

Aus der Klinik für Pferdekrankheiten, allgemeine Chirurgie und Radiologie
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Vergleichende Betrachtung des Behandlungserfolges der
intraartikulären kombinierten Behandlung mit Natriumhyaluronat
und Betamethason mit der intraartikulären Behandlung mit
autologem konditioniertem Serum (IL-1 Ra) bei Pferden mit positiver
Hufgelenkanästhesie-
Eine Anwendungsbeobachtung**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Veterinärmedizin

an der

Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Ulrike Jöstingmeier

Tierärztin aus Halle/Westfalen

Berlin 2008

Journal-Nr.: 3251

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Bodo-Wolfhard Hertsch
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Rudolf Staufenberg
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

horses, horse diseases, foot diseases, navicular disease, hyaluronic acid,
betamethasone, interleukin 1 receptor antagonist protein

Tag der Promotion: 15.07.2009

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN: 978-3-86664-665-0

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2008

Dissertation, Freie Universität Berlin

D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder
Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in
irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet,
vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch
ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzei-
chen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt
werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written
authorization of the publisher.

alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© mensch und buch verlag 2009

choriner str. 85 - 10119 berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Für Matthias

und

Für meine lieben Eltern

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	3
2. Schrifttum	5
2.1 Anatomie des Hufgelenkes	5
2.2 Physiologie des Pferdegelenkes	7
2.3 Pathologie nichtinfektöser Gelenkerkrankungen	12
2.3.1 Die Pathologie der traumatischen Arthritis	12
2.3.2 Die Podarthritis als Teilaspekt des Podotrochlosesyndroms	14
2.3.3 Die sekundäre Podarthritis	17
2.3.4 Die Podarthrose	21
2.4 Diagnostik der Hufgelenkerkrankung	23
2.4.1 Die klinische Untersuchung	23
2.4.2 Diagnostische Anästhesien	26
2.4.3 Intraartikuläre Druckmessung	30
2.4.4 Röntgenologische Untersuchung	32
2.4.5 Diagnostische Arthroskopie	34
2.4.6 Synoviaanalyse	35
2.5 Therapie der Hufgelenkerkrankung	37
2.5.1 Orthopädische Maßnahmen	37
2.5.2 Bewegungseinschränkung	37
2.5.3 Chirurgische Maßnahmen	38
2.5.3.1 Gelenklavage	38
2.5.3.2 Neurektomie	38
2.5.4 Medikamentöse Therapie	40
2.5.4.1 Nichtsteroidale Antiphlogistika (NSAID)	40
2.5.4.2 Glukokortikoide	41
2.5.4.3 Hyaluronsäure	45
2.5.4.4 Polysulfatierte Glycosaminoglycane (PSGAG)	47
2.5.4.5 Autologes conditioniertes Serum (ACS)- IRAP	48
3. Eigene Untersuchungen	51
3.1 Material	51
3.1.1 Patientengut	51
3.1.2 Technisches Material	52
3.2 Methode	54
3.2.1 Untersuchungsgang	54
3.2.2 Beurteilungskriterien der klinischen Untersuchung	54
3.2.2.1 Lahmheitsgrad	54
3.2.2.2 Art der Lahmheit	55
3.2.2.3 Ausfall der Zehenbeugeprobe	55
3.2.2.4 Ausfall der diagnostischen Anästhesien	56
3.2.3 Beurteilung der röntgenologischen Befunde	57

3.2.4	Intraartikuläre Therapie	57
3.2.4.1	Therapieformen	57
3.2.4.2	Herstellung des Autologen konditionierten Serums (ACS)	58
3.2.5	Hufbeschlag	59
3.2.6	Bewegungsprogramm	59
3.2.7	Überprüfung des Therapieerfolges	59
3.2.8	Statistische Auswertung	60
4.	Ergebnisse	62
4.1	Allgemeine Diagnostik	62
4.1.1	Alter der Patienten	62
4.1.2	Nutzung	63
4.2	Spezielle Diagnostik	64
4.2.1	Röntgenklasse	64
4.2.2	Lahmheitsgrad vor der Behandlung	65
4.2.3	Lahmheitsgrad 14-21 Tage nach Behandlungsbeginn	66
4.2.4	Lahmheitsgrad 21-28 Tage nach Behandlungsbeginn	66
4.2.5	Lahmheitsgrad 6 Monate nach Behandlungsbeginn	67
4.3	Resultat	69
4.4	Anzahl der benötigten Injektionen	70
5.	Diskussion	71
5.1	Material und Methode	71
5.2	Ergebnisse	72
5.2.1	Vergleichbarkeit der Gruppen	72
5.2.2	Lahmheitsgrad nach 6 Monaten	72
5.2.3	Gesamterfolg	72
5.2.4	Behandlungserfolg der Gruppe 1	72
5.2.5	Behandlungserfolg der Gruppe 2	73
5.3	Fazit	74
5.4	Anmerkung	74
6.	Zusammenfassung	75
7.	Summary	77
8.	Schrifttumsverzeichnis	79

1. Einleitung

Akute und chronische traumatische Arthritiden gehören zu den wichtigsten Lahmheitsursachen bei Sportpferden. Besonders häufig betroffen sind die Hufgelenke der Vordergliedmaße in Form von überwiegend aseptischen Arthritiden und degenerativen Erkrankungen.

Üblicherweise werden Gelenkerkrankungen der Pferde mit intraartikulär verabreichten Medikamenten behandelt. Am häufigsten eingesetzt werden Hyaluronsäure und Glukokortikoide einzeln oder in der Kombination.

Besonders der Einsatz der Glukokortikoide wird sehr kontrovers diskutiert. Zum Einen gelten sie wegen ihrer stark antiphlogistischen, antiexsudativen, antiproliferativen und analgetischen Effekte (Breuer und Becker, 1984) als sehr potentes Therapeutikum zur Behandlung von Gelenkentzündungen, zum Anderen sind ihre Nebenwirkungen auf den Gelenkstoffwechsel längst bekannt – es kommt zu einer Inhibition der Proteoglykansynthese, der Hyaluronsäuresynthese und der Kollagensynthese (Richardson, 1991). Einige Autoren lehnen aus diesem Grund die intraartikuläre Behandlung mit Glukokortikoiden kategorisch ab.

Hinzu kommt bei der Behandlung von Sportpferden der Aspekt des Dopings. Vor allem in den letzten Jahren ist unabhängig von den oben genannten Vorbehalten eine hitzige Diskussion über den Einsatz von Glukokortikoiden allgemein bei Sportpferden entbrannt, da sowohl Besitzer wie auch Tierärzte eine positive Dopingprobe des „Athleten Pferd“ fürchten.

Seit 2004 ist für den Einsatz bei Pferden die IRAP-Therapie erhältlich. – Sie basiert auf dem Prinzip der Behandlung mit einem körpereigenen Entzündungshemmer (IL-1 Ra) der zuvor in autologem konditionierten Serum 140-fach vermehrt wurde.

Laut Berichten aus der Humanmedizin ist diese Behandlungsform frei von Nebenwirkungen, wirkt antiinflammatorisch und chondroprotektiv.

Da keine körperfremden Substanzen zum Einsatz kommen handelt es sich außerdem nicht um eine Medikation i.e.S. und somit hat die Behandlung keine Dopingrelevanz.

Die vorliegende Arbeit vergleicht die Wirksamkeit der IRAP-Therapie mit der Hyaluronsäure/Glukokortikoidtherapie anhand einer Feldstudie mit 54 hufgelenkslahmen Pferden.

2. Schrifttum

2.1. Die Anatomie des Hufgelenkes (*Articulatio interphalangea distales*)

Das Hufgelenk wird von den Gelenkflächen dreier Knochen gebildet:

Die *Facies articularis* des Hufbeins und die *Facies articularis* des Strahlbeins bilden die Gelenkgrube, die distale Epiphyse des Kronbeins die sattelförmige Gelenkwalze.

Die Gelenkkapsel umschließt das Gelenk und bildet dorsal und palmar Ausbuchtungen (*Recessus dorsalis* und *palmaris*) sowie zusätzlich kleinere seitliche Buchten .

Distal wird die Kapsel durch das *Ligamentum distale impar*, welches zwischen Strahlbein und Hufbein verkehrt, verstärkt (Nickel et al. 1992).

Nach Wissdorf et al. (1998) liegt der *Recessus dorsalis proximalis* unter der Sehne des gemeinsamen Zehenstreckers und wird durch diesen zweigeteilt.

Der *Recessus palmaris proximalis* ist dreigeteilt und reicht mit seinem mittleren Abschnitt bis an die Kronbeinlehne heran. Medial und lateral ist er den Hufknorpeln benachbart und hat Kontakt zur *Bursa podotrochlearis*.

Von der Fesselbeugesehnnenscheide ist er nur durch den Kronbeinschenkel der tiefen Beugesehne getrennt.

Distal stülpt sich die Gelenkkapsel zwischen den einzelnen Faserbündeln des *Lig. Sesamoideum distale impar* in Form von kleinen Buchten vor.

Untersuchungen von Hertsch et al. (1982), Hertsch (1983) und Dammer (1986) haben gezeigt, dass diese kleinen Ausbuchtungen des distalen *Recessus* als *Canales sesamoidales* in die distal der *Facies articularis phalangis distalis* gelegenen Anteile des Strahlbeines eindringen.

Nach Hertsch (1983), Dos Reis (1989) und Drommer et al. (1992) sind die *Canales sesamoidales* von *Stratum synoviale* ausgekleidet.

Saber und Bolbol (1987) bezeichnen fünf eigenständige Recessus:

1. Recessus dorsalis
2. Recessus palmaris (sive plantaris)
3. Recessus medialis
4. Recessus lateralis
5. Recessus distalis

Demnach dehnt sich der Rec. dorsalis 7-15mm proximal aus und wird durch die Sehne des M. extensor digitalis communis sowie durch die Ligg. collaterale medialis und lateralis die zwischen Huf- und Kronbein verlaufen, begrenzt.

Der Recessus palmaris bzw. plantaris wird durch zwei große, lateral und medial gelegene Aussackungen und einen dazwischen liegenden kleineren mittleren Gelenksack gebildet.

Die Recc. medialis und lateralis sind kleinere Ausbuchtungen von je ca. 5mm Höhe und 5mm Breite und liegen nach medial den Hufknorpeln an.

Nach seiner anatomischen Form ist das Hufgelenk ein Sattelgelenk. Da es aber zum Ausgleich von Bodenunebenheiten neben Beugung und Streckung auch Drehbewegungen bis 15° zulässt, kann es hinsichtlich seiner Funktionalität auch als unvollkommenes Wechselgelenk bezeichnet werden (Wissdorf et al., 1998; Nickel et al., 1992).

2.2. Die Physiologie des Pferdegelenkes

Wie im vorhergehenden Abschnitt dargestellt wird die Anatomie des Hufgelenkes im Wesentlichen durch die mit Gelenkknorpel bedeckten beteiligten Knochenenden, die Gelenkkapsel, die Bänder und die Synovialflüssigkeit bestimmt.

Das wichtigste Charakteristikum der Gelenkfunktion ist das Ermöglichen fließender, scheinbar friktionsloser Bewegungen der Knochen durch das perfekte aufeinander abgestimmte Zusammenspiel der Synovialflüssigkeit, der Synovialmembran, des Gelenkknorpels und des subchondralen Knochens. Störungen in diesem Zusammenspiel führen zu erhöhter Friktion im Gelenk und führen hierdurch zu Gelenkerkrankungen (van Weeren u. Brama, 2001).

Synovia

Die Synovia dient als Schmier- und Gleitmittel im Gelenk, sowie als Transportmedium zwischen der Gelenkkapsel und dem Gelenkknorpel. So werden einerseits Nährstoffe von der Synovialis zu den Chondrozyten und andererseits Stoffwechselschlacken von den Chondrozyten zur Synovialis transportiert (Dämmrich und Brass, 1993). Die Synovia ist ein Ultrafiltrat des Plasmas. Ihre molekulare Zusammensetzung entspricht der des Plasmas, mit Ausnahme der Hyaluronsäure, welche deutlich höher konzentriert vorliegt (Knox et al., 1988).

Physiologische Synovia ist hell gelb, klar und frei von losem Material. Sie gerinnt nicht, da ihr Fibrinogen und andere Gerinnungsfaktoren fehlen (McIlwraith, 1989).

Der Eiweißgehalt beträgt physiologischerweise etwa 25-35% der Plasmaeiweißkonzentration, die Normwerte bei Pferden liegen bei 1,81±0,26g/dl. Bei Entzündungen steigt der Eiweißgehalt an und kann in der Synovia Werte erreichen, die denen des Plasmas entsprechen.

Durch ihren Gehalt an Hyaluronsäure erhält die Synovia ihre Viskosität. (Amiel et al., 1986). Sie gilt als Maß für Quantität, Qualität bzw. für den Polymerisierungsgrad der Hyaluronsäure. Van Pelt (1974) beschreibt die Viskosität der Synovia bei degenerativen Gelenkerkrankungen im normalen Bereich. Anhand der Länge des Muzinfadens eines Tropfens Synovia zwischen zwei Fingern (Eisenmenger, 1974) bzw. durch Abtropfen von der Spritze (Stashak, 1989) wird die Viskosität beurteilt. Die physiologische Länge liegt bei 5-8 cm. Zur exakten Messung wird ein Viskosimeter verwendet, es vergleicht die Viskosität der Synovia mit der von destilliertem Wasser (Van Pelt, 1962).

Die Zellzahl der physiologischen Synovia liegt zwischen 20 und 600 Zellen pro mm^3 (Eisenmenger, 1974). Nach Persson (1971), Van Pelt (1974) und Dämmrich und Brass (1993) beträgt die Leukozytenzahl weniger als 200 pro mm^3 .

In kleinen, straffen Gelenken, bei älteren Tieren und in der Ruhephase ist die Zellzahl geringer; in großen Gelenken, in der Arbeitsphase und nach Lokalthherapie steigt die Zellzahl an. Eine akute, aseptische traumatische Arthritis bringt Zellzahlen von 5000 pro mm^3 , eine Infektion Zellzahlen von über 10000 pro mm^3 mit sich (Eisenmenger, 1974). Nach Breuer und Becker (1984) muß ab einer Leukozytenzahl von 50000 pro mm^3 mit einer Gelenkinfektion gerechnet werden.

Abgeschilferte Knorpelfragmente erscheinen in erhöhter Anzahl in Gelenken mit degenerativen Erkrankungen, Osteochondrosis dissecans oder chronischer traumatischer Arthritis (Van Pelt, 1974).

Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel besteht aus einer äußeren fibrösen Schicht (Stratum fibrosum) und einer innen liegenden mukösen Schicht (Stratum synoviale, Synovialmembran). Das Fehlen einer Basalmembran und das Auftreten von Lücken zwischen den Synovio-

zyten sowie die Nähe der Blutgefäße zur Synovialmembran ermöglichen den Efflux von kapillärem Exsudat in den Gelenkspalt (Todhunter 1996).

Die Hauptfunktionen der Synoviozyten sind Phagozytose (Typ A- Zellen) und Synthese von Hyaluronsäure (Typ B- Zellen) (Henderson und Pettipher, 1985).

Subchondraler Knochen

Der subchondrale Knochen besteht aus einer relativ dünnen, kompakten, cortexähnlichen subchondralen Platte. Seine Festigkeit bewahrt die Gelenkflächen vor Deformation bei starker Beanspruchung (Radin und Rose, 1986).

Gelenkknorpel

Der Gelenkknorpel ist ein relativ zellarmes (1-5% Chondrozyten), avaskuläres, aneurales und alymphatisches Gewebe, das im Wesentlichen aus extrazellulärer Matrix (ECM) besteht (Palmer und Bertone 1994). Die einzig vorkommende Zellform sind Chondrocyten. - Hochdifferenzierte Zellen, die die extrazelluläre Matrix aufbauen und erhalten. Die Hauptbestandteile der ECM sind Kollagen Typ II, verschiedene Proteoglycane und Wasser.

Das Kollagen liegt in Form von Tropokollagenmolekülen vor, welche sich untereinander zu großen Fibrillen verbinden und so ein stabiles Netz bilden (Todhunter, 1996; Todhunter et al., 1994).

Proteoglykane bestehen aus einem Protein und einem Glykosaminoglykan. Das wichtigste Proteoglykan ist Aggrekan, aufgebaut aus einem Zentralprotein mit einer hohen Anzahl von Glycosaminoglykan-Seitenketten. Die Glycosaminoglykan-Seitenketten sind Keratansulfat oder Chondroitinsulfat, beide hochgradig sulfiert und somit stark negativ geladen. Die negative Ladung zieht positive Ionen (v.a. Na⁺) an.

