Bewegungsmanagement bewegt.

Klinische Nachuntersuchung

Jeweils 2 Wochen nach einer Therapiesitzung wurde eine erneute klinische Lahmheitsbefundung nach den Kriterien der Erstuntersuchung vorgenommen. Insgesamt fand eine klinische Lahmheitsuntersuchung der Patienten zu folgenden Zeit-

Tab 5 Übersicht des zeitlichen Studienaufbaus.
Timetable of lameness investigations during the study.

Zeitpunkt	Klinische Nachuntersuchung	Abstand zur Erstbehandlung
1	Erstuntersuchung (inklusive diagnostischer Anästhesien und röntgenologischer Untersuchung) 1. Stoßwellenapplikation	0
2	1. klinische Nachuntersuchung	2 Wochen
3	2. klinische Nachuntersuchung 2. Stoßwellenapplikation	4 Wochen
4	3. klinische Nachuntersuchung	6 Wochen

punkten statt (Tabelle 5). Die statistische Exploration des klinischen Datenmaterials erfolgte mit dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test. Da es sich bei der Podotrochlose in der Regel um eine bilaterale Erkrankung handelt, bedarf es häufig der Therapie beider Vordergliedmaßen. Um unter statistischen Gesichtspunkten eine vollständig unabhängige Datenmatrix zu erheben, wurde zunächst ausschließlich die stärker lahrende Gliedmaße behandelt. Insgesamt wurden 42 Pferde behandelt; deren erstbehandelte Gliedmaßen ergaben die Datengruppe eq1 mit n=42. Bei Bedarf wurde nach Abschluss der Therapie der erstbehandelten Gliedmaße das zweite Vorderbein therapiert. Statistisch gesehen handelt es sich daher bei der Einzelbetrachtung aller behandelten Gliedmaßen um eine bedingt abhängige Datenmatrix le2 mit n=63.

Ergebnisse

Ergebnisse der Röntgenuntersuchungen

Bei der Röntgenuntersuchung der Patienten variierten die radiologischen Scores nach MacGregor (1986) zwischen den Werten 2 und 43, der Median (x) lag bei 13. Die Ergebnisse der Befundungen nach Dik (1992) nahmen Werte von 2 bis 4 ein, der Median (x) lag bei 3. Die ermittelten Werte streuen demnach zwischen den radiologischen Zuständen 'mäßig' bis 'sehr schlecht' gemäß der von DIK vorgegebenen Klassifikation. Die Ergebnisse werden graphisch in Abbildung 6 verdeutlicht.

Ergebnisse der klinischen Lahmheitsuntersuchung vor Behandlungsbeginn

Die Lahmheitsgrade zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung (LH1) variieren von Grad 1 bis Grad 5 auf einer Lahmheitsskala von 0-10 (Mair 1999). Die Lahmheitsscores nach Turner und Tucker (1989) (TT1) nahmen Werte zwischen 9 und 23 ein. Die Ergebnisse der Erstuntersuchungen werden zusammenfassend in der folgenden Graphik (Abb. 7) verdeutlicht.

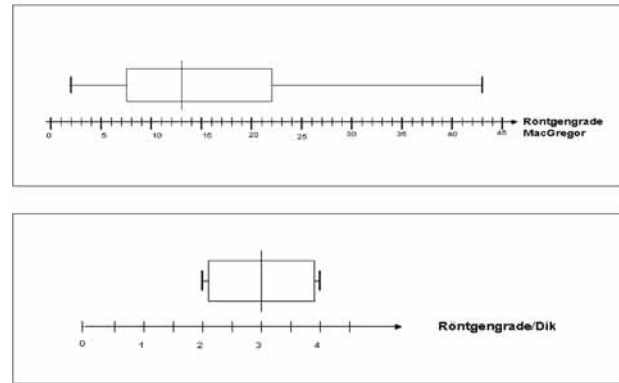


Abb 6 Einordnung der ermittelten Röntgenbefunde in die Klassifikationen nach MacGregor (1986) bzw. Dik (1992).
Results of radiological investigations.