Dies wiederum resultiert in einem hohen osmotischen Druck und dadurch in einer starken Hydrophilie der Proteoglykane.

Innerhalb der ECM verbinden sich die Aggrecanmoleküle mit Hyaluronsäure, einem nicht-sulfierten Proteoglykan, welches seinerseits in Verbindung zum Kollagenetz steht (Perin et al. 1987).

Die hydrophilen Proteoglykanaggregate ziehen Wasser an und haben hierdurch eine natürliche Tendenz zu expandieren. Die Kraft der molekularen Verbindungen innerhalb des Kollagen-Netzwerkes limitiert ihre Wasseraufnahmekapazität, so dass sie nie eine hundertprozentige Sättigung erreichen.

So entsteht ein elastisches und doch starkes, dicht gepacktes Gewebe, reguliert durch den osmotischen Druck der Proteoglykan-Aggregate einerseits und die dehnbare Festigkeit des Kollagenetzwerkes andererseits.

Bei Druck auf den Knorpel, also bei Belastung des Gelenkes, wird Wasser aus der ECM ausgedrückt.

Bei Entlastung und Druckabnahme strömen die H₂O-Moleküle entsprechend dem osmotischen Gefälle zurück zwischen die Proteoglycanmoleküle und füllen so das Polster wieder auf. Der Knorpel funktioniert nach dem Prinzip einer mechanischen Pumpe.

Das dabei ausströmende Wasser wirkt im Gelenkspalt als Schmiermittel und ermöglicht einen nahezu friktionsfreien Bewegungsablauf.

Der Gelenkknorpel ist also in der Lage, den bei der Bewegung des Organismus auf das Gelenk einwirkenden Kräften zu widerstehen, sie zu dämpfen und weiterzuleiten und außerdem einen im wahrsten Sinne des Wortes „reibunglosen“ Bewegungsablauf zu gewährleisten (Palmer u. Bertone, 1996).

Zu Problemen kommt es dann, wenn die Homöostase innerhalb dieses Systems aus dem Gleichgewicht gerät.

Obwohl Chondrocyten von ihrer Funktionalität her in der Lage sind, alle Bestandteile der ECM zu synthetisieren, ist die regenerative Potenz des Knorpels aufgrund des Fehlens von Blutgefäßen stark limitiert. Die Aufnahme von Nährstoffen und der Abtransport von Stoffwechselprodukten wird allein durch den Pumpmechanismus ermöglicht.

Der Zeitraum zur Erneuerung von Proteoglykanen variiert zwischen 4 Tagen bei 4-Wochen alten Kaninchen und 1800 Tagen im Hüftgelenksknorpel eines erwachsenen Menschen. Der Zeitraum zur Erneuerung von Kollagen ist bedeutend länger: ca. 120 Jahre bei erwachsenen Hunden und ca. 350 Jahre bei erwachsenen Menschen (Maroudas, 1980, Maroudas et al., 1992).

Bei jungen Individuen allerdings laufen Gelenkmetabolismus und Erneuerung wesentlich schneller ab, was in einer deutlich besseren Reparationskapazität resultiert (Buckwalter and Mow, 1992; McIlwraith 1996)

2.3 Die Pathologie nichtinfektiöser Gelenkerkrankungen

2.3.1 Die Pathologie der traumatischen Arthritis

Als Arthritis wird eine Gelenkentzündung bezeichnet. Es handelt sich nach McIlwraith (1989) um einen unspezifischen Ausdruck, der wenig über das Wesen und die verschiedenen Formen der Gelenkveränderungen bei Pferden aussagt.

Er verwendet außerdem den Begriff Traumatische Arthritis.

Ihm zufolge ist eine traumatische Arthritis die Entzündung eines Gelenkes, bei der die Gelenkkapsel (Kapsulitis), die Synovialmembran (Synovialitis), die beteiligten Bänder (Distorsion) und sogar die beteiligten Knochen (Frakturen, Fissuren) betroffen sein können. Der Begriff Traumatische Arthritis schließt verschiedene pathologische und klinische Erscheinungen, die nach einmaligem oder wiederholtem Trauma entstanden sind, ein.

McIlwraith (1989) teilt die Gelenktraumata in drei Krankheitsbilder ein:

- 1.) Traumatische Synovialitis und Kapsulitis ohne Zerstörung des Knorpels oder Zerreißung wichtiger Strukturen
- 2.) Schweres Trauma mit Zerreißung wichtiger Unterstungsstrukturen und Verletzung des Knorpels.
- 3.) Posttraumatische degenerative Gelenkserkrankungen.

Jede Traumatische Arthritis kann unter Umständen in Abhängigkeit von der Dauer und der Schwere der Primärerkrankung in eine degenerative Gelenkserkrankung (Osteoarthrose) bergehen.

Ätiologisch sind die meisten traumatischen Arthritiden eher auf ein ständig wiederkehrendes Trauma („Abnutzungstrauma“) als auf ein einmaliges starkes Trauma zurückzuführen.

Grundsätzlich kann jedes Gelenk an der traumatischen Arthritis erkranken, am häufigsten erkranken jedoch die Gelenke der distalen Gliedmaße (van Weeren und Brama, 2001).

Im Rahmen einer Osteoarthritis ist die Homöostase der ECM des Knorpels nachhaltig gestört und die Chondrocyten sind nicht in der Lage diesem hinreichend entgegenzuwirken. Es kommt zu einer progressiven Entartung der ECM und damit zu einer immer weiter herabgesetzten Widerstandskraft des Knorpels. Es entsteht ein Teufelskreis den die Chondrocyten allein nicht zu durchbrechen vermögen. Im späten Stadium einer Osteoarthritis bleibt nur der subchondrale Knochen zurück und das Gelenk ist irreparabel geschädigt.

Es gibt eine Reihe von wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur Pathogenese der Osteoarthritis, die die Entstehung der Erkrankung auf verschiedene Faktoren zurückführen:

Zunächst wurden vor allem übermäßige biomechanische Kräfte zur Verantwortung gezogen, wie sie zum Beispiel bei Karpalgelenkerkrankungen von Trabrennpferden eine Rolle spielen.

Eine schlechte (hereditäre) Knorpelqualität führt zu Gelenkschäden und OA bei völlig normaler Beanspruchung (Stoop et al. 1999).

Radin und Rose (1986) sehen degenerative Veränderungen des subchondralen Knochens und damit eine veränderte Widerstandskraft des Knorpels als primären ätiologischen Faktor.

Nach Brama et al. (1998) und Clegg et al. (1997) spielt die Zerstörung der ECM durch Proteinase die ausschlaggebende Rolle. Erhöhte Gehalte an katabolen Zytokinen wie IL-1 und TNF- α stimulieren die Produktion von proteolytischen Enzymen und wurden bei equiner OA nachgewiesen.

McIlwraith (1996) bringt die hier aufgeführten Faktoren schließlich in einen Zusammenhang:

Zu hohe biomechanische Kräfte zerstören den Knorpel eher indirekt.

Durch Schädigung des subchondralen Knochens, der Synovialmembran und der Chondrozyten wird eine inflammatorische Antwort hervorgerufen, die zur Ausschüttung kataboler Cytokine führt.

Das Zusammenspiel aus Zerstörung der extrazellulären Matrix und weiterer Kraftwirkung auf den Knorpel führt letztlich in den Teufelskreis OA .

2.3.2 Die Podarthrititis als Teilaspekt des Podotrochlosesyndroms

Zur Hufrolle (Podotrochlea) gehören das Hufgelenk, das Strahlbein, der Hufrollenschleimbeutel und der Endabschnitt der tiefen Beugesehne (Preuss und Wünsche, 1974).

Die Hufgelenkentzündung ist nach Hertsch et al. (1982) als ein Teilaspekt des Podotrochlose-Syndroms anzusehen.

Wintzer (1964) bezeichnet die Hufrollenerkrankung als Podotrochlosis chronica aseptica.

Hertsch et al. (1982) unterteilen die Podotrochlose in:

- die Hufrollenerkrankung i. e. S. mit Veränderungen an der Facies flexoria (Sesamoidose podotrochlearis), der Sehnengleitfläche der tiefen Beugesehne (Tendinose podotrochlearis) und dem Hufrollenschleimbeutel (Bursitis podotrochlearis),
- die Insertionsdesmopathien mit nachfolgendem Knochenumbau durch Dehnung und Zerrung an den Ansatzstellen der Strahlbeinbänder,

- die Erkrankung des Hufgelenkes (Podarthrititis) mit daraus entstehenden erweiterten Canales sesamoidales des Strahlbeins (Hufgelenkstrahlbeinerkrankung).

Stashak (1989) und Drommer et al. (1992) definieren die Podotrochlose als eine chronische, degenerative Erkrankung mit Beteiligung des Strahlbeins, des Hufrollenschleimbeutels und der tiefen Beugesehne.

Hertsch et al. (1982) weist nach, dass die Canales sesamoideales des Strahlbeines mit Stratum synoviale der Hufgelenkkapsel ausgekleidet sind. Somit handelt es sich hierbei um fingerförmige Ausläufer des Hufgelenkes die über den Margo distalis des Strahlbeines als Canales sesamoidales in das Strahlbein eindringen. Sie sind keinesfalls gleichzustellen mit den feinen sog. Gefäßlöchern, über die die Aa. nutriciae dist. in den Knochen eintreten.

Erhöhter Binnendruck im Hufgelenk, wie er nach Rupp (1993) vor allem im Rahmen einer Hufgelenkentzündung auftritt, nimmt entscheidenden Einfluss auf die Größe und Ausformung der Canales sesamoidales (Hertsch et al. 1982).

Hertsch (1983) äußert, dass es sich beim Auftreten kolbig deformierter Strahlbeinkanäle stets um eine kombinierte Erkrankung von Strahlbein und Hufgelenk handelt. Bei deformierten Canales sesamoidales können stets auch pathomorphologische Befunde an der Facies flexoria gefunden werden (Hertsch und Steffen, 1986)

Laut McIlwraith (1989) führt vor allem eine erhöhte Erschütterung der Hufrolle und des Hufgelenkes, wie sie z.B. bei Pferden die in einem hohen Tempo gearbeitet oder gesprungen werden auftritt, zur Podotrochlose. Vor allem ein unebener oder harter Boden kommt der Entstehung der Erkrankung entgegen.

Auch Stellungsanomalien, relativ zu kleine Hufe und eine unsachgemäße Hufbearbeitung erhöhen das Risiko einer Erkrankung.

Pathogenetisch kommen laut den verschiedenen Autoren verschiedene Entstehungsszenarien in Betracht.

Das Strahlbein unterliegt entsprechend der einwirkenden Zug- und Druckkräfte einem ständigen Remodelling. Kommt es zur statisch-mechanischen Überbelastung der palmaren Abschnitte der Hufgelenkkapsel (Dämmrich et al. 1983; Pool, 1989), führt dies bei Überschreiten der physiologischen Adaptationsfähigkeit (Adams, 1974) zu einer sekundären Arthropathia deformans (Dämmrich et al., 1983).

Diehl und Cordey (1983) wiesen densitometrisch nach, dass das erkrankte Strahlbein eine erhöhte Umbaurate mit resultierender Sklerose aufweist.

Ostblom et al. (1982) sehen in dem verstärkten Knochenumbau durch vermehrte Belastung der hinteren Hufpartien keinen Vitalitätsverlust des Knochens.

Pool et al. (1989) beschreiben Strukturveränderungen durch Umbauvorgänge an der Kortex und der Spongiosa des Strahlbeines durch erhöhten Druck zwischen tiefer Beugesehne und Strahlbein.

Dammer (1986) weist eine Durchblutungsstörung im zentral-distalen Bereich des Strahlbeines durch Kompression der distalen Strahlbeingefäße durch Ausdehnung der Canales sesamoidales bis an die sklerosierte Facies flexoris heran, nach.

Während auch Nemeth (1972), Colles und Hickman (1977), Dik et al. (1978) und auch Fricker et al. (1981) ursächlich für die Podotrochlose eine Ischämie infolge von Mangeldurchblutung des Strahlbeines beschreiben, stellt Ueltschi (1983) nach seinen knochenszintigraphischen Bildern eine um ein Mehrfaches erhöhte Durchblutung des Strahlbeines im Rahmen der Podotrochlose fest.

Rijkenhuizen (1990) wiederum beschreibt eine reduzierte arterielle Gefäßversorgung infolge einer Verschiebung des Gefäßmusters von distal nach proximal durch histologisch nachweisbare Arteriosklerose eines Teils der distalen Strahlbeinarterien mit kompensatorischer Lumenerweiterung eines anderen Teils der distalen Strahlbeinarterien. Sie benennt jedoch die Minderdurchblutung nicht als einzige Ursache der Podotrochlose, sondern führt vielmehr andere Faktoren, wie v. a. mechanische Ursachen, mit ins Feld.

Nach Schött (1989) liegt jeder Podotrochlose eine Podarthritis zu Grunde. Im Rahmen der Hufgelenkentzündung kommt es infolge der Synovialitis zur Störung der Clearance und der Ultrafiltration und durch den entzündungsbedingt erhöhten Eiweißgehalt der Synovia zu einem erhöhten onkotischen Druck. Der erhöhte Binnendruck im Hufgelenk führt dann wie schon von Hertsch et al. (1982) beschrieben, zur pathologischen Ausformung der Canales sesamoidales.

2.3.3 Die sekundäre Podarthritis

Kommt es infolge einer aseptischen Verletzung der am Gelenk beteiligten Strukturen, wie z.B. der Knochen oder des Bandapparates, zu einer aseptischen Podarthritis, so ist diese sekundär entstanden.

Strahlbeinfrakturen

Strahlbeinfrakturen sind selten (Stashak, 1989). Es kommen Chipfrakturen vor, für die ätiologisch die bei der Podotrochlose am Distalrand des Strahlbeins ablaufenden pathologischen Veränderungen eine Prädisposition darstellen (Van de Waterberg und Morgan, 1975), sowie einfache Frakturen und Trümmerfrakturen, wie sie aufgrund von extremen Erschütterungen des Hufes, Demineralisation des Strahlbeins infolge von Podotrochlose oder direkte Verletzung durch einen penetrierenden

Fremdkörper auftreten (Dietz und Wiesner 1984). Hertsch und Königsmann (1993) beschreiben Saggital-, Transversal-, Chipfrakturen und pathologische Frakturen. Die Saggitalfraktur ist die typische Frakturform sie tritt häufiger an den Vorder- als an den Hintergliedmaßen auf. Hertsch und Königsmann (1993) beschreiben 25 Fälle von denen bei 6 Pferden weder im Vorbericht noch in der klinischen Untersuchung eine deutliche Lahmheit erkannt wurde.

Hufbein- und Kronbeinfrakturen

Hufbeinfrakturen mit Gelenkbeteiligung treten meist während der Bewegung auf hartem Boden durch Fehlritte, plötzliches Parieren oder durch ein von außen einwirkendes Trauma auf (Adams 1974; Hickman 1976; Scott et al. 1979; Fackelmann u. Nunamaker 1982).

Hertsch (1987) zählt verschiedene Frakturformen mit Beteiligung des Hufgelenkes auf:

1. Saggitalfraktur- vom Hufgelenk zum Sohlenrand
2. Hufbeinastfraktur- Mitbeteiligung des Gelenkes nicht unbedingt nachweisbar
3. Vertikalfraktur, Querfraktur- latero-medial durch die Hufgelenkfläche, parrallel zur Vorderwand des Hufbeins zum Margo Solearis
4. Gelenkrandfraktur- an der Hilfgelenkfläche zum Strahlbein

Hinsichtlich der Häufigkeit stehen die Hufbeinast- und die Saggitalfrakturen im Vordergrund.

Veränderungen am Processus extensorius des Hufbeines

In erster Linie kommen knöcherne Zubildungen, Frakturen und Abrissfrakturen mit Bildung von freien Gelenkkörperchen vor (Langfeldt, 1986). Abrissfrakturen treten bei Jungtieren häufig als Folge der unkontrollierten, temperamentvollen Bewegungen und bei älteren Pferden als Folge akut oder chronisch-traumatischer Überlastung auf. Vertikalfrakturen treten im Zusammenhang mit Saggitalfrakturen des gesamten Hufbeines auf (Terberger, 1988).

Nach Wintzer (1982) und Terberger (1988) zählen abgesprengte und verkalkte Knorpelfragmente als isolierte Verschattungen zu dem röntgenologischen Symptom der Podarthrose.

Nach Hertsch und Haack (1987) und Hertsch (1992) kann es sich aber auch um Metaplasien der Gelenkkapsel oder der Endsehne des gemeinsamen Zehenstrecker handeln.

Zystoide Defekte

Zystoide Defekte sind am häufigsten zentral im Hufbein lokalisiert. In Strahl- und Kronbein werden sie seltener beobachtet (Verschooten und De Moor, 1982; Haack et al. 1988). Knochenzysten im Strahlbein mit Erweiterung der Gefäßlöcher werden als sicherer Beweis einer Podotrochlose angesehen, wenn das klinische Bild diese Diagnose stützt (Turner und Fessler, 1982).

Einige Autoren (O'Brien, 1973; Rooney, 1975; McIlwraith, 1982) sehen subchondrale zystoide Defekte immer im Zusammenhang mit einer Osteochondrose des Hufgelenkes. Verschooten und De Moor (1982) hingegen sehen ein Gelenktrauma mit resultierender Drucknekrose und Eintritt von Synovia durch eine Gelenkknorpelläsion in den subchondralen Knochen als wahrscheinlichste Ursache. Eine andere Theorie wird von Bramlage (1993) vorgestellt. Er hält initial eine Störung der enchondralen Ossifikation, gefolgt von einer mechanischen subchondralen Läsion für ausschlag-

gebend. Durch die genannte Läsion wird Synovia gedrückt, der Knochen wird resorbiert und schließlich die Zyste gebildet. Die zystoiden Defekte besitzen in der Regel eine Verbindung zum Hufgelenk.

Osteochondrose

Im Rahmen einer Osteochondrose kommt es als Folge einer gestörten Zelldifferenzierung im reifenden Knorpel zum Ausbleiben der enchondralen Ossifikation. Eine Osteochondrosis dissecans (OCD) entsteht durch progressiven Knorpelabbau. (McIlwraith, 1989; Riley et al., 1990)

Verletzung der Weichteile

Durch Distorsionen, ausgelöst durch Fehltritte, plötzliche Drehbewegungen, Kontusionen und andere Fehlbelastungen aller Art kann es zu einer serofibrinösen Hufgelenkentzündung (Podarthritits aseptica acuta) kommen (Wintzer, 1982; Silbersiepe et al. 1986; McIlwraith 1989).

Man spricht von einer Synovitis, wenn die Veränderungen wie Hyperämie und Ödematisierung auf das Stratum synoviale begrenzt sind, und von einer Kapsulitis wenn das Stratum fibrosum mitbetroffen ist (Dietz und Wiesner, 1984; McIlwraith und Goodman, 1989).

Im Bereich der beteiligten Bänder des Hufgelenkes und auch im Bereich der Gelenkkapsel können Insertionsdesmopathien auftreten. Es handelt sich nach Huskamp und Nowak (1989) hierbei um „krankhafte Veränderungen im Ursprungs und Ansatzbereich von Bändern, Sehnen und Gelenkkapseln, wobei in der Regel Knochen und Knochenhaut im Insertionsgebiet beteiligt sind“.

Zu nennen sind für das Hufgelenk das Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinband, das Strahlbeinhufbeinband, das Hufknorpel-Strahlbeinband und die Hufgelenkkapsel.

2.3.4 Die Podarthrose, Arthropathia deformans und Schale des Hufgelenkes

Nicht entzündliche, degenerative Gelenkknorpelveränderungen münden in den verschiedenen Krankheitsbildern der Arthropathia deformans (Suntum 1983; Dämmrich und Brass, 1993). Man unterscheidet primäre und sekundäre degenerative Arthropathien.

Die primären degenerativen Arthropathien kommen seltener vor und sind in der Regel altersbedingt auf durch lange oder übermäßige Belastung entstandene Abnutzung des Gelenkknorpels zurückzuführen. Bei älteren Individuen nimmt der Wassergehalt des Knorpels ab, dadurch verdichtet sich das kollagene Fasernetz und die Elastizität sinkt. (Dahme 1983; Dämmrich und Brass, 1993).

Die sekundären degenerativen Arthropathien entstehen durch Fehlstellungen, längere und wiederholte Fehl- oder Überbelastung einer Gliedmaße oder nach einem akuten Trauma aus einer aseptischen, serofibrinösen Arthritis (Dahme 1983; Dämmrich und Brass, 1993).

Als Folge der beschriebenen Arthropathien kommt es zu Störungen der Diffusionsvorgänge, der innere Fluß der Grundsubstanz im Knorpel wird beeinträchtigt, die Chondrozyten werden nicht mehr optimal ernährt. Dieser Eingriff in die Homöostase des Gelenkes bleibt nicht ohne Folgen: Es kommt zur Dickenzunahme oder Atrophie des Gelenkknorpels, zur Sklerose des subchondralen Knochens mit evtl. ischämischen Nekrosen und Atrophie des subchondralen Knochens (Dämmrich und Brass, 1993). Sekundär entstehen Zubildungen von Knochengewebe in Form von Randwülsten am Gelenkflächenrand, zystoide Aufhellungen in der subchondralen Knochenplatte, Entrundung der Gelenkflächen und mitunter partielle oder totale Ablösungen des Proc. extensorius (Wintzer, 1982; Silbersiepe et al. 1986).

Fleig und Hertsch (1992) bezeichnen alle intrakapsulären knöchernen Zubildungen am Gelenkflächenrand als Randexostosen, während vom Kapselansatz ausgehende knöchernerne Zubildungen als Periostitis ossificans bezeichnet werden.

Als Hufgelenkschale bezeichnet Stashak (1989) eine Knochenneubildung im Hufgelenkbereich. Nach Dyson (1991) ist sie aber nicht unbedingt synonym mit einer degenerativen Gelenkentzündung zu sehen.

2.4 Diagnostik der Hufgelenkerkrankung

2.4.1. Klinische Untersuchung

Akute Osteoarthritiden werden häufig durch Entzündungsanzeichen wie vermehrte Wärme, periartikuläre Weichteilschwellung, herabgesetzte Beweglichkeit oder auch einen tast- und sichtbaren Gelenkerguss klinisch erfassbar (Simkin, 1979; Breuer und Becker, 1984; McIlwraith, 1989).

Die Pulsation der Digitalarterien kann bei einer Podarthritis (McIlwraith und Goodman, 1989), bei zystoiden Defekten (Haack et al., 1988) und bei Hufbeinfrakturen und Podotrochlose (Dyson, 1993) erhöht sein.

Die Adspektion erfolgt in der Ruhe, im Schritt und im Trab, erst auf der Geraden, auf einem harten, ebenen und rutschfesten Untergrund; im Trab dann auch an der Longe auf weichem Boden (Stashak, 1989; Dyson, 1991).

Bei einer Arthritis wird häufig eine beidseitige Schrittverkürzung der Vordergliedmaßen mit Gewichtsverlagerung auf die Hintergliedmaßen beobachtet (McIlwraith und Goodman, 1989).

Eine Entlastung der Trachten mit verstärkter Zehenfußung kann ein Hinweis auf Podotrochlose sein. Durch die Verkürzung der kranialen Phase der Gliedmaßenführung stolpern betroffene Pferde häufig. Gerade zu Anfang der Bewegung wirkt das Gangbild stumpf und gebunden (Silbersiepe et al. 1986; Stashak, 1989; Gibson und Stashak, 1990)

Auf hartem wie auf weichem Boden kommt es auf dem Zirkel zu einer Verstärkung der Lahmheit, wenn das betroffene Bein innen ist (Stashak, 1989; Dyson, 1991; Gough, 1998).

Auf hartem Boden ist die Lahmheit stärker als auf weichem (Wintzer, 1964).

In Abhängigkeit von der Beteiligung des betroffenen Gelenkes am normalen Bewegungsablauf zeigen die Pferde eine Lahmheit unterschiedlicher Ausprägung und Stärke (McIlwraith, 1989).

Dollar und O`Connor (1952) unterteilen die Art der Lahmheit wie folgt:

- ❖ Stützbeinlahmheit: Lahmheit während der Belastung der Gliedmaße oder beim Fußen. Zeichen für eine Erkrankung an Knochen, Gelenken, Seitenbändern, motorischen Nerven oder des Hufes
- ❖ Hangbeinlahmheit: Lahmheit während des Vorführens der Gliedmaße. Zeichen für eine Erkrankung an Gelenkkapsel, Muskeln, Sehnen, Sehnenscheiden oder Schleimbeuteln.
- ❖ Gemischte Lahmheit: Die Lahmheit ist während der Stütz- und Hangbeinphase erkennbar. Als Ursache kommen Erkrankungen der Stütz- und Hangbeinlahmheit kombiniert in Frage.
- ❖ Begleitende Lahmheit: Ungleiche Gewichtsverteilung auf eine oder mehrere Gliedmaßen durch schmerzhaft Zustände an einer Gliedmaße. Dabei kommt es zur Lahmheit an einer vorher gesunden Gliedmaße.

Für die Unterteilung der Lahmheit in Lahmheitsgrade gibt es von verschiedenen Autoren verschiedene Vorschläge.

Hertsch (1987) wählt folgende Klassifizierung:

undeutlich geringgradig: Eine Lahmheit ist im Trab nur zu vermuten, mitunter nur bei einzelnen Schritten.

geringgradig: Eine Lahmheit ist im Schritt kaum bis nicht erkennbar und im Trab kontinuierlich sichtbar.

mittelgradig: Eine Lahmheit ist bereits im Schritt sichtbar, und im Trab deutlich erkennbar.

hochgradig: Die Gliedmaße wird nur kurzfristig belastet.

höchstgradig: Die Gliedmaße wird nicht belastet.

Eine intermittierende Lahmheit ist eine vorübergehend auftretende, dann wieder verschwindende Lahmheit; eine wechselnde Lahmheit bezeichnet eine im Grad wechselnde Lahmheit (Dietz und Wiesner, 1984).

Ein an Podotrochlose erkranktes Pferd weist eine intermittierende, umspringende geringgradige, selten mittelgradige Stützbeinlahmheit auf (Stashak, 1989).

Die Lahmheit tritt allmählich und schleichend auf (Silbersiepe et al., 1986).

Provokationsproben

Verschiedene Autoren empfehlen außerdem den Einsatz von *Beugeproben* zur Untersuchung des Hufgelenkes. Durch die kräftige Beugung wird ein Druck auf die Gelenkkapsel und die Gelenkflächen ausgeübt. Im entzündeten Gelenk ist die Reizschwelle der Schmerzrezeptoren herabgesetzt und Pferde reagieren nach der Beugung eines erkrankten Gelenkes mit einer deutlicher sichtbaren Lahmheit.

Turner (1996) beugt zur Untersuchung des Hufgelenkes die distale Zehe über 30 Sekunden und lässt sich das Pferd dann vortreiben.

Dyson (1997) beugt über 45-60 Sekunden.

Verschooten und Verbeeck (1997) beugen mit 100N über eine Minute.

Schött (1996) hält die Beugeprobe zur Bewertung einer Hufgelenksentzündung für wenig aussagekräftig, da sich das Hufgelenk aufgrund seiner Topographie kaum passiv beugen lässt.

Cochran (1990) sowie Turner und Anderson (1996) halten die distale Zehenbeugeprobe für sehr geeignet um eine Lahmheit aus dem Hufgelenk zu lokalisieren.

Die *Wendesmerzprobe* und die *Drehschmerzprobe* werden als positiv bewertet, wenn das Pferd die innere Vordergliedmaße auf der gebogenen Linie auf hartem Boden ruckartig anzieht oder vorzeitig abfußt (Hertsch und Beerhues, 1988).

Laut Stashak (1989) und Gibson und Stashak (1990) zeigen Pferde mit Podotrochlose und Pferde mit Podarthrose einen deutlichen Wendeschmerz.

Unter der Hyperextensions- oder *Keilprobe* versteht man die Belastung der betroffenen Gliedmaße über 60 Sekunden auf einer schiefen Ebene mit einem Winkel von 25° bei aufgehobener kontralateraler Gliedmaße (Hertsch, 1987).

Für die *Brettprobe* wird das Bein auf einem Brett platziert, dieses wird dann bis zu einem Winkel von etwa 40° angehoben. Beurteilt wird die Zeit bis zum Abspringen (Schröder, 1985).

Nach Langfeldt und Hertsch (1988) fehlt es allen aufgeführten Provokationsproben an Spezifität für eine exakte Diagnose.

2.4.2. Diagnostische Anästhesien

Herausragende Bedeutung neben der gründlichen klinischen Untersuchung besitzen die diagnostischen Anästhesien.

Verschiedene Autoren bestätigen ihren Nutzen zur Lokalisation der Lahmheitsursache (Keller, 1978; Dyson, 1978; Hertsch und Torres 1989; Stashak, 1989; Rijkenhuizen, 2001).

Bei positiver Provokationsprobe zu Beginn der Untersuchung empfiehlt Zeller (1978) zur exakten Beurteilung einer positiven diagnostischen Anästhesie die Wiederholung der Provokationsprobe.

Diagnostische Anästhesien können grundsätzlich perineural oder intrasynovial durchgeführt werden. Man macht sich das Prinzip zu Nutze, dass Schmerzen, die im Versorgungsgebiet der Leitungsanästhesie oder im Synovialraum lokalisiert sind, aufgehoben werden und dass nach einer Anästhesie die Lahmheit zumindest reduziert wird.

In der Regel beginnt man distal und fährt nötigenfalls proximal fort (Rijkenhuizen, 2001).

Verwendete Lokalanästhetika zur Leitungsanästhesie sind 2- oder 5%ige Lösungen mit oder ohne vasokonstriktorischem Zusatz (Adrenalin, Noradrenalin, Epinephrin). Theoretisch hilft der Zusatz von Adrenalin die Spezifität des Lokalanästhetikums zu erhöhen, da das Lokalanästhetikum länger am Injektionsort verweilt (Dyson, 1984).

Stashak (1989) rät ab, adrenalinhaltige Lokalanästhetika zu verwenden, da sie zu Hautnekrosen an der Injektionsstelle führen können.

Angewendet werden:

- Bupivacain, 0,5% (Carbostesin®)
- Lidocain 2% (Xylocain®)
- Mepivacain 2% (Scandicain®)
- Prilocain 2% (Xylonest®)
- Butanilicain 2% (Hostacain®)

(Keller, 1976; Zeller, 1978; Heavner, 1981; Nyrop et al, 1985)

Hertsch (1988) rät, zur Vermeidung iatrogenen Komplikationen bei Gelenkanästhesien nur Lokalanästhetika von höchstem Qualitätsstandard, ohne Sperrkörper zu verwenden.

Der Zusatz vasokonstriktorischer Sperrkörper ist aufgrund der potentiell knorpel-schädigenden Wirkung bei Gelenkanästhesien kontraindiziert (Keller1982).

In der Bemühung um die differenzierte Abgrenzung der Lahmheitsursache werden für den Hufrollen/Hufgelenkbereich folgende Leitungsanästhesien durchgeführt:

Anästhesie	Innervationsgebiet
Ramus Pulvinus des N. digitalis palmaris lat. resp. med. (RPA, TPAI) (med. u. lat. axial des Hufknorpels, 2-2,5 cm tief)	Ballen, Eckstreben, Strahlbein, Bursa, Endabschnitt der TBS, Lig. distale impar, prox. Strahlbeinbänder, Lederhaut, Hufbein palmar
Nn. digitales palmares lateralis et medialis (TPA) (med. u. lat. am Dorsalrand der tiefen BS, im mittl. – prox. Drittel der Fesselbeuge, s.c.)	wie oben, zuzügl. dist. Strahlbeinbänder, Krongelenk palmar, Lig. sesam. rect., Ligg. sesamm. obll., Endabschnitt der OBS, vierzipfl. Fesselplatte, Fesselbeugesehnenscheide distal, Hufgelenk (nicht immer)
Nn. palmares let. resp. med. (MPA) (med. u. lat. am basalen Rand der Gleichbeine, s.c. unmittelbar palmar der palpierbaren A. und V. digitalis)	wie oben, zuzügl. Krongelenk , Fesselgel. palmar, dist. Gleichbeinbänder, Hufbein, Kronbein, Fesselbein, Kronrand

(Rijkenhuizen, 2001)

Außerdem kommen folgende intraartikuläre Anästhesien zum Einsatz:

Anästhesie	Innervationsgebiet
Bursa podotrochlearis (von palmar am tiefsten Punkt der Ballengrube, in Richtung der Hufspitze)	Strahlbein, prox. Strahlbeinbänder, lig. distale impar, Synovialmembran der Bursa, TBS im Bereich der Bursa
Hufgelenk 1,5-2 cm prox. Des Kronsaumes und 1,5-2 cm paramedian von dorsomed. O. dorsolat. Im 45°-Winkel	Hufgelenkkapsel, Strahlbein, dorsaler Anteil der Bursa

<p>Gemeinsame Beugesehnenscheide (prox. des Fesselringbandes zwi. TBS u. M. Interosseus oder zwischen OBS u. TBS)</p>	
---	--

(Rijkenhuizen, 2001)

Gelenkanästhesien sind eine wichtige diagnostische Maßnahme, um nach der klinischen Untersuchung mit Leitungsanästhesien und röntgenologischer Untersuchung die Lahmheitsursache genauer zu lokalisieren (Dyson und Marks, 2003).