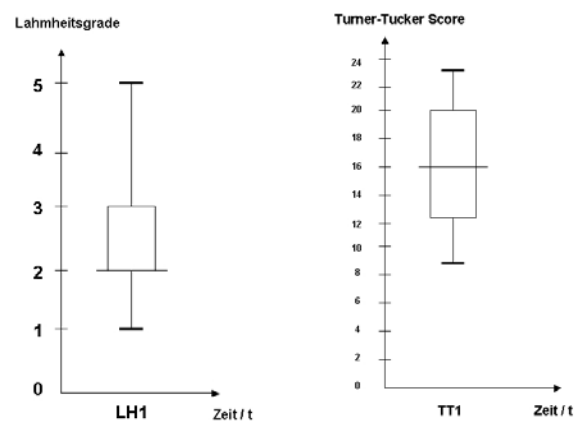


Abb 7 Ergebnisse der Lahmheitsuntersuchung und -klassifizierung der Erstuntersuchung (LH1, TT1) im Box-Whisker-Plot.
Results of the first lameness investigation during the study.

Ergebnisse der Adspektion und Palpation nach ESWT

Alle behandelten Tiere zeigten im Anschluss an die Therapie eine kurzzeitige lokale Erwärmung im Applikationsgebiet. Leichte Hautirritationen im Sinne von lokalen Rötungen bzw. geringgradige lokale Hyperästhesien in der Fesselbeuge wurden bei 5 Pferden der Staffel B beobachtet. Die Hautirritationen traten im Anschluss an die erste ESWT und nach Abklingen der lokalen Analgesie durch die diagnostischen Anästhesien auf. Die Veränderungen waren jeweils am Tag nach ESWT bei Entfernen des Schutzverbandes nicht mehr vorhanden. Bei keinem Pferd waren darüber hinausgehende Nebenwirkungen der Stoßwellenapplikation nachweisbar.

Ergebnisse der Lahmheitsuntersuchung nach ESWT

Anhand der erhobenen Grunddaten (Blum 2003) werden in den Abbildungen 8 bis 11 die zeitlichen Lahmheitsverläufe der Staffeln A und B getrennt wiedergegeben. Die Abbildungen zeigen, dass nach Stoßwellentherapie in beiden behandelten Staffeln ein positiver Therapieeffekt nachweisbar ist. Im Vergleich der LH- bzw. TT-Werte der Staffeln A und B fällt auf, dass die Effektivität der Applikation über die Fesselbeuge (Staffel B) im Vergleich zur Stoßwellenapplikation über die Hufsohle (Staffel A) höher ist.

Die statistische Auswertung mittels des Wilcoxon-Mann-Whitney-Tests ergab einen signifikanten Methodenunterschied zugunsten der Stoßwellenapplikation über die Fesselbeuge (eq 1: $p=0,011$, le 2: $p=0,001$).

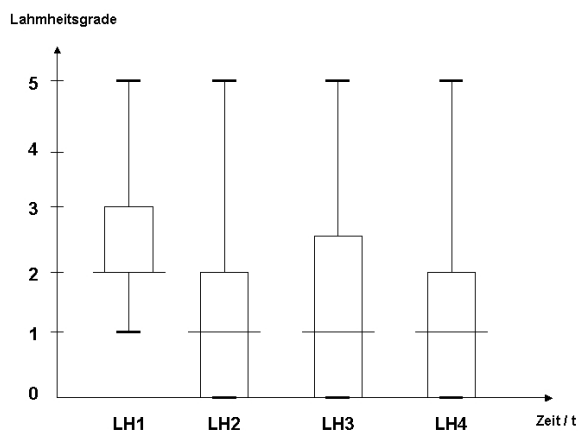


Abb 8 Zeitliche Veränderung der Lahmheitsgrade (LH) nach Mair (1999) zu den Zeitpunkten 1 – 4 der Staffel A. Chronological change of lameness degrees (Mair 1999) in group A.

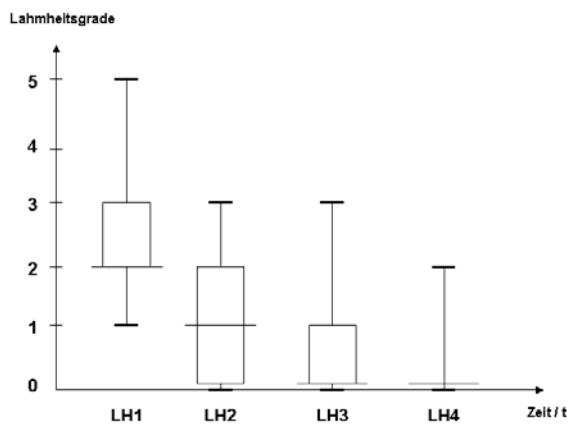


Abb 9 Zeitliche Veränderungen der Lahmheitsgrade (LH) nach Mair (1999) zu den Zeitpunkten 1 - 4 der Staffel B. Chronological change of lameness degrees (Mair 1999) in group B.