Stashak (1989) führt intraartikuläre Anästhesien immer dann durch, wenn durch Leitungsanästhesien der ungefähre Sitz der Lahmheit festgelegt ist, die röntgenologische Untersuchung aber keinen eindeutigen Befund liefert.

Zuther und Hertsch (2004) erachten die Anästhesien zwar als hilfreich zur Abgrenzung, jedoch sprechen sie ihnen die eindeutige Differenziertheit ab. Ihrer Ansicht nach sind alle intrasynovialen Anästhesien unspezifisch und daher heute nicht mehr sinnvoll.

Viele Autoren stützen die Ansicht, dass die Hufgelenkanästhesie wenig hilfreich sei, da die gesamte Podotrochlea mitanästhesiert würde (Vucelic und Marolt, 1964, Teller, 1978; Dyson und Kidd, 1993; Bowker et al., 1994 und 1997; Keegan 1996; Gough et al, 2002; Schumacher et al., 2003).

Turner (1989), Bouwker et al. (1996), Schramme (2000) und Schumacher et al. (2003) erachten auch die Anästhesie der Bursa podotrochlearis als unspezifisch.

Vucelic und Marolt (1964) konnten bei der Anästhesie der gemeinsamen Beugesehnenscheide die Anästhesie die Nn. palmares med. et lat. , die Diffusion des Anästhetikums in das Hufgelenk, die Bursa und in das periphere Gewebe der Volarnerven beobachten.

Das Ergebnis der diagnostischen Anästhesien wird nach Langfeldt und Hertsch (1988) wie folgt differenziert:

- negativ (Lahmheit unverändert)
- positiv (lahmfrei)
- positiv mit Umspringen der Lahmheit auf die kontralaterale Gliedmaße
- positiv mit Rest (Besserung aber keine Lahmfreiheit)

Die Liste der möglichen Komplikationen nach Arthrozentese oder intraartikulärer Anästhesie ist lang. Boening (1980), Derksen (1980), Wheat und Jones (1981), Rijkenhuizen (1985), Dyson (1986), Hertsch und Torres (1989), Nowak et al (1992), Höppner (1993) und Rupp (1993) beschreiben als Komplikationen unter anderem:

- suprakapsuläre Ödemen
- peri- und intraartikulären Blutergüssen
- Kapselfibrosen
- Synovitiden
- Verschleppung von Hautstanzzyllern
- Gelenkinfektionen
- Arthrosen
- ossifizierende Periostitis.

2.4.3 Intraartikuläre Druckmessung

Schon 1982 veröffentlichten Hertsch et al., dass eine pathologische Druckerhöhung im Hufgelenk als Ursache für deformierte Canales sesamoidales des Strahlbeines anzusehen ist.

Schött (1989), Höppner (1993) und Rupp (1993) untermauern diese These mit ihren Studien. Sie erachten die intraartikuläre Druckmessung als sinnvolle Ergänzung zur

klinischen und röntgenologischen Untersuchung zur Lokalisation der Lahmheitsursache im Hufgelenk.

Schött (1989) bewertet einen Druck von bis zu 20 mbar als physiologisch bei beidseitiger Gliedmaßenbelastung, einen Druck von 20-30 mbar als verdächtig und einen Druck von über 50 mbar als pathologisch. Er weist darauf hin, dass der intraartikuläre Druck stark von der Gliedmaßenbelastung und von der Gelenkstellung abhängig ist.

Nowak et al. (1992) beobachteten Drücke bis zu 60 mbar bei Pferden mit negativer Hufgelenkanästhesie und Drücke über 64 mbar bei Pferden mit positiver Hufgelenkanästhesie bei beidseitiger Gliedmaßenbelastung. Sie sehen in der Druckmessung keinen Ersatz zur Gelenkanästhesie sondern bestenfalls eine Ergänzung.

Höppner (1993) hatte im Verlauf ihrer Studie eine Komplikationsrate von 0% bei der intraartikulären Druckmessung, hingegen 7% bei der intraartikulären Anästhesie. Sie gibt der Druckmessung zur Abklärung der Lokalisation der Lahmheitsursache klar den Vorzug.

Sie benennt eine Druckerhöhung über 55 mbar bei beidseitiger Gliedmaßenbelastung und über 85 mbar bei aufgehobener kontralateraler Gliedmaße als sicheres Zeichen für eine Erkrankung des Hufgelenkes.

Auch für Hertsch und Hartmann (1996) ist die Hufgelenksanästhesie durch die Druckmessung ersetzbar. Sie geben eine Druckerhöhung über 50 mbar als pathognomonischen Befund für eine Podarthritis an. Einen großen Vorteil der Druckmessung sehen auch sie in der deutlich niedrigeren Komplikationsrate.

Songkhla (1997) bestätigt eine Druckerhöhung im Hufgelenk über 50 mbar bei der Hufgelenksentzündung und sieht in ihr einen wesentlichen Grund für den Lahmheitsschmerz. Sie kann diese Korrelation statistisch auch belegen, nennt die Druckmessung jedoch als Ergänzung und nicht als Ersatz für die Gelenkanästhesie.

Pauritsch et al. (1998) verzeichneten im Rahmen ihrer Studie eine Fehlerquote von 11% und kombinieren die Druckmessung mit der Gelenkanästhesie zur Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms.

Zuther und Hertsch (2004) liefern einen Beitrag zur intrasynovialen Druckmessung in der Bursa podotrochlearis. Sie können mithilfe der gleichzeitigen Druckmessung in der Bursa wie im Hufgelenk eindeutig zwischen einer Podotrochlose i.e.S. und der Podarthritis nach Hertsch et al. (1982) differenzieren, da der Druck nie in beiden Kompartimenten gleichzeitig erhöht ist.

Für die Bursa werden Werte bis zu 6 mmHg als physiologisch, 6-12 mmHg als krankheitsverdächtig und Werte über 12 mmHg als pathologisch eingeordnet.

2.4.4. Röntgenologische Untersuchung

Zur vollständigen Röntgenologischen Untersuchung des Hufgelenkes und des Strahlbeines werden je drei Standardprojektionen beschrieben.

Strahlbein

Zehe 90°

Zehe 0° nach Oxspring

Huf tangential 45°*

Hufgelenk

Zehe 90°

Zehe 45° nach Oxspring*

Zehe 312° nach Oxspring*

(Oxspring, 1935; Morgan, 1972; Hertsch und Zeller, 1976; Hertsch und Beerhues 1988; Gibson und Stashak, 1990)

* bei Routineuntersuchungen nicht erforderlich (Hertsch und Zeller, 1976; Verschooten, et al. 1987)

Im Leitfaden der Gesellschaft für Pferdemedizin (2002) für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung eines Pferdes teilen Dik et al. (1993) und

Gerhards et al. (2002) die Röntgenbefunde entsprechend ihrer klinischen Bedeutung in 4 Klassen ein:

- Klasse 1: Röntgenologisch ohne besonderen Befund und Befunde, die als anatomische Formvarianten eingestuft werden
- Klasse 2: Röntgenologische Befunde, die gering von der Norm abweichen, bei denen klinische Erscheinungen unwahrscheinlich sind
- Klasse 3: Röntgenologische Befunde, die deutlich von der Norm abweichen, bei denen klinische Erscheinungen wenig wahrscheinlich sind
- Klasse 4: Röntgenologische Befunde, die erheblich von der Norm abweichen, bei denen klinische Erscheinungen wahrscheinlich sind

Pathologische Befunde am Hufgelenk:

Kontur- und Strukturveränderungen, unregelmäßige, raue Zubildungen dorsal am Kronbein, ein- oder mehrfach spitzzackig ausgezogener Randwulst des Processus extensorius, isolierte Verschattungen mit und ohne Defekte und Knochenzubildungen, Frakturen an der Basis des Processus extensorius, wolkige Verschattungen im Bereich der Hufgelenkfläche von Huf- und Kronbein, verschmälertes Gelenkspalt (Dik et al. 1993; McIlwraith und Goodman, 1989; Fleig und Hertsch, 1992).

In den meisten Fällen zeigen Pferde mit einer Hufgelenkentzündung keine röntgenologischen Veränderungen. In manchen Fällen sind aber auch die ganzen Veränderungen der Podotrochlose ausgebildet (McIlwraith und Goodman, 1989).

Pathologische Befunde am Strahlbein:

Knochenneubildungen am proximalen, lateralen oder medialen Rand, Verlängerung des distalen Randes der Facies flexoria, Osteoporose, Kalzifizierung des Ligamentum sesamoideum distale impar, Aufhellungen (zystoide Defekte) (Ueltschi und Zeller, 1982; Verschooten et al 1987; Verschooten 1989).

Die Interpretation der Canales sesamoidales wird in der Literatur seit jeher sehr kontrovers diskutiert:

Wintzer (1964) und Morgan (1972) erachten allein das Auftreten von sichtbaren Canales sesamoidales als pathologischen Befund.

Colles und Hickman (1977) werten erst Formveränderungen als Indiz für eine Podotrochlose.

Auch Hertsch und Zeller (1976) sehen Canales sesamoidales per se als physiologisch an, bewerten sie anhand ihrer Größe, Anzahl und Form. Eine endständige Erweiterung wird als pathologisch angesehen.

Kaser-Hotsch und Ueltschi (1992) bewerten ebenfalls nur die Form der Kanäle, nicht ihre Anzahl und Lokalisation. Sie stellen fest, dass veränderte Kanäle auch bei strahlbeingesunden Pferden vorkommen.

Wright (1993) sieht keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Canales sesamoidales und dem Grad der Lahmheit.

Reid (1980), Colles (1984) und Turner und Fessler (1982) sehen schon allein das Vorkommen von Canales als signifikanten radiologischen Befund.

Wright (1993) hingegen betont, dass die Kanäle am zentralen-distalen Strahlbeinrand in keiner statistischen Beziehung zu einer Lahmheit stehen.

2.4.5. Diagnostische Arthroskopie des Hufgelenkes

Arthroskopisch kann eine visuelle Untersuchung der Synovialmembran und des Gelenkknorpels erfolgen. Dadurch ist in vielen Fällen eine erweiterte Diagnose möglich, außerdem kann im gleichen Schritt mitunter die Therapie eingeleitet werden.

Der vergleichsweise hohe Aufwand und die Invasivität des Eingriffes beschränken den diagnostischen Einsatz der Arthroskopie jedoch auf wenige Indikationen (McIlwraith, 1986; Boening et al. 1988; Röcken et al. 1990).

2.4.6. Synoviaanalyse

Das Wissen über die Zusammensetzung der Synovia erweitert die Diagnose und gibt zusätzliche Informationen für die Prognose einer Gelenkerkrankung. Außer bei der septischen Arthritis bietet sie zwar keine spezifische Diagnose, doch gibt sie eine Reihe von Anhaltspunkten aus denen sich auf den Grad der Synovitis und den Zustand des Gelenkknorpels schließen lässt (Trotter und McIlwraith, 1996).

Synovia ist ein Dialysat des Plasmas, welchem durch die Sekretion der Synoviozyten Hyaluronsäure zugesetzt ist. Sie dient als Schmier- und Gleitmittel im Gelenk als auch als Vehikel für den Transport zwischen Gelenkkapsel und Gelenkknorpel, wobei einerseits Nährstoffe für die Chondrozyten von der Synovialis zum Gelenkknorpel und andererseits Stoffwechselschlacken der Chondrocyten vom Gelenkknorpel zur Synovialis und Subsynovialis transportiert werden (Dämmrich und Brass, 1993) .

Durchgeführt wird die physikalische Untersuchung (Aussehen, Viskosität, Gerinnung, spezifisches Gewicht, Menge), die klinisch-chemische Untersuchung (Protein-, Glucose-, Laktat-, Hyaluronsäure-Gehalt, pH-Wert, Mucinausfällung, Sedimente, Enzyme), die bakteriologische und immunologische Untersuchung (Kulturen, Immunkomplexe, Komplementfaktoren und Ak-Nachweis) und die zytologische Untersu-

chung (Leukozyten, Erythrozyten, Differentialzellbild) (Van Pelt, 1967; Bolbol, 1983; Hertsch 1983a, McIlwraith, 1989; Sander 1990).

Meist kann anhand der Untersuchung der Synovia keine exakte Diagnose gestellt werden, einen Überblick über den Grad einer Synovialtitis oder über ein eventuell bestehendes metabolisches Ungleichgewicht in einem Gelenk liefert sie jedoch allemal (McIlwraith, 1989).

2.5 Die Therapie der Hufgelenkerkrankung

2.5.1 Orthopädische Maßnahmen

Hufkorrektur und orthopädischer Beschlag sind wichtige Faktoren bei der Behandlung der meisten Lahmheiten. Eine unregelmäßige Gliedmaßenführung oder eine nicht korrekte Zehenachse können direkte Ursachen einer Lahmheit, oder zumindest an der Entstehung einer Lahmheit beteiligt sein (Stashak, 1989b).

Das Ziel des orthopädischen Beschlages ist die Optimierung der Zehenachse, der Hufform, der Tragrandebene und des Abrollvorgangs mit gleichmäßiger Belastung der Gelenke bei planer Fußung.

Es werden vor allem geschlossene Hufeisen für mehr Stabilität mit deutlicher Zehenrichtung für einen schnelleren, leichteren Abrollvorgang verwendet (Hertsch, 1990 und Stashak, 1989b).

Hertsch (1990) empfiehlt, die Zehe unter Schonung der Trachten relativ weit zu kürzen, das Eisen etwas zurückzulegen und mit zwei Seitenkappen anstatt der bei Vorderreisen üblicherweise verwendeten Zehenkappe zu versehen. Zusätzlich kann ein zwischen oder auf die Schenkelenden geschweißter Steg zur Trachtenerhöhung und Achsenkorrektur sinnvoll sein. Bei einem zu flachen Huf kann der Hufwinkel durch eine Entfernung des Steges um 1,5cm vom Schenkelende um 5 ° vergrößert werden.

2.5.2 Einschränkung der Bewegung und Bewegungstherapie

Nach Breuer und Becker (1984) ist beim Auftreten einer Arthropathie die möglichst frühzeitige und sichere Ruhigstellung des betroffenen Gelenkes geboten. Sie empfehlen feste, gut gepolsterte Verbände (Gips, Scotchcast, Lightcast o.ä.) und absolute Boxenruhe bis zum Abklingen der akuten Symptome. Sie warnen jedoch auch vor Muskelatrophie nach zu langer Ruhigstellung.

Grant (1996) und auch Wolter (1980) empfehlen moderate aktive oder auch passive Bewegung des Pferdes bzw. des Gelenkes um Verklebungen und Versteifungen zu verhindern.

Auch McIlwraith (1989) hält die passive Gelenkmanipulation für sinnvoll. Auch Schwimmen und Bewegung auf einem gefluteten Laufband kommen dem Gelenk zugute. McIlwraith sieht Vorteile im massierenden Effekt des Wassers und in der Entlastung der Gliedmaße bei uneingeschränktem Bewegungsradius.

2.5.3 Chirurgische Maßnahmen

2.5.3.1 Gelenklavage (Synovektomie)

Der therapeutische Nutzen einer Gelenkspülung mit sterilen Elektrolytlösungen liegt im Herausspülen der lysosomalen, katabolen Enzyme, im Herausspülen abgeschilfter Knorpelteilchen und freier Radikale. Die Konzentration der proinflammatorischen Mediatoren wird deutlich gesenkt. Außerdem kann ein pathologisch erhöhter intraartikulärer Binnendruck gesenkt werden (McIlwraith und Vachon 1988; Breuer und Becker, 1989; Richardson 1991).

2.5.3.2 Neurektomie

Die Neurotomie (Durchtrennung der Nerven) wird als erstes von Sewell (1918) beschrieben, während die Neurektomie (Entfernung eines Teilstückes des Nerves) schon 1907 von Vennerholm erörtert wird.