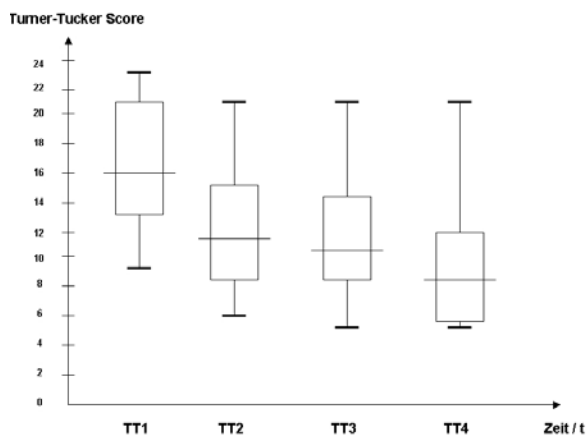


Abb 10 Zeitliche Veränderungen der Turner-Tucker-Scores (TT) nach Turner und Tucker (1989) zu den Zeitpunkten 1 - 4 der Staffel A. Chronological change of lameness degrees (Turner et Tucker 1989) in group A.

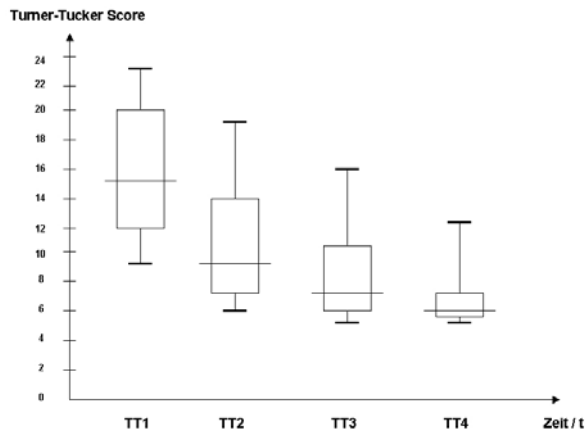


Abb 11 Zeitliche Veränderungen der Turner-Tucker-Scores (TT) nach Turner und Tucker (1989) zu den Zeitpunkten 1 - 4 der Staffel B. Chronological change of lameness degrees (Turner and Tucker 1989) in group B.

Tab 6 Übersicht über die Therapieerfolge nach ESWT in Prozent Overview of results of ESWT in percent

Therapieergebnis nach 2 Wochen Prozent (absolut)	Staffel A (n = 38)	Staffel B (n = 25)	Gesamt (n = 63)
Lahmheitsfreiheit	26,3 (10)	40,0 (10)	31,7 (20)
Lahmheitsbesserung	42,1 (16)	56,0 (14)	47,6 (30)
Keine Veränderung	28,0 (11)	4,0 (1)	19,0 (12)
Lahmheitsverschlechterung	2,6 (1)	0 (0)	1,6 (1)
Therapieergebnis nach 6 Wochen Prozent (absolut)	Staffel A (n = 38)	Staffel B (n = 25)	Gesamt (n = 63)
Lahmheitsfreiheit	47,4 (18)	80,0 (20)	60,3 (38)
Lahmheitsbesserung	28,9 (11)	20,0 (5)	25,4 (16)
Keine Veränderung	15,8 (6)	0 (0)	9,5 (6)
Lahmheitsverschlechterung	7,9 (3)	0 (0)	4,3 (3)

Die ESWT-Behandlung über die Sohle von 38 podotrochlose kranken Gliedmaßen (Staffel A) führte bei 47,7% der Behandlungen nach 6 Wochen zur Lahmfreiheit. Demgegenüber führte die Anwendung über die Fesselbeuge bei 80% der Fälle zum Verschwinden der Lahmheit (Tab. 6).