Durch die Neurektomie der Nervi digitales palmares wird die Schmerzweiterleitung vom Hufgelenk-Strahlbeinbereich zum Rückenmark unterbrochen. Es handelt sich dabei lediglich um eine symptomatische Therapie, von der die pathologischen Veränderungen an den betroffenen Strukturen unbeeinflusst bleiben (Silbersiepe et al.,

1986). Nach einer Untersuchung von Veltjens (1984) zeigen 66% der von ihm untersuchten Sportpferde nach dem Eingriff keine Lahmheit mehr.

Folgende Komplikationen treten nach Neurektomien auf:

- Gestörte Wundheilung
- Fortbestehen der Lahmheit aus verschiedenen Gründen
- Schmerzhaftes Neurombildung
- Reinnervation
- Strahlbeinfraktur
- Subluxation des Hufgelenkes
- Zerreißen des Strahlbein- Hufbeinbandes
- Mechanische Behinderung durch Ankylose oder Sehnenkontraktur
- Ruptur der tiefen Beugesehne

Dies tritt auf, wenn die tiefe Beugesehne durch degenerative Veränderungen geschwächt und partiell mit dem Strahlbein verwachsen ist. Durch das Belasten der nach der Neurektomie schmerzfreien Gliedmaße kann es zu Zerreißungen bis hin zur vollständigen Durchtrennung der Sehne kommen.

- Ausschuheln

Kommt es nach der Neurektomie durch bindegewebige Vernarbungen oder Neurombildung zur Kompression und damit zum Verschluss der jeweiligen A. digitalis palmaris führt dies mitunter aufgrund der sich einstellenden ischämischen Nekrose zum Ausschuheln.

(Stashak, 1989; Hertsch, 2007)

In den 80er Jahren wurde die Kryoneurektomie entwickelt, bei der die Nn. digitales palmares entweder direkt oder indirekt perkutan mit einer Kältesonde bei -30° gefroren wurden. Wirkliche Vorteile gegenüber der Durchtrennung der Nerven gibt es

nicht, so dass diese Methode heute so gut wie nicht mehr zum Einsatz kommt (Gibson und Stashak, 1990).

Neurektomierte Pferde sind gemäß den Bestimmungen der FEI seit dem Jahr 1980 vom internationalen Turniersport ausgeschlossen. In Deutschland gelten vergleichbare Bestimmungen der LPO seit 1994. Die nationalen Tierschutzgesetze verbieten den Einsatz neurektomierter Pferde im Turniersport in der Schweiz und in Schweden. (Hertsch, 2007)

2.5.4 Medikamentöse Therapie

2.5.4.1 Nichtsteroidale Antiphlogistika (NSAID)

NSAID hemmen den Ablauf der Arachidonsäurekaskade auf der Ebene der Cyclooxygenase und unterbinden so die Prostaglandin- und Leukotriensynthese. Prostaglandine und Leukotriene sind unter anderem die Hauptmediatoren der peripheren Nociception (Frey und Löscher, 1996).

Beim Pferd finden vor allem Phenylbutazon, Acetylsalicylsäure, Naproxen, Meclofenaminsäure und Flunixin Anwendung (Breuer und Becker, 1984).

Am häufigsten angewendet wird Phenylbutazon mit einer Dosierung von 2,2-8,8mg/kg KG, ein- bis zweimal täglich (Hu et al., 2005). Es reichert sich im Entzündungsexudat an und setzt die Prostaglandinsynthese für etwa 24h herab (Ungemach, 1999).

Obwohl durch NSAID die Degeneration des geschädigten Knorpels verstärkt und die Neusynthese der Glykosaminoglykane unterbunden wird, wird ihr Einsatz befürwortet um die Produktion kataboler Enzyme zu reduzieren (Richardson, 1991).

Nach Short und Bedale (1978) mindern NSAIDs durch Prostaglandinsynthesehemmung zwar die Weichteilentzündung, haben aber keine heilende, sondern eher eine gegenteilige Wirkung auf die bestehende Knorpeldegeneration.

2.5.4.2. Glukokortikoide

Zur Behandlung von Osteoarthritiden werden Glukokortikoide in erster Linie direkt intraartikulär verabreicht. Die erste intraartikuläre Kortikoidgabe beim Pferd wurde 1955 beschrieben (Wheat, 1955).

Glukokortikoide sind Derivate der Kortikosteroide. Es handelt sich um Steroidhormone mit 21 C-Atomen. Die pharmakologische Aktivität der Kortikosteroide ist abhängig von der Besetzung des C11-Moleküls am 21-Carbonmolekül.

Die biologisch inaktiven 11-keto-Komponenten Cortison und Predison müssen in vivo zu den biologisch aktiven 11- β -hydroxyl Komponenten Cortisol und Prednisolon metabolisiert werden (Axelrod, 1993). Sie eignen sich daher nur zur systemischen Verabreichung. Topisch anzuwendende Kortikosteroide liegen stets in der 11- β -hydroxyl-Form vor, welche keine Biotransformation in vivo benötigt (Sternberg und Wilder, 1993).

Durch Anhängen einer Azetatgruppe oder eines Azetatesters wird die Hydrophilie der Kortikosteroide herabgesetzt, zugunsten einer gesteigerten Lipophilie. Die führt zu deutlich verlängerten Absorbitionszeiten und erhöht die Wirkungsdauer bei topischer Anwendung (Kendall, 1967). Die längste Wirkungsdauer aller intraartikulär angewandten Kortikosteroide hat das Hexaacetatester des Triamcinolon.

Lang-wirkende Kortikosteroide zur intraartikulären Anwendung werden üblicherweise als mikrokristalline Suspensionen hergestellt. Auch dies führt zu einer verlängerten Verweildauer des Medikamentes am Zielgewebe. Das in der vorliegenden Arbeit angewandte Celestovet® enthält als Wirkstoff Betamethasonacetat und bietet eine Mischung aus einer „schnell, aber kurz wirkenden Lösung“ und einer „lang wirkenden Suspension“ (Wright et al. 1986).

Die Hauptwirkungen der Kortikosteroide allgemein sind die Regulation des Glucose-, Protein- und Calciumstoffwechsels und die Entzündungshemmung.

Die ausgeprägte antiinflammatorische Wirkung der Glukokortikoide beruht auf folgenden Mechanismen:

- Membranstabilisierung - setzt die Ausschüttung von lysosomalen Enzymen und Entzündungsmediatoren herab, erniedrigt außerdem die Kapillarpermeabilität und reduziert somit exsudative Prozesse
- Schnelle Hemmung der Arachidonsäurekaskade auf der Ebene der Cyclooxygenase,
- Indirekte, mit Latenz von einigen Stunden eintretende Hemmung der Phospholipase A2. Dies führt zur verminderten Freisetzung von Arachidonsäure und reduziert damit die Bildung von Prostaglandinen und Leukotrienen.

(Ungemach, 1999)

Zu den am häufigsten eingesetzten Glukokortikoiden gehören Methylprednisolonacetat (Depot-Medrate ®), Betamethasonacetat mit Betamethason-Na-Phosphat (Celestovet ®), Triamcinolonacetonid und Flumethason (Acutol®) (Nizolek und White, 1981).

Auch für die fokale Behandlung entzündlicher Erkrankungen anderer synovialer Strukturen, wie Bursitis oder Tendovaginitis, werden Kortikosteroide eingesetzt (Mazanec, 1995).

Ziel der topischen Anwendung ist eine hohe Substratkonzentration am Zielort bei gleichzeitiger Minimierung systemischer Nebenwirkungen (Wellhöner, 1988; See, 1998).

Kortikosteroide werden innerhalb von 2 Stunden nach der intraartikulären Applikation von den Synovialzellen aufgenommen, so dass die klinische Wirkung oft innerhalb

von Tagen oder sogar Stunden eintritt (Hertzberger-ten et al., 1991; Hupertz et al., 1995).

Gerber (1980) sieht den intraartikulären Einsatz von Kortikosteroiden sehr kritisch. In seinen Augen handelt es sich um eine rein palliativ-symptomatische Therapie, die aufgrund ihres hohen Risikos bei strenger Indikationsstellung nur einmalig und nur unter Vollnarkose durchzuführen ist.

McIlwraith (1989) ist der Meinung, dass die intraartikuläre Gabe von Kortikosteroiden aufgrund ihrer schnellen Wirkung auf Gelenkschwellung, Synovitis und Gelenkschmerz die Hauptsäule der Behandlung von Sportpferden bleiben wird. Diese Meinung wird durch eine Reihe anderer Autoren gestützt (Frisbie et al., 1997; Frisbie et al., 1998; Pool et al., 1981; Meagher, 1979)

Trotzdem werden der Nutzen und das Risiko dieser Behandlungsform seit Jahren kontrovers diskutiert.

Richardson (1991) weist auf die schädigende Wirkung der Kortikosteroide durch Inhibition der Proteoglykansynthese, Hyaluronsäuresynthese und der Kollagensynthese hin. Eine humanmedizinische in-vitro-Studie mit Dexamethason zeigte eine Hemmung der Hyaluronsäuresynthese auf, während die Glycosaminoglycansynthese nicht beeinträchtigt wurde (Smith, 1988). Zu demselben Ergebnis kam eine vergleichbare Studie mit Triamcinolon und Prednisolon (Myers, 1989). Tulamo (1991) veröffentlichte zwei in-vivo Studien, in denen die Hyaluronsäurekonzentration nach intraartikulärer Kortikosteroidinjektion erhöht war.

Verschiedene Studien weisen nach, dass Methylprednisolon-Acetat im Gelenk den Metabolismus der Chondrocyten nachhaltig stört, zu Schäden am Gelenkknorpel führt und gleichzeitig die klinischen Anzeichen dieser Destruktion maskiert (Frisbie et al., 1998; Chunekamrai et al., 1989; Todhunter et al. 1996; Dechant et al., 2003).

Nach Doyle et al. (2005) führt eine intraartikuläre Behandlung mit Methylprednisolon zu einer verringerten Proteoglykansynthese und zu einer durch Knorpelabbau erhöhten Glykosaminoglykankonzentration in der Synovia.

Entgegen früherer Studien (Roneus et al. 1993; Rydall et al. 1970) können Doyle et al. eine Kompensation der schädigenden Einflüsse durch gleichzeitig verabreichtes Natriumhyaluronat nicht belegen.

Andere Studien führen die unerwünschten Nebenwirkungen der intraartikulär verabreichten Kortikosteroide auf eine zu hohe Dosis zurück. Nach Murphy et al. (1996) und Trotter et al. (1996) sollte ein um bis das 10-fache der üblichen Dosis reduzierte Dosierung angewandt werden.

Triamcinolonacetat wird eine chondroprotektive Wirkung zugesprochen, während Methylprednisolonacetat eine schädigende Wirkung haben soll (McIlwraith, 1998).

Bei experimentell induzierter Arthritis berichtet McIlwraith (1992) bei niedrig dosierten Kortikosteroiden von einem Schutzeffekt auf den Knorpel.

Pelletier und Pelletier zeigten 1989 im Hundemodell, dass Kortikosteroide in niedriger Menge verabreicht, nach ihren Untersuchungen eine protektive Wirkung auf Knorpel-läsionen in erkrankten Gelenken haben.

Na Songkla (1997) verglich die Langzeitergebnisse von Pferden mit Huf- und Fesselgelenkerkrankungen, die mit Hylartil® oder Hylartil® und Celestovet® behandelt wurden. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Therapieformen konnte nicht belegt werden. Prozentual erzielte jedoch die kombinierte Behandlungsform die besseren Erfolge.

Hertsch (persönl. Mitteilung vom 21.02.2007) verwendet seit ca. 20 Jahren keine Glukokortikoide intraartikulär bei Podarthritiden mit erhöhtem Gelenkinnendruck.

2.5.4.3 Hyaluronsäure

Hyaluronsäure ist ein Heteropolysaccharid aus β -Glucuronsäure-(1+3)- β -N-acetylglucosamin-(1+4)- Grundeinheiten (Pschyrembel, 1993). Sie kommt natürlicherweise im Glaskörper, in der Synovia, der Nabelschnur und im Hahnenkamm vor. In einem biotechnologischen Verfahren wird sie außerdem aus den Zellwänden von *Streptococcus equi* extrahiert (Laurent und Fraser, 1992).

Na- Hyaluronat ist ein wichtiger Bestandteil der Synovia wie auch der ECM des hyalinen Gelenkknorpels.

Über den ersten intraartikulären Einsatz von exogener Hyaluronsäure in Kombination mit Kortikosteroiden berichten Rydell et al. schon 1970.

Asheim veröffentlicht im Jahr 1976 die Ergebnisse seiner Studie zur alleinigen Hyaluronsäure Therapie. Er behandelte 54 Rennpferde mit aseptischer Arthritis im Fessel- oder Karpalgelenk intraartikulär mit Hyaluronsäure. Aus dieser Gruppe zeigten 5 Pferde keine Verbesserung der Symptome, 38 wurden lahmfrei und davon liefen 32 Pferde wieder im Rennsport. Unerwünschte Nebenwirkungen beobachtete er bei keinem Pferd.

Der therapeutische Nutzen der Hyaluronsäure liegt in einer Vielzahl von protektiven Eigenschaften:

1. Sie unterbindet die Chemotaxis von Granulozyten und Makrophagen und die Einwanderung von Lymphozyten (Balazs und Denlinger, 1985; Partsch et al., 1989)
2. Sie fängt freie Superoxidradikale ab (Sato et Al., 1988)
3. Sie hemmt die Phagozytose und die damit verbundene Sekretion von Prostaglandin E2 (Balazs und Denlinger, 1985).

Außerdem konnte nach Injektion von exogener Hyaluronsäure sowohl eine Absenkung der normalen, wie auch der IL-1 induzierten Proteoglycanfreisetzung beobachtet werden (Morris et al., 1992).

Die Halbwertszeit exogener Hyaluronsäure ist gering, der therapeutische Effekt beruht laut McIlwraith auf ihrer stimulierenden Wirkung auf die Synovialzellen, welche ihre Sekretionsrate endogener Hyaluronsäure erhöhen (McIlwraith, 1989).

Laut verschiedener In-Vitro-Studien ist die Wirksamkeit der verschiedenen erhältlichen Hyaluronsäurepräparate in hohem Maß von dem Grad der Polymerisierung, das heißt von ihrem Molekulargewicht, abhängig.

Nach einer Studie von Smith und Gosh (1987) führte die Behandlung mit Hyaluronsäure mit einem Molekulargewicht von mehr als $0,5 \times 10^6$ Da zu einer signifikant gesteigerten Sekretion endogener Hyaluronsäure, während Präparate mit niedrigerem Molekulargewicht keinen Effekt hatten.

Gegensätzlich berichten Aviad et al. (1988) von einer Studie, in der sie eine Gruppe von Rennpferden mit Hyaluronsäure mit $0,13 \times 10^6$ Da und eine Vergleichsgruppe mit Hyaluronsäure mit einem Gewicht von $2,88 \times 10^6$ Da behandelten. In diesem Feldversuch konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

McIlwraith (1989) hält Na- Hyaluronat für geeignet, leichte Synovitiden zu behandeln, hält sie allein jedoch für ungeeignet schwere Gelenkerkrankungen zu heilen.

Laut Schwenzler und Gerhards (1999) bietet die intravenöse, systemische Applikation von Hyaluronsäure eine wirkungsvolle und deutlich risikoärmere Alternative zur intraartikulären Verabreichung. Sie erzielten im Rahmen ihrer Studie bei 72,8% der intravenös behandelten Pferde einen sehr guten Behandlungserfolg, dem stehen 75,0% der intraartikulär behandelten Pferde gegenüber.

2.5.4.4 Polysulfatierte Glycosaminoglykane

Polysulfatierte Glycosaminoglykane gehören zur Gruppe der Mucopolysaccharide. Sie werden halbsynthetisch aus Tracheen- und Lungengewebe von Rindern gewonnen. Dem Gewebe wird das Mukopolysaccharid Glycosaminoglykan entzogen, sulfatiert und in sein Natriumsalz überführt (Ungemach, 1999).

Polysulfatierte Glycosaminoglykane hemmen die Aktivität lysosomaler Enzyme, hemmen die Synthese von Prostaglandinen und Interleukinen und die Liberation freier Radikale (McIlwraith, 1989).

Smith und Gosh (1987) sowie Nishikawa et al. (1988) weisen in vitro eine gesteigerte Hyaluronsäure-Produktion nach PSGAG-Injektion nach.

Yovich et al. (1987) zeigen in ihrer Studie eine signifikante Knorpelprotektion im chemischen Modell einer Osteoarthritis beim Pferd.

Über den Einsatz intramuskulär injizierter PSGAG gibt es verschiedene Ergebnisse. Hannah et al. (1987) und Brennan et al. (1987) berichten von einer Anreicherung des Wirkstoffes im Gelenkknorpel nach systemischer Anwendung und verzeichnen einen positiven therapeutischen Effekt.