Diskussion

Um zu gewährleisten, dass es sich um schwerwiegende chronische Fälle von Podotrochlose handelte, wurden ausschließlich erfolglos vorbehandelte Patienten mit einer mindestens 3-monatigen Lahmheitsdauer zur Studienteilnahme zugelassen. Alle Tiere wurden sowohl klinisch als auch röntgenologisch untersucht. Die Anwendung eines klinischen Scores und zweier radiologischer Klassifikationsschemen sollte der möglichst guten Quantifizierbarkeit der Röntgen- und der Lahmheitsbefunde und einer guten statistischen Auswertbarkeit dienen, um den Einfluss der Subjektivität des Untersuchers im Rahmen des Studienverlaufes auf ein Minimum zu reduzieren. Die Einteilung der radiologischen Befunde nach dem „Leitfaden für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes (Röntgenleitfaden)“ (Dik et al. 1993) wurde im Rahmen dieser Studie nicht zusätzlich vorgenommen. Dennoch werden alle Befunde des „Röntgenleitfadens“ in den angewandten Klassifizierungsschemen berücksichtigt. Ein Vergleich der Befunde und deren Bewertung ist vor allem unter Berücksichtigung des Klassifizierungsschemas nach Dik

(1992) (Tab. 4) leicht möglich. Zum Zeitpunkt der Untersuchung lagen gesicherte Erfahrungswerte über Häufigkeit und Intensität der Stoßwellenapplikation zur Behandlung der Podotrochlose nicht vor. Im Rahmen dieser Studie wurde eine zweimalige Applikation von 1200 „Schuss“ einer Geräteeinstellung von $0,15\text{mJ}/\text{mm}^2$ im Abstand von 4 Wochen gewählt. Zur Stoßwellenapplikation wurde auf ein Ortungssystem mittels Inline-Ultraschallortung oder Röntgen-C-Bogen verzichtet. Um einen möglichst großen Bereich der Podotrochlea und ihrer Annexe zu treffen, wurde der Therapiekopf während der Stoßwellenapplikation in kreisförmigen Bewegungen rotiert. Der Autor vertritt die Ansicht, dass das Fehlen gesicherter Erfahrungen über die tatsächlichen Effekte der Stoßwellentherapie und über die Notwendigkeit der Fokussierung auf bestimmte Strukturen im Bereich der Podotrochlea eine punktgenaue Ortung, wie sie von Bär et al. (2001) und Bär (2002) gefordert wird, bisher nicht rechtfertigen. Die punktgenaue Fokussierung auf bestimmte Strukturen setzt die vollständige Regungslosigkeit des Tieres voraus, welche nur unter Allgemeinanästhesie erreicht werden kann. Die Kosten der Therapie sowie die Risiken für den Patienten werden dadurch entsprechend erhöht, ohne bisher erkennbare therapeutische Vorteile.

Aufgrund von Erfahrungen in der Humanmedizin ist mit einer potentiell auftretenden lokalen Hyperalgesie im ESWT-Applikationsgebiet zu rechnen. Tatsächlich war unmittelbar nach Erstbehandlung bei fünf Pferden der Staffell B eine solche lokale Hypersensibilität nachweisbar. Die gleichen Patienten zeigten im Anschluss an die ESWT lokale Rötungen im Applikationsbereich. Beide Nebeneffekte waren laut Angaben der Patientenbesitzer nach 24 Stunden nicht mehr vorhanden. Bei allen Tieren handelte es sich um Pferde mit unpigmentierten Fesselbeugen. Es ist zu überdenken, ob ähnliche Hautirritationen bei anderen Studienteilnehmern aufgrund der Pigmentierung der Haut der Fesselbeugen unentdeckt blieben. Die beobachteten Hautirritationen könnten Folge der diagnostischen Leitungsanästhesien oder ausschließlich Folge der ESWT sein, oder einen Summationseffekt beider Anwendungen darstellen.