Trotter et al. (1989) hingegen können keinen Behandlungserfolg mit der intramuskulären Injektion von 500mg PSGAG erzielen.

Caron et al. (1996) vergleichen in ihrer Feldstudie die Effekte von intraartikulär verabreichter Hyaluronsäure mit intraartikulär verabreichten PSGAG. Sie verzeichneten einen besseren Behandlungserfolg für PSGAG bei subakuten Osteoarthritis und für Hyaluronsäure bei akuten Osteoarthritis und idiopathischen Gelenkergüssen.

2.5.4.5 Autologes Conditioniertes Serum (ACS), IRAP

IRAP steht für *Interleukin 1 – Rezeptor – Antagonist - Protein*.

Zytokine sind eine heterogene Gruppe löslicher oder zellgebundener Proteine, die eine wesentliche Rolle in der Vermittlung von Zell-zu-Zell-Interaktionen spielen (Koolman und Röhm ,1998)

In Bezug auf die Regulation der Chondrozytenfunktion unterscheidet man katabole Zytokine (Interleukin-1, Tumornekrosefaktor- α u.a.), antikatabole- oder inhibitorische Zytokine (Interleukin-1-Rezeptorantagonist, Interleukin-4 u.a.) und anabole Zytokine (Wachstumsfaktoren u.a.).

Bei der Osteoarthritis sind vermutlich die Chondrozyten die Hauptproduzenten der proinflammatorischen Zytokine IL-1 und TNF- α .

Die proinflammatorische, gelenkschädigende Wirkung von IL-1 umfasst die Suppression der Synthese von Proteoglykanen und Typ-II-Kollagen der Chondrozyten, sowie die gesteigerte Neusynthese verschiedener proteolytischer Enzyme (Moser et al., 2005)

Der Therapeutische Einsatz von IL-1 Inhibitoren als Entzündungshemmer wurde von Dinarello schon 1984 proklamiert (Dinarello und Thompson ,1984).

Zu Beginn der 90er Jahre entwickelten Wissenschaftler der Orthogen AG (Düsseldorf, Deutschland) eine Methode zur Herstellung von Autologem konditionierten Serum (ACS) , angereichert mit endogenem Interleukin-1 Rezeptorantagonisten (IL-1Ra) zur lokalen Behandlung von Osteoarthritis und Osteoarthrosen.

Zur Herstellung des ACS werden dem Patienten 60 ml Vollblut mit speziell vorbereiteten Spritzen entnommen. Die Spritzen enthalten 200 Glassperlen mit einem Durchmesser von 2,5mm. Die Oberfläche der Perlen ist mit CrSO₄ bedampft.

Das Blut wird in den Spritzen für 24 Stunden bei 37°C inkubiert und anschließend zentrifugiert.

Dieses Verfahren führt im Blut zu einem enormen und schnellen Anstieg verschiedener anti-inflammatorischer Cytokine wie IL-1Ra, IL-4, IL-10, induziert durch die Interaktion zwischen Blutmonozyten und behandelter Glassoberfläche.

Die Konzentration des IL-1Ra steigt während der Inkubation um das 140-fache des Ausgangswertes, die von IL-4 und IL-10 um das 2,1 bzw. 2,2-fache.

Zurückzuführen sind diese Anstiege auf De-novo-Synthese .

Ein Anstieg proinflammatorischer Cytokine wird bemerkenswerterweise nicht beobachtet (Meier et al., 2003).

Die IRAP-Therapie findet unter dem Namen „Orthokin“ in der Humanmedizin seit 1997 Anwendung bei der intraartikulären Behandlung der Osteoarthritis im Kniegelenk (Reinecke und Moser, 2006), sowie bei der epidural-perineuralen Injektionsbehandlung des lumbalen Nervenwurzelkompressionssyndroms (Moser et al. 2005).

Nach einer randomisierten, doppelt-geblindeten Studie von Moser et al. (2005) an einer Gruppe aus 366 Patienten mit Osteoarthritis im Kniegelenk zeigten mit ACS behandelte Patienten signifikant bessere Ergebnisse, als Patienten die mit Hyaluronsäure oder mit isotonischer Kochsalzlösung behandelt wurden.

Die Frequenz des Auftretens unerwünschter Nebenwirkungen war vergleichbar mit der Gruppe der NaCl- Behandelten.

Eine andere Studie von Becker et al. (2005) zeigt, dass die Orthokin -Therapie der Triamcinolontherapie bei der Behandlung des lumbalen Nervenwurzelkompressionssyndroms in nichts nachsteht sondern, im Gegenteil, die mit ACS-behandelten Patienten über eine länger andauernde Schmerzreduktion berichteten als die Patienten der Triamcinolon-Gruppe.

Die Verabreichung von IL-1Ra an Pferde mit Osteoarthritis per Gentransfer bringt bessere Therapieerfolge gemessen am klinischen Bild, der Morphologie des Knor-

pels und den radiologischen Befunden, als die Behandlung mit Hyaluronsäure, Kortokosteroiden, PSGAG oder Pentosan Polysulfat (Frisbie, 2005).

Die erste kontrollierte Blindstudie über die intraartikuläre Behandlung mit ACS bei Pferden mit experimentell induzierter Osteoarthritis ist gerade erst veröffentlicht worden (Frisbie et al., 2007). Frisbie erzeugte bei 16 Pferden per Arthroskopie des mittleren Karpalgelenkspaltes eine Osteoarthritis. Acht Pferde wurden mit ACS intraartikulär behandelt, die anderen acht Pferde wurden mit einem Placebo behandelt. Über 70 Tage wurden die Pferde auf dem Laufband trainiert und regelmäßig klinisch untersucht. Außerdem wurden regelmäßig Synoviaanalysen und radiologische Untersuchungen durchgeführt. Am Ende der Studie wurden die Pferde euthanasiert und es erfolgte die pathologische und histopathologische Untersuchung der Gelenke.

Unerwünschte Nebenwirkungen traten bei keinem der Pferde auf. Die Pferde der ACS-Gruppe zeigten im Vergleich zur Placebo-Gruppe eine signifikant stärkere Verbesserung der Lahmheit außerdem zeigte sich in den Gelenken der ACS-Gruppe eine signifikant schwächer ausgebildete Hyperplasie der Synovialmembran als in den Gelenken der Placebo-Gruppe. Deutlich, jedoch nicht signifikant schwächer ausgeprägt waren die Knorpelauffaserung und die Einblutungen in die Synovialmembran in der ACS-Gruppe als in der Placebo-Gruppe.

Bei IRAP handelt es sich faktisch um ein aus Eigenblut hergestelltes Rezepturarzneimittel. Anders als bei Fertigarzneimitteln ist für eine Rezeptur keine Zulassung erforderlich. Folglich werden weder die pharmazeutische Qualität noch die Wirksamkeit oder Unbedenklichkeit von IRAP bzw. Orthokin durch staatliche Überwachungsstellen kontrolliert.

Auch bedeutet dies, dass es weder standardisierte Angaben zu Indikationen, Dosierungen, Gegenanzeigen oder Wechselwirkungen gibt (Arzneitelegamm, 2001 und Clegg, P., 2007).

3. Eigene Untersuchungen

3.1 Material

3.1.1 Patientengut

An der Tierärztlichen Klinik für Pferde in Steinhagen-Brockhagen wurde in der Zeit von April 2005 bis Oktober 2006 von allen mit einer Vorderbeinlahmheit vorgestellten Pferden, nach klinischer wie röntgenologischer Untersuchung bei insgesamt 54 Pferden der Sitz der Lahmheit im Hufgelenk lokalisiert.

Zu den Untersuchungen herangezogen wurden ausschließlich Pferde mit Vorderhandlahmheit, bei denen die Tiefe Palmarnerveanästhesie und die Hufgelenkanästhesie positiv ohne Rest verliefen, und die anhand der röntgenologischen Untersuchung in die Röntgenklassen I – III eingestuft werden konnten.

Von diesen an einer Podarthritis erkrankten Pferden kamen 17 Stuten, 34 Wallache und drei Hengste zur Untersuchung.

Dabei handelte es sich um 4 Ponys, 2 Trakehner, 4 Vollblüter und 44 Warmblutpferde im Alter von 4 bis 20 Jahren.

Fünf der untersuchten Patienten wurden als Freizeitpferde genutzt, eine Stute war gerade erst angeritten worden, ein Pferd wurde im Fahrsport eingesetzt und bei 47 Pferden handelte es sich um im Turniersport der Klassen A bis S eingesetzte Sportpferde. Davon wurden 14 Pferde ausschließlich dressurmäßig geritten, 26 Pferde ausschließlich im Springsport und 7 Pferde wurden sowohl im Dressurviereck als auch im Springparcours auf Turnieren vorgestellt.

Nach der Einteilung von Hertsch (1987) zeigten 3 Pferde eine undeutlich geringgradige, 32 Pferde eine geringgradige, 16 Pferde eine mittelgradige und 3 Pferde eine hochgradige Lahmheit.

Nach abgeschlossener Diagnostik wurden den Patientenbesitzern zwei verschiedene Behandlungsmethoden vorgestellt:

1. Intraartikuläre Therapie mit Na-Hyaluronat (Hylartil®) und Betamethason (Celestovet®)
2. Intraartikuläre Therapie mit autologem konditionierten Serum (IRAP®)

Die Wahl der bei dem jeweiligen Patienten anzuwendenden Methode wurde dem Patientenbesitzer überlassen und die Pferde wurden dann entsprechend der Besitzerentscheidung in zwei Gruppen eingeteilt:

Gruppe I (27 Pferde)

Pferde die mit Na-Hyaluronat und Betamethason behandelt wurden.

Gruppe II (27 Pferde)

Pferde die mit autologem konditionierten Serum behandelt wurden.

3.1.2 Technisches Material

Zur Blutentnahme und Aufbereitung wurde das irap®50ml Spritzen Set der Firma Orthogen GmbH aus Düsseldorf genutzt. Die Spritzen enthalten 200 Glasperlen mit einem Durchmesser von 2,5mm. Die Oberfläche der Perlen ist mit CrSo₄ behandelt.

Während der Inkubation des Blutes kommt es induziert durch eine Interaktion zwischen den Blutmonozyten und der behandelten Glasoberfläche zu einer gesteigerten Synthese verschiedener Anti-inflammatorischer Cytokine.

Die Inkubation erfolgte in einem einfachen Wärmeschrank Mod. 5640 der Firma Coleman Co., Inc. aus Wichita, Kansas, USA.

Zur Gewinnung des zellfreien Serums wurde die Tischzentrifuge Z300 der Firma Hermle Labortechnik aus Wehningen eingesetzt. Die Zentrifuge war ausgestattet mit einem speziellen Rotor zur Aufnahme der irap®50ml Spritzen.



Abb1. IRAP-Blutentnahme-Kit



Abb2. gefüllte IRAP-Spritze

3.2 Methode

3.2.1. Untersuchungsgang

Der Ablauf der Untersuchung erfolgte bei allen Patienten weitestgehend nach dem gleichen Schema:

1. Vorführen im Schritt auf hartem Boden auf der Geraden und auf der Zirkellinie
2. Adspektion und Palpation
3. Longieren im Schritt, Trab und Galopp auf weichem Boden
4. Vorführen im Trab auf hartem Boden auf der Geraden und auf der Zirkellinie
5. Zehenbeugeprobe
6. Diagnostische Leitungsanästhesie TPA I, bei negativem Ausfall oder bei Restlahmheit TPA II
7. Röntgenologische Untersuchung
(Standardprojektionen: Oxpring, Zehe 0, Zehe 90°, in Einzelfällen: Hufgelenk tangential)
8. am Folgetag Hufgelenkanästhesie

3.2.2 Beurteilungskriterien der klinischen Untersuchung

3.2.2.1 Lahmheitsgrad

Die Unterscheidung des Lahmheitsgrades erfolgte nach der Einteilung von Hertsch (1987), wobei den verschiedenen Graden Zahlen zur besseren Vergleichbarkeit zugeordnet wurden:

undeutlich geringgradig: Eine Lahmheit ist im Trab nur zu vermuten, mitunter nur bei einzelnen Schritten (1).

<u>geringgradig:</u>	Eine Lahmheit ist im Schritt kaum bis nicht erkennbar und im Trab kontinuierlich sichtbar (2).
<u>mittelgradig:</u>	Eine Lahmheit ist bereits im Schritt sichtbar, und im Trab deutlich erkennbar (3).
<u>hochgradig:</u>	Die Gliedmaße wird nur kurzfristig belastet (4).
<u>höchstgradig:</u>	Die Gliedmaße wird nicht belastet (5).

3.2.2.2 Art der Lahmheit

Es wurden drei Kategorien unterschieden:

1. Stützbeinlahmheit: Verkürzung der Stützbeinphase
2. Hangbeinlahmheit: Verkürzung der Hangbeinphase mit Schrittverkürzung nach vorne
3. gemischte Lahmheit: Verkürzung der Stütz- wie der Hangbeinphase

3.2.2.3 Ausfall der Zehenbeugeprobe

Es wurden bei allen Pferden Übersichtsbeugeproben der Zehen durchgeführt. Dazu wurde durch Einbeugung der Gliedmaße am Huf eine Beugung von Huf-, Kron-, und Fesselgelenk erreicht. Nach einer Minute wurde das Pferd vorgetrabt und der Ausfall der Beugeprobe beurteilt.

Es wurden fünf Kategorien unterschieden:

1. negativ
2. undeutlich positiv (ggr. Lahmheit bis zu 5 Schritte)
3. geringgradig positiv (ggr. Lahmheit bis zu 10 Schritte)
4. mittelgradig positiv (mgr. Lahmheit über 10 Schritte)
5. hochgradig positiv (Gliedmaße wird nicht belastet)

3.2.2.4 Ausfall der Diagnostischen Anästhesien

Die TPA I (Rami-Pulvini-Anästhesie) der Nn. digitales palmares wurde mit je 2,5 ml einer 2%igen Lidocain-Lösung (Xylocain®, Asta Chemicals) am aufgehobenen Bein, direkt medial der Hufknorpel durchgeführt. Die Lahmheit wurde nach 10 Minuten kontrolliert und bei negativem Ausfall oder bei deutlicher Restlahmheit wurde mit der TPA II (Tiefe Palmarnerven-anästhesie) fortgefahren. Hierzu wurden am aufgehobenen Bein nach Palpation der Nerven im proximalen Bereich der Fesselbeuge medial und lateral je 3 ml der 2%igen Lidocain-Lösung injiziert. Nach wiederum 10 Minuten wurde das Pferd erneut vorgetrabt und die Lahmheit kontrolliert. Bei positivem Ausfall wurden die beschriebenen Standardaufnahmen der Zehe angefertigt und bei Nicht-Vorhandensein eines pathognomonischen Befundes wurde am Folgetag die Anästhesie des Hufgelenkes vorgenommen. Hierzu wurde die Punktionsstelle (dorsal, ca. 1,5 cm proximal des Kronsaumes und 1.5 cm lateral der Medianen) chirurgisch vorbereitet und unter aseptischen Kautelen wurden 6-10 ml einer 2%igen Prilocain-Lösung (Xylonest®, Asta Chemicals) injiziert. Die Punktionsstelle wurde zum Schutz vor Verunreinigung mit einem sterilen Gaze-Tupfer und einer elastischen Bandage abgedeckt. Nach wiederum 10 Minuten wurde das Pferd erneut vorgetrabt und die Lahmheit kontrolliert.