Die statistische Datenanalyse bezüglich der zeitlichen Lahmheitsveränderung (LH1-4, TT1-4) ergab in allen Testläufen hochsignifikante p-Werte. Die Stoßwellentherapie besitzt demnach mit hoher Wahrscheinlichkeit einen positiven therapeutischen Effekt auf das klinische Bild der Podotrochlose. Weder das Alter der Tiere noch der röntgenologisch erfassbare 'Schweregrad' der Hufrollenerkrankung scheinen dabei einen Einfluss auf den Effekt der Stoßwellentherapie zu haben. Diese Beobachtung unterstützt die Hypothese, dass der analgetische Effekt der Stoßwellenapplikation einen nicht geringen Einfluss auf den Effekt der Therapie hat. Das Wirkungsprinzip der ESWT bei orthopädischen Erkrankungen ist noch weitestgehend ungeklärt. Neben einem analgetischen Effekt und verbesserten metabolischen Vorgängen im Gewebe (Loew et al. 1999, Löffeld et al. 2002, Maier et al. 2003, Schmitz et al. 2003) wird eine Aktivierung des Knochenwachstums (Haupt et al. 1992, Kaulesar Sukul et al. 1993, Kusnierczak et al. 2000) bei Insertionsdesmopathien (McClure 2002), eine verbesserte Durchblutung im therapierten Gewebe (Russo und Galasso 2001), eine stoßwelleninduzierte Stickstoffmonoxid-Synthese (Gotte 2002, Cavalieri et al. 2003, Russo 2003) und eine stoßwelleninduzierte Neovaskularisation (Russo und Galasso

2001, Wang et al. 2002) diskutiert. Ein besseres Verständnis der Analgesie durch Stoßwellentherapie und vor allem ein besseres Verständnis der Gewichtung der übrigen Effekte im Rahmen der Behandlung sind von besonderem Interesse für den weiteren Einsatz der ESWT. Vor allem unter dem Aspekt des „physikalischen Dopings“ von Sportpferden ist zu klären, inwiefern die Wirksamkeit der Therapie auf einer analgetischen Wirkung basiert, auf welchem Wirkungsmechanismus diese Analgesie beruht und wie lange eine solche Analgesie anhält. Sollte der analgetische Effekt der alleinig wirksame Faktor der Stoßwellenbehandlung sein, so muss die ESWT einer „physikalischen Denervierung“ gleichgesetzt werden.

Entsprechend der Ischämietheorie zur Podotrochloseätiologie (Litzke et al. 1987, Hertsch und Dammer 1987, Rijkenhuizen et al. 1989, u.a.), würde sich eine verbesserte Durchblutung des therapierten Gewebes sowie eine Neovaskularisation besonders positiv auf die Therapie des Krankheitsgeschehens auswirken.

In einer Langzeitstudie könnte geprüft werden, ob nach ESWT eine Induktion des Knochenwachstums sowie eine verbesserte Durchblutung des Gewebes zur Regeneration der pathologischen Veränderungen an der Knochensubstanz des Strahlbeins führen.

Während der vorliegenden Untersuchungen wurde im Anschluss an jede einzelne ESWT-Anwendung eine deutlich spürbare kurzzeitige Erwärmung im Applikationsgebiet und im Bereich des Hufes beobachtet. Zur Objektivierung wurde bei einigen Tieren vor und nach Stoßwellenapplikation eine thermographische Untersuchung der Akren vorgenommen. Die Ergebnisse bestätigen die subjektive Empfindung des Untersuchers, und eine Erwärmung des Applikationsbereiches und des Hufes waren nachweisbar. Die bisherigen wenigen Daten sollten im Rahmen weiterer Untersuchungen zur ESWT auch hinsichtlich des langzeitigen Verlaufs thermographisch kontrolliert werden.

Die anfänglich gehegte Hoffnung, die Stoßwellentherapie könnte zur Verbesserung der röntgenologisch nachweisbaren pathologischen Veränderungen am Strahlbein führen, konnte im Rahmen der Studie nicht bestätigt werden. Bei keinem der nachuntersuchten Tiere konnte eine Verbesserung der Röntgenbefunde festgestellt werden. Die der ESWT zugeschriebene stimulierende Wirkung auf die osteogenetische Regeneration sollte auf histologischer Ebene geprüft werden.

Berichte über die Behandlung von Insertionsdesmopathien, zu denen auch verschiedene Formen der Podotrochlose gerechnet werden (Dämmrich 1984, Pool et al. 1989, u.a.) und chronischen Tendinosen mittels Stoßwellentherapie finden sich im humanmedizinischen Bereich vielfältig wieder (Goebel 2001, Buch 2001, Perlick und Wallny 2001, u.a.). Auch in der Veterinärmedizin wird diesbezüglich verstärkt nach den Wirkungsmechanismen der ESWT geforscht (Weiler 2001).