Das Ergebnis der diagnostischen Anästhesien wurde nach Langfeldt und Hertsch (1988) wie folgt differenziert:

- negativ (Lahmheit unverändert)
- positiv (lahmfrei)
- positiv mit Umspringen der Lahmheit auf die kontralaterale Gliedmaße
- positiv mit Rest (Besserung aber keine Lahmfreiheit)

3.2.3 Beurteilung der Röntgenologischen Befunde

Die Röntgenbilder wurden entsprechend dem Leitfaden der Gesellschaft für Pferde-medicin für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung eines Pfer-des nach Dik et al. (1993) und Gerhards et al. (2002) in 4 Klassen eingeteilt:

- Klasse 1: Röntgenologisch ohne besonderen Befund und Befunde, die als anatomische Formvarianten eingestuft werden
- Klasse 2: Röntgenologische Befunde, die gering von der Norm abweichen, bei denen klinische Erscheinungen unwahrscheinlich sind
- Klasse 3: Röntgenologische Befunde, die deutlich von der Norm abweichen, bei denen klinische Erscheinungen wenig wahrscheinlich sind
- Klasse 4: Röntgenologische Befunde, die erheblich von der Norm abweichen, bei denen klinische Erscheinungen wahrscheinlich sind

3.2.4 Intraartikuläre Therapie

3.2.4.1 Therapieformen

Die intraartikuläre Injektion wurde nach den gleichen aseptischen Regeln wie die Hufgelenkanästhesie vorgenommen und wurde entsprechend der Besitzerentschei-dung wie folgt durchgeführt:

Gruppe 1:

Initialbehandlung mit einer hochmolekularen Natrium-Hyaluronat-Lösung (Hylartil® vet., Pharmacia&Upjohn, Schweden; 20mg hochmolekulares Natriumhyaluronat; In-jektionsvolumen:2ml),

und

Betamethason (15,4 mg Betamethason-21-Acetat und 4,7 mg Betamethason-21-dinatriumphosphat; Celestovet® Essex), Injektionsvolumen 2ml

Nach 7 bis 10 Tagen Folgebehandlung mit Na-Hyaluronat und, wenn nötig, ein bis vier weiteren Na-Hyaluronat Injektionen nach weiteren 10-14 und 20-28 Tagen.

Gruppe 2:

Initialbehandlung mit 3ml des autologen konditionierten Serums (IRAP®).

Nach sieben bis zehn Tagen Folgebehandlung mit 3ml des ACS und wenn nötig ein bis vier weitere Injektionen im Abstand von jeweils 10 bis 14 Tagen.

Für jede ACS-Injektion wurde ein Sterilfilter verwendet.

3.2.4.2 Herstellung des autologen konditionierten Serums

Zuerst wurden unter aseptischen Kautelen mithilfe der oben näher beschriebenen Spritze 60ml Blut aus der V. jugularis des Patienten gewonnen. Die Spritze wurde mit dem Namen des Patienten, der Patientenummer und dem Entnahmedatum beschriftet, um Verwechslungen zu vermeiden.

In der Spritze wurde das Blut für 24 Stunden bei 37,0°C im Wärmeschrank inkubiert und anschließend für 20 Minuten bei 3700 U/min zentrifugiert. Nun wurde der so gewonnene Serum - Überstand mithilfe einer 20ml Spritze aspiriert und von dieser durch einen Sterilfilter in Portionen von 3ml in 5ml-Spritzen übertragen. Die 5ml-Spritzen wurden wiederum mit dem Namen, der Patientenummer und dem Herstellungsdatum versehen und unmittelbar bei -18°C eingefroren.

Zur Injektion wurde die benötigte Anzahl von Spritzen entnommen und bei Raumtemperatur oder in der Hand gehalten aufgetaut.

Während des gesamten Herstellungs- und Verarbeitungsprozesses wurde höchstes Augenmerk auf das Einhalten aseptischer Bedingungen gelegt.

3.2.5 Hufbeschlagn

Bei allen Pferden wurden die Hufstellung und der Abrollwinkel wenn nötig korrigiert. Grundsätzlich wurde ein Hufbeschlagn mit deutlicher Zehenrichtung, kurzer, gerader Zehe und zwei Seitenkappen verordnet. Bei einigen Pferden wurde außerdem das Anbringen einer Kunststoffplatte und eines Kunststoffpolsters angeraten.

3.2.6 Bewegungsprogramm

Nach der Hufgelenksinjektion wurde den Pferden 1 Tag Boxenruhe verordnet. Anschließend sollten sie pro Tag 20-30 Minuten im Schritt auf ebenem Boden geführt oder in Ausnahmefällen Schritt- geritten werden. Einen Tag vor der Kontrolluntersuchung sollten die Pferde an der Longe auf großem Zirkel fünf Minuten im Trab longiert werden.

Wenn bei der Nachuntersuchung keine Lahmheit mehr festgestellt wurde, sollten die Pferde zwei Wochen in allen drei Gangarten 30-45 Minuten geritten werden. Dabei sollte auf enge Wendungen, Trabverstärkungen, Seitwärtsgänge und auf das Springen verzichtet werden. Nach diesen zwei Wochen leichter Arbeit sollte eine vierwöchige Aufbauphase anschließen, in der das Pferd zu seinem ursprünglichen Leistungsniveau zurückgeführt werden sollte.

3.2.7 Überprüfung des Therapieerfolges

Die erste Kontrolluntersuchung wurde 7-10 Tage nach der zweiten Injektion durchgeführt. Dazu wurden die Patienten wiederum auf hartem und auf weichem Boden auf der Geraden wie auch auf dem Zirkel im Schritt und im Trab vorgeführt. Bei Nichtansprechen auf die Therapie oder bei nicht befriedigendem Ergebnis wurde eine weitere Injektion vorgenommen. Die nächste Kontrolluntersuchung und falls nötig die

nächste Injektion wurden weitere 10 bis 14 und nötigenfalls 24 bis 28 Tage später durchgeführt.

Alle Pferde wurden abschließend 6 Monate nach der letzten Injektion noch einmal der kompletten klinischen Untersuchung, einschließlich Beugeproben unterzogen, um ein vergleichbares Endergebnis zu erhalten.

3.2.8 Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 14.0 (SPSS Inc., U.S.A.) durchgeführt. Die Darstellung der kontinuierlichen Variablen erfolgte als Mittelwerte, während als Streumaße die Standardabweichungen gewählt wurden.

Die kontinuierlichen Variablen wurden mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests hinsichtlich ihrer Normalverteilung überprüft. Während einige der getesteten Variablen keine Normalverteilung aufwiesen (Kolmogorov-Smirnov-Test: $p < 0,05$), konnte für andere Variablen eine Normalverteilung berechnet werden (Kolmogorov-Smirnov-Test: $p \geq 0,05$). Bei den Mittelwertvergleichen wurden daher Tests für normalverteilte Stichproben und nichtparametrische Tests für nicht normalverteilte Stichproben herangezogen.

Beim Vergleich von zwei unabhängigen, normalverteilten Stichproben wurde der t-Test verwendet, während bei nicht normalverteilten Stichproben der Mann-Whitney-U-Test als nichtparametrisches Verfahren durchgeführt wurde.

Die kategorisierten Daten dagegen wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests ausgewertet. Bei Verwendung des Chi-Quadrat-Tests wurden die erforderlichen Testvor-

aussetzungen erfüllt, so dass bei den Tests weniger als 20% der erwarteten Häufigkeit kleiner 5 war.

Bei allen durchgeführten Tests erfolgte eine zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein p-Wert $< 0,05$ als statistisch signifikant angenommen wurde.

In den graphischen Darstellungen, die ebenfalls mit SPSS erstellt wurden, wurden zur Veranschaulichung der Mittelwerte Fehlerbalken verwendet, wobei als Streumaß aufgrund der großen Streubreite die Standardfehler aufgeführt wurden. Die kategorisierten Daten wurden graphisch mit Hilfe von einfachen und gruppierten Balkendiagrammen dargestellt.

4. Ergebnisse

4.1 Allgemeine Diagnostik

4.1.1 Alter der Patienten

Das Alter der untersuchten Pferde betrug im Mittel $9,5 \pm 3,2$ Jahre, wobei die Spanne von 4 – 20 Jahre reichte. Der Mittelwert der Gruppe 1 lag bei $9,3 \pm 3,2$ Jahren, der Mittelwert der Gruppe 2 bei $9,7 \pm 3,3$ Jahren.

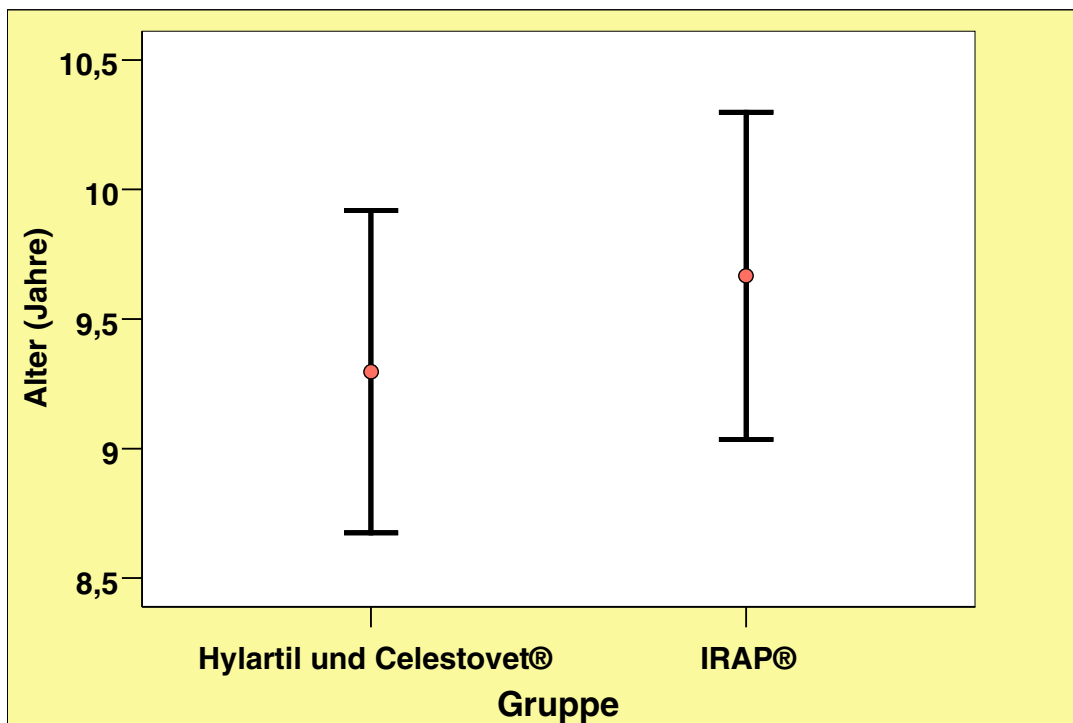


Abb. 1 Patientenalter

Mit Hilfe des t-Tests ließ sich ermitteln, dass hinsichtlich des Alters kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen besteht (t-Test; $p=0,678$).

4.1.2 Nutzung

Bis auf eine Ausnahme handelte es sich bei dem untersuchten Patientenmaterial um Reitpferde von der Hobbyklasse bis zu Spitzensportlern im Springen und der Dressur der Klasse S.

Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Pferde hinsichtlich der Nutzung in drei Gruppen eingeteilt:

1. Hobby, Dressur und Springen bis Kl. L: *leicht*
2. Springen und Dressur der Klassen M/S: *schwer*
3. *Fahren*

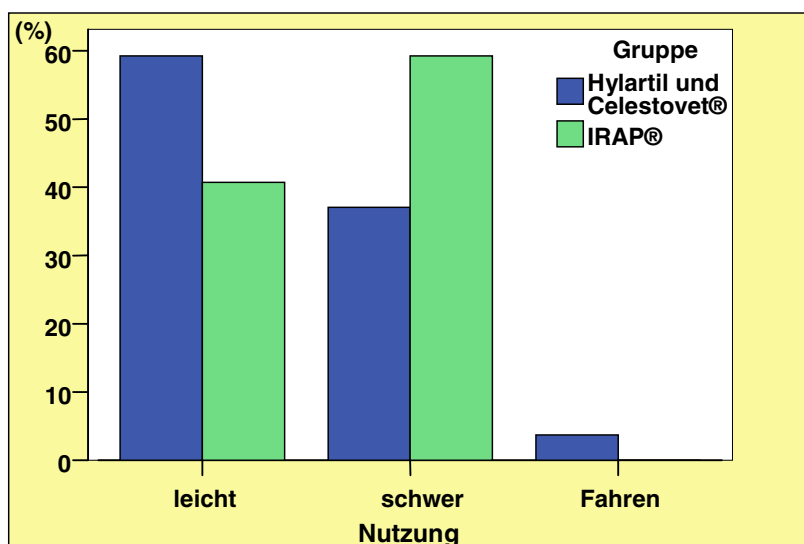


Abb. 2 Nutzungen in den Gruppen

Die Überprüfung der Beziehung zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 unter Berücksichtigung der Nutzung der Pferde ergab mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ($p=0,191$).

4.2 Spezielle Diagnostik

4.2.1 Röntgenklasse

Zur Untersuchung kamen Pferde der Röntgenklassen eins bis drei. 11,1% wurden der Klasse eins, 16,7% der Klasse eins bis zwei, 44,4% der Klasse zwei, 18,5% der Klasse zwei bis drei und 9,3 % der Klasse 3 zugeordnet.

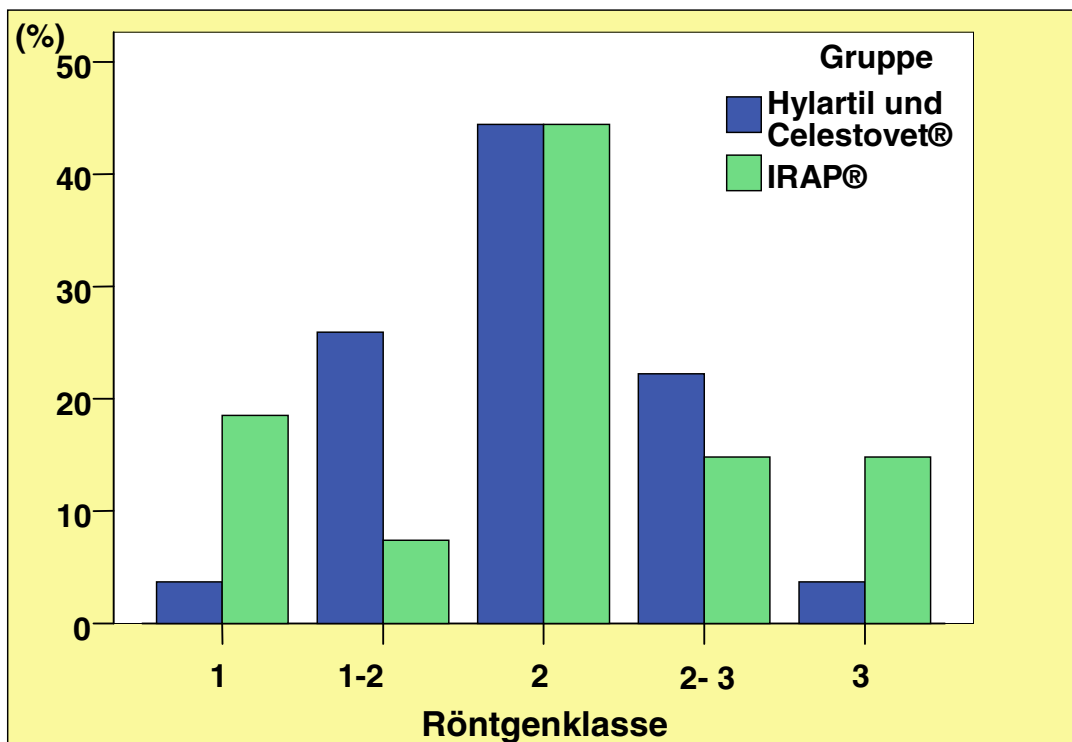


Abb. 3 Verteilung der Röntgenklassen in den beiden Gruppen

Hinsichtlich der Röntgenklassen wichen die Gruppen nach Heranziehung des Chi-Quadrat-Tests ($p= 0,106$) nicht signifikant voneinander ab.

4.2.2 Lahmheitsgrad vor der Behandlung

Drei der in der Studie untersuchten Pferde zeigten zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung den Lahmheitsgrad 1/5, 32 Pferde den Lahmheitsgrad 2/5, 16 Pferde den Lahmheitsgrad 3/5 und drei Pferde den Lahmheitsgrad 4/5.

Innerhalb der beiden Gruppen verteilte sich dies wie folgt:

In der Gruppe 1 zeigten achtzehn Pferde den Lahmheitsgrad 2 (geringgradig) und neun Pferde den Grad 3 (mittelgradig). In der Gruppe 2 zeigten drei Pferde den Grad 1 (undeutlich geringgradig), vierzehn Pferde den Grad 2 (geringgradig), 7 Pferde den Grad 3 (mittelgradig) und drei Pferde den Grad 4 (hochgradig).