Die Stoßwellenapplikation über die Fesselbeuge erbrachte im Beobachtungszeitraum ein besseres Therapieergebnis. Dieses Ergebnis scheint kaum verwunderlich, wenn man die Schallwellendurchlässigkeit der unterschiedlichen Materialien (Haut vs. Horn) bedenkt. Die tägliche Praxis lehrt uns die leichte

Schallwellendurchlässigkeit der Haut und oberflächennaher Strukturen. Die Hornkapsel als eine wenig wasserhaltige und kompakte Schicht organischen Gewebes bildet hingegen eine schwerer zu durchdringende Barriere. Die Notwendigkeit der vorbereitenden Maßnahmen des Hufes zur Stoßwellenapplikation über die Hufsohle werden offensichtlich, wenn man sich die Schwierigkeit der Ultraschalluntersuchung der Gleitfläche des Strahlbeins vor Augen führt. Ohne entsprechende Vorbereitungen des Hufes ist eine sonographische Untersuchung der Facies flexoria und ihrer Annexe nicht hinreichend möglich. Ebenso verhält es sich mit der Durchdringbarkeit der Hornsubstanz für die applizierten Stoßwellen.

Man muss bei der weniger guten Beeinflussung des Lahmheitsgeschehens mittels Stoßwellenapplikation über die Hufsohle (Staffel A) bedenken, dass möglicherweise im Vergleich zur Staffel B nur ein Bruchteil der applizierten Stoßwellen tatsächlich den angestrebten Ort der Behandlung erreicht oder eine starke Modifikation der physikalischen Eigenschaften der Stoßwellen stattgefunden hat. Um diese Hypothese beweisbar und die tatsächliche Stoßwellendurchlässigkeit der unterschiedlichen Strukturen des Hufes quantifizierbar zu machen, bedarf es der Entwicklung eines Gewebephantoms sowie geeigneter Messapparaturen.

Durch weitere Verlaufsuntersuchungen sollten der langzeitige Effekt und eventuelle Rezidive nach ESWT erfasst werden. Ebenso bedarf es eines profunderen Verständnisses der tatsächlichen Wirkungsweisen der Stoßwellentherapie. Aus entsprechender Forschung abzuleitende konkretere und stärker begrenzte Indikationsstellung zur ESWT wird unter Umständen zu besseren Erfolgen der Behandlung führen.

Die Ergebnisse der vorgestellten Untersuchung stehen im Widerspruch zu den Ergebnissen von McClure und Weinberger (2003), in deren Untersuchung 16 von 16 podotrochlosekranken Tieren eine Therapieresistenz auf die Behandlung mittels ESWT zeigten. Die Notwendigkeit zur weiteren kritischen Untersuchung der Wirkungsweisen der ESWT, zum gezielten Einsatz der Stoßwellentherapie und zur kritischen Überprüfung der Indikationen zur ESWT wird offensichtlich. Fakt ist jedoch auch, dass die Stoßwellenanwendung eine nicht invasive und leicht durchzuführende Alternative zu den bisherigen Behandlungsformen darstellt. Die Wirkungsweisen der ESWT und deren Einsatzmöglichkeiten sollten daher weiter exploriert werden.

Schlussfolgerungen für Forschung und Praxis

Die Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) erweist sich anhand der durchgeführten Untersuchungen als ein geeignetes Therapieverfahren zur Behandlung der Podotrochlose. Die vorliegende Arbeit ergründet nicht die Wirkungsprinzipien der Lahmheitsverbesserung durch die ESWT. Im Rahmen dieser Studie bleibt die Frage, ob diese Therapiemethode ausschließlich symptomatischer oder aber auch kausaler Natur ist, ungeklärt. In Hinblick auf den weiteren Einsatz der ESWT ist die Klärung dieser Frage von besonders großem Interesse. Die Stoßwellengeneratoren unterschiedlicher Hersteller sowie unterschiedlicher Generatorprinzipien sind nicht problemlos miteinander vergleichbar; zur Dosierung der Stoßwellenapplikation besteht weder für die Energieflussdichte noch für die Frequenz und Häufigkeit der angewandten Stoßwellen ein

Konsens, und Dosisfindungsmodelle sind vonnöten. Hierfür ist ein besseres Verständnis der grundlegenden Wirkmechanismen der Stoßwellentherapie hilfreich. Über die Dauer der erreichten Schmerzfreiheit und zur Rezidivrate gibt es noch keine verlässlichen Aussagen, ebenso wenig über eventuelle Spätschäden der Therapie. Zur Verifizierung der Stoßwellentherapie müssen Vergleiche mit den Behandlungsergebnissen herkömmlicher Therapieverfahren für die jeweilige Indikation durchgeführt werden.

Die Applikation der Stoßwellen mittels des elektrohydraulischen Stoßwellengenerators 'Equitron,' der Firma 'hmt - High Medical Technologies' kann als eine nebenwirkungsarme, leicht durchzuführende und effektive Behandlungsmethode des Podotrochlose-Syndroms bei Pferden angesehen werden. Um potentielle Spätfolgen der Stoßwellenapplikation zu erfassen, bzw. die Dauer des Therapieerfolges über den untersuchten Zeitrahmen hinaus zu dokumentieren, sind weitere Studien ratsam. Eine große Bedeutung wird hierbei insbesondere der histologischen Untersuchung behandelte Gewebe zugemessen, um potentielle Gewebstrukturen aufzudecken. Desweiteren könnten Energieflussmessungen an Gewebphantomen dem besseren Verständnis der tatsächlichen Stoßwellendurchlässigkeit des in dieser Studie therapierten Gewebes sowie der tatsächlich applizierten Energie im Fokusbereich dienen.

Anschrift des Herstellers

Firma 'hmt - High Medical Technologies AG'
Kreuzlingerstraße 5, CH-8574 Lengwil

Literatur

- Bär K., M. Weiler, J. Bodamer, H. Rupprecht, M. Schramm und R. Carbon (2001): Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) - eine Möglichkeit zur Therapie der Podotrochlose. *Tierärztl Prax* 29, 163-7
- Bär K., M. Weiler und R. Carbon (2002): Treatment of navicular disease. In: Abstract book. 1st Symposium of Extracorporeal Shock Wave Users in Veterinary Medicine/ Sottrum, 7
- Blum N. (2003): Der Einsatz der Extrakorporalen Stoßwellentherapie zur Behandlung des Podotrochlose-Syndroms beim Pferd – Untersuchung der Wirksamkeit einer neuen Therapiemethode. Dissertation, Gießen
- Buch M. (2001): Prospektiver Vergleich der hochenergetischen Stoßwellentherapie sowie des Needling bei der Tendinosis calcarea der Schulter. In: Extrakorporale Stoßwellentherapie in der Orthopädie Grundlagen und Anwendung. Hrsg.: Siebert, W./ Buch, M. Ecomed Verlagsgesellschaft, 27-36
- Dämmrich K. (1984): Pathogenese der Podotrochlose. In: Orthopädie bei Huf- und Klautentieren. Internationale Tagung, 5.-7. Oktober 1983, Wien. Hrsg. Knezevic, P. F. Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei, Hannover, 1-6
- Dik K. J. (1992): Radiographic examination. In: The Pre-Purchase Examination of the Horse. Hrsg.: Wagenaar, G. Bunge Verlag, Utrecht, 54-78
- Goebel F. (2001): Stoßwellenanwendung bei Epicondylitis humeri radialis et ulnaris. In: Extrakorporale Stoßwellentherapie in der Orthopädie Grundlagen und Anwendung Hrsg.: Siebert, W./ Buch, M. Ecomed Verlagsgesellschaft, 103-25
- Haupt G., A. Haupt, A. Ekkernkamp, B. Gerety und M. Chvapil (1992): Influence of shock waves on fracture healing. *Urology* 39, 529-32

- Hertsch B., H. Wissdorf und R. Zeller (1982): Die sogenannten "Gefäßlöcher" des Strahlbeines und ihre Beziehung zum Hufgelenk- Ein Beitrag zur Pathogenese der Hufrollenerkrankung. Tierärztl Praxis 10, 365-79
- Hertsch B. und H. Dammer (1987): Zur Durchblutung des gesunden und erkrankten Strahlbeines. Dtsch Tierärztl Wschr 94, 169-172
- Kaulesar Sukul D. M. K. S., E. J. Johannes, E. G. J. M. Pieri., G. J. W. M. van Eijck und M. J. E. Kristelijn (1993): The effect of high energy shock waves focused on cortical bone: an in-vitro study. J Surg Res 54, 46-51
- Kusnierczak D., D. R. Brocaci, U. Vettel und M. Loew (2000): Effect of extracorporeal shockwave administration on biological behavior of bone cells in vitro. Z Orthop Ihre Grenzgeb 138, 29-33
- Litzke L.-F., O. Dietz und E. Nagel (1987): Angiographie als diagnostisches Hilfsmittel und periarterielle Sympathektomie mit oder ohne Neurektomie in der Lahmheitstherapie beim Pferd. Pferdeheilkunde 3, 3-8
- Löffeld S., K.-J. Boening, K. Weitkamp und P. Stadler (2002): Radiale extrakorporale Stoßwellentherapie, bei Pferden mit chronischer Insertionsdesmopathie am Fesselträgerursprung - eine kontrollierte Studie. Pferdeheilkunde 18, 147-154
- Loew M., W. Daecke, D. Kusnierczak, M. Rahmanzadeh und V. Ewerbeck (1999): Shock-wave therapy is effective for chronic calcifying tendinitis of the shoulder. J Bone Joint Surg Br 81, 863-7
- MacGregor C. M. (1986): Radiographic assessment of navicular bones based on changes in the distal nutrient foramina. Equine Vet J 18, 203-206
- Maier M., B. Averbeck, S. Milz, H. J. Refior und C. Schmitz (2003): Substance P and prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur. Clin Orthop 406, 237-45
- Mair T. (1999): persönliche Mitteilung
- McClure S. (2002): In vivo evaluation of extracorporeal shock wave therapy for collagenase induced suspensory ligament desmitis in horses. In: Abstract book. 1st Symposium of Extracorporeal Shock Wave Users in Veterinary Medicine/ Sottrum. 23-4
- McClure S. und Weinberger T. (2003): Extracorporeal shock wave therapy: clinical applications and regulation. Clin Tech Equine Pract 2, 358-367
- Perlick L. und T. Wallny (2001): Die ESWT der Tendinosis calcarea. Untersuchungen zur Desintegrationswirkung von Stoßwellen auf ein standardisiertes Kalkdepot im Tiermodell. In: Extrakorporale Stoßwellentherapie in der Orthopädie Grundlagen und Anwendung. Hrsg.: Siebert, W./ Buch, M. Ecomed Verlagsgesellschaft. 149-60
- Pool R. R., D. M. Meagher und S. M. Stover (1989): Pathophysiology of navicular syndrome. Vet Clin North Am Equine Pract 5, 109-129
- Rijkenhuizen A. B. M. (1989): The arterial supply of the equine navicular bone and its relation to navicular disease. Dissertation, Utrecht
- Russo S. und O. Galasso (2001): Stoßwellentherapie der Hüftkopfnekrose. In: Extrakorporale Stoßwellentherapie in der Orthopädie. Hrsg.: Siebert, W./ Buch, M. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/ Lech. 193-199
- Schmitz C., J. D. Rompe, D. C. Wirtz und M. Maier (2003): Grundlagenforschung bei der ESWT am Stütz- und Bewegungsapparat. Vortrag: Muskuloskeletale Stoßwellentherapie- 3. Drei-Länder-Treffen der Österreichischen, Schweizer und Deutschen Fachgesellschaften/ München
- Turner A. S. und C. M. Tucker (1989): The evaluation of isoxuprine hydrochloride for the treatment of navicular disease: a double blind study. Equine Vet J 21, 338-341
- Wang C. J., H. Y. Huang und C. H. Pai (2002): Shock wave enhanced neovascularisation at the tendon-bone junction. An experiment in dogs. J Foot Ankle Surg 41, 16-22
- Weiler H. (2001): Insertionsdesmopathien beim Pferd. Ein Beitrag zur Orthologie und Pathologie der Sehnen-, Band- und Gelenkkapselverankerungen beim Pferd unter besonderer Berücksichtigung der Insertion des Funiculus nuchae an der Squama occipitalis. FN-Verlag der Deutschen Reiterlichen Vereinigung, Warendorf

Dr. Nadine Blum
Tierärztliche Klinik Bingerwald
55425 Waldalgesheim
nadine.blum1@gmx.de

Pferdeheilkunde Curriculum Berlin

Externe Kommunikation und Internetauftritt der tierärztlichen Praxis

Anne-Catherine Coppens und Martin Riebe

12. Februar 2005, Humboldt-Universität Berlin

Interne Kommunikation, Teamarbeit und Mitarbeiterführung

Yasmine Bouali und Kathrin Thorun-Brennan

13. Februar 2005, Humboldt-Universität Berlin