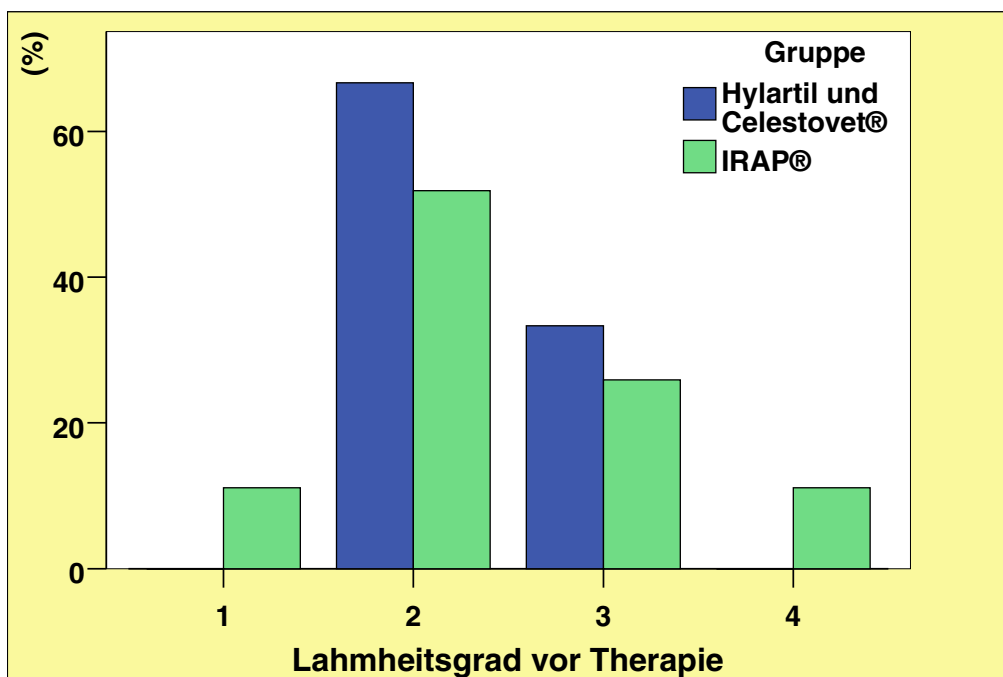


Abb. 4 Lahmheitsgrad vor der Behandlung

Vor der Therapie zeigte sich kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Lahmheitsgrade der Pferde (Chi-Quadrat-Tests: $p=0,08$).

4.2.3 Lahmheitsgrad 14-21 Tage nach Behandlungsbeginn

Bei der ersten Kontrolluntersuchung nach 14-21 Tagen zeigten in der Hyaluronsäure-Gruppe drei Pferde den Lahmheitsgrad 0, fünfzehn Pferde den Grad 1 und neun Pferde den Grad 2.

In der IRAP-Gruppe verteilte sich dies wie folgt:

Fünf Pferde zeigten den Grad 0, sechzehn Pferde den Grad 1, fünf Pferde den Grad 2 und ein Pferd den Grad 3.

Somit zeigte sich nach dem Ergebnis des Chi-Quadrat-Tests mit $p=0,160$ bei der ersten Kontrolle kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in Bezug auf die ermittelten Lahmheitsgrade.

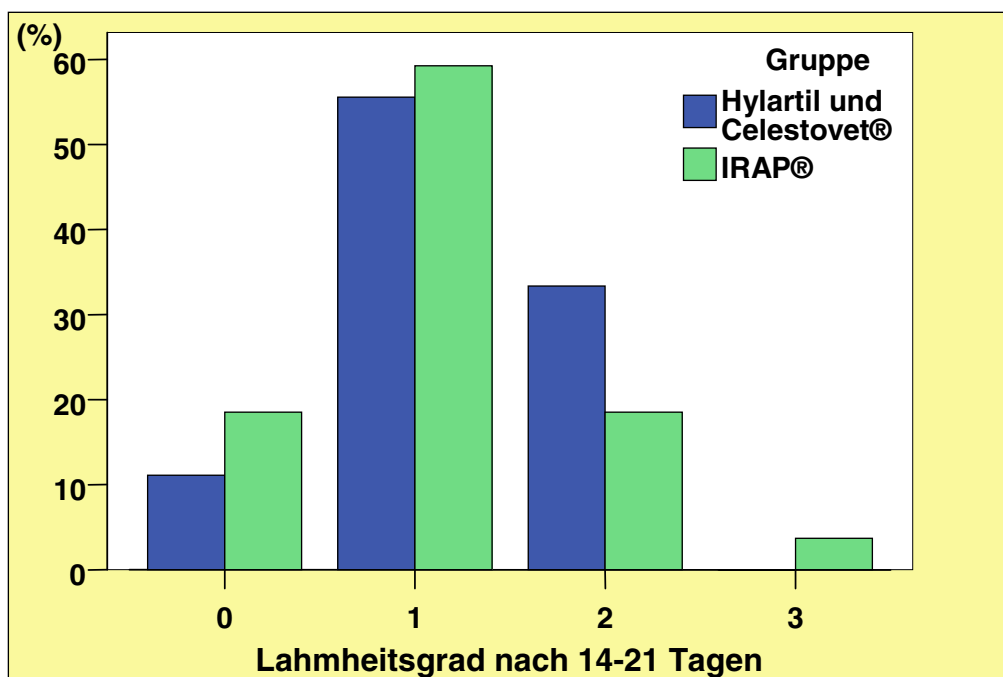


Abb. 5 Lahmheitsgrad nach 14-21 Tagen

4.2.4 Lahmheitsgrad 21-28 Tage nach Behandlungsbeginn

Bei der zweiten Kontrolluntersuchung nach 21-28 Tagen zeigten in der Gruppe 1 neun Pferde den Grad 0, 15 Pferde den Grad 1 und drei Pferde den Grad 2. In der

Gruppe 2 zeigten 16 Pferde den Grad 0, neun Pferde den Grad 1 und zwei Pferde den Grad 2.

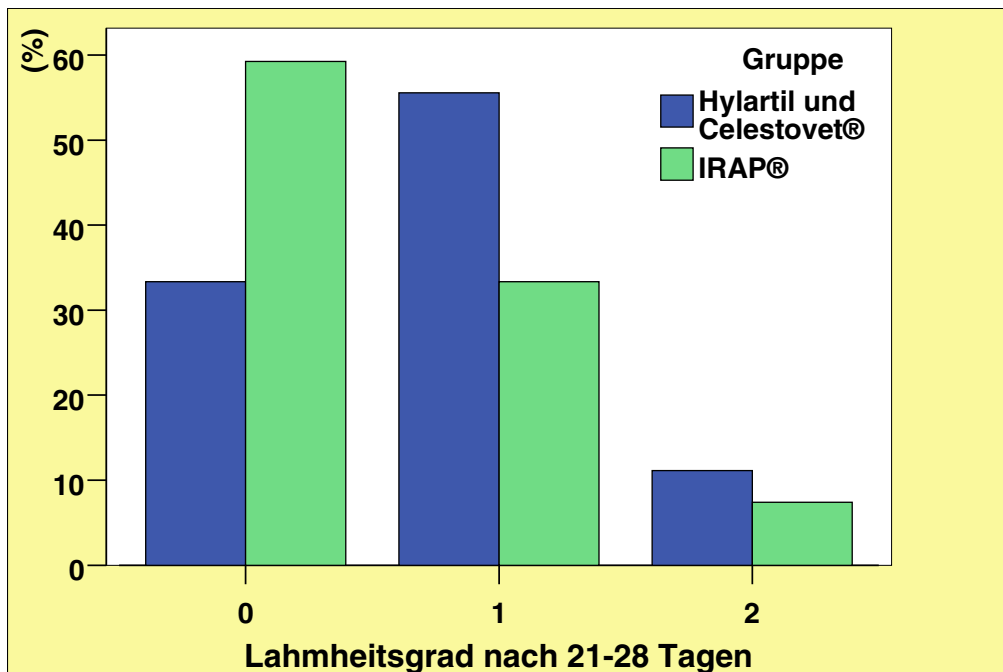


Abb. 6 Lahmheitsgrad nach 21-28 Tagen

Beim Vergleich dieser Ergebnisse wurde keine statistische Signifikanz nachgewiesen (Chi-Quadrat-Test: $p=0,16$), so dass sich kein Anhalt für einen therapeutischen Unterschied zwischen den Gruppen innerhalb der ersten 28 Tage ergibt.

4.2.5 Lahmheitsgrad 6 Monate nach Behandlungsbeginn

Die letzte Kontrolluntersuchung fand nach 6 Monaten statt. Jetzt zeigten in der Gruppe 1 siebzehn Pferde den Lahmheitsgrad 0, zwei Pferde den Grad 1 und acht Pferde den Grad 2.

In der Gruppe zwei zeigten vierundzwanzig Pferde den Grad 0, zwei Pferde den Grad 1 und ein Pferd den Grad 2.

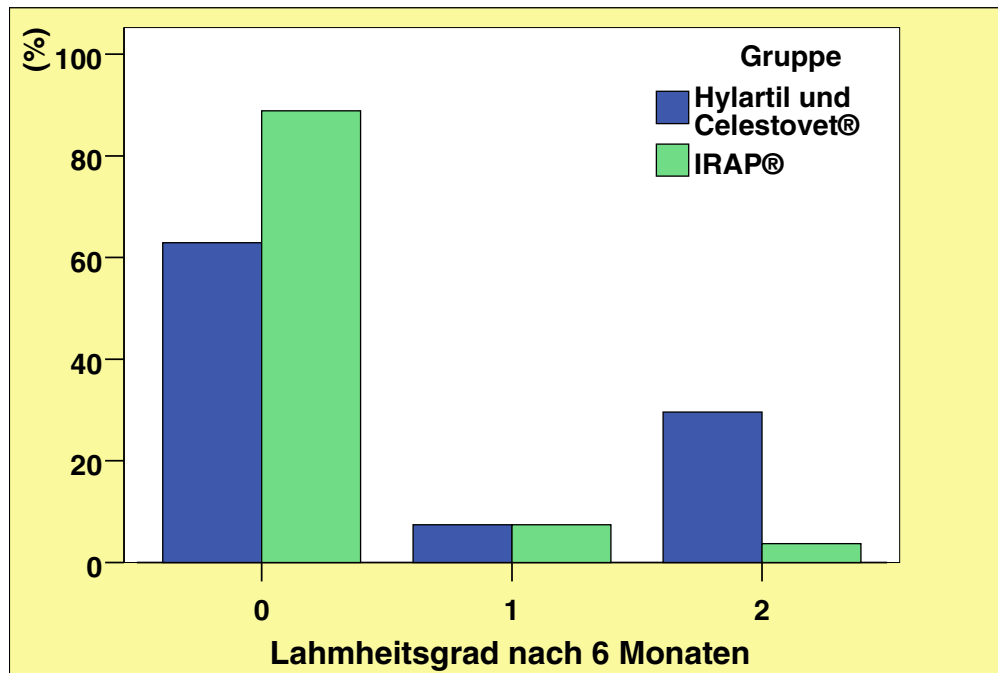


Abb. 7 Lahmheitsgrad nach 6 Monaten

Bei Analyse der Lahmheitsgrade der Gruppen 1 und 2 nach 6 Monaten wurde ein signifikant geringerer Lahmheitsgrad in der Gruppe 2 nachgewiesen (Chi-Quadrat-Test; $p=0,036$).

4.3 Resultat

Es waren nach sechs Monaten 41 Pferde lahmheitsfrei und 13 Pferde waren noch lahm. Das heißt vom gesamten Patientengut waren 75,9% nicht mehr lahm und konnten wieder voll reiterlich genutzt werden. Bei 24,1% dagegen konnte keine Lahmheitsfreiheit erreicht werden, so dass sie entweder auf die Wiese gestellt oder der chirurgischen Therapie zugeführt wurden.

Differenziert im Hinblick auf die Einteilung in die Gruppen betrachtet heißt dies:

Vierundzwanzig der mit IRAP® behandelten Pferde (88,9%) wurden erfolgreich therapiert während drei Pferde (11,1%) auch nach Abschluss der Therapie und des Beobachtungszeitraumes weiter lahm gingen.

Siebzehn Pferde der Hyaluronsäure-Gruppe (63,0%) konnten ebenfalls erfolgreich therapiert werden, während bei zehn Pferden (37%) keine Lahmheitsfreiheit erzielt werden konnte.

Damit ergibt sich nach 6 Monaten mit $p= 0,026$ ein signifikant besseres Behandlungsergebnis für die Pferde der Gruppe 2.

4.4 Anzahl der benötigten Injektionen

Die Gruppen wurden auch dahingehend verglichen, wie viele Injektionen bei den später lahmfreien Pferden notwendig waren.

In der Gruppe 1 wurden durchschnittlich $2,8 \pm 0,7$ Injektionen benötigt, in der Gruppe 2 waren es dagegen $3,3 \pm 0,9$ Injektionen.

Beim Vergleich der Gruppen konnte hinsichtlich dieses Unterschieds keine statistische Signifikanz nachgewiesen werden, wobei sich jedoch ein Trend zu einer häufigeren Injektion in der IRAP-Gruppe zeigte (Mann-Whitney-U-Test; $p=0,09$).

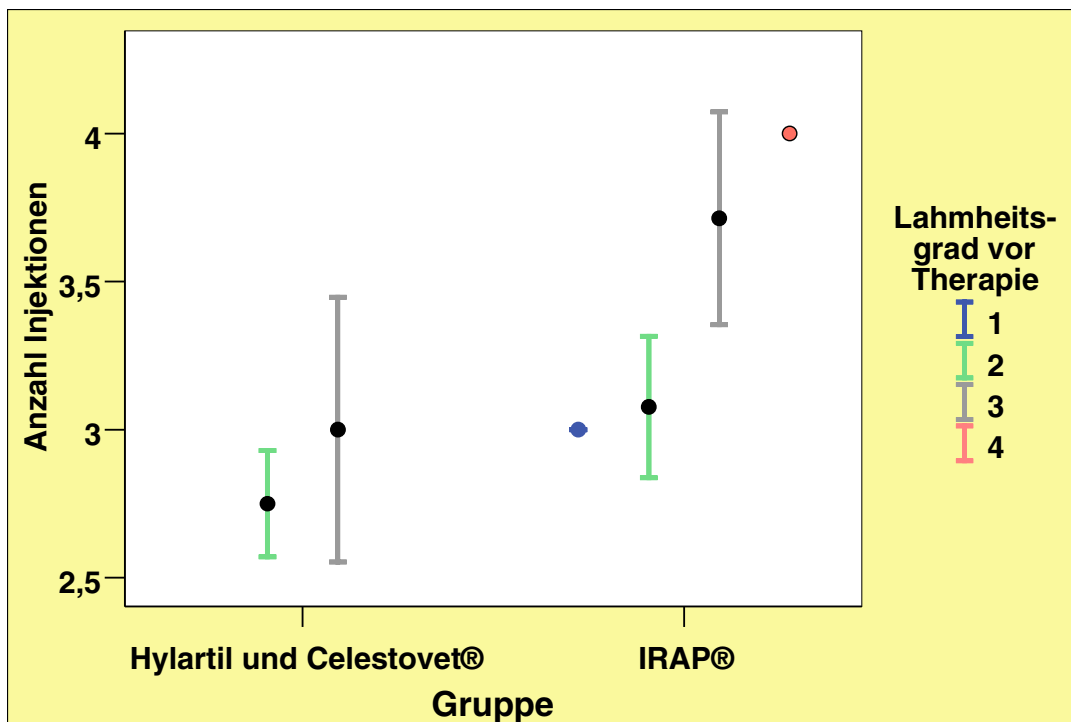


Abb. 8 Anzahl der benötigten Injektionen

5. Diskussion

5.1 Material und Methode

Das verwendete IRAP® -Spritzensystem zur Blutentnahme und Aufbereitung ist nach unseren Erfahrungen einfach in der Handhabung und ermöglicht bei sorgfältigem Arbeiten eine effiziente und sterile Aufbereitung des Serums zur intraartikulären Injektion.

Wichtigstes Kriterium zur Aufnahme der Patienten in den Feldversuch war der positive Ausfall der Hufgelenkanästhesie.

Nach der Auffassung von Zuther und Hertsch (2004) sind Gelenkanästhesien zwar durchaus hilfreich, aber unspezifisch und daher nicht sinnvoll. Nach Rijkenhuizen (2001) werden bei der Anästhesie des Hufgelenkes auch das Strahlbein und die dorsalen Anteile der Bursa podotrochlearis anästhesiert.

Nach Untersuchungen von Rupp (1993) und Höppner (1993) stellt die intraartikuläre Druckmessung im Hufgelenk bei Drücken über 40mmHg eine risikoärmere und sehr aussagekräftige Alternative zur Hufgelenkanästhesie dar. Sie birgt außerdem den Vorteil, dass die Behandlung des Gelenkes im selben Arbeitsschritt erfolgen kann und eine erneute Punktion des Gelenkes unnötig wird.

Pauritsch et al. (1998) empfehlen die Kombination von Druckmessung und Anästhesie für eine sichere Diagnose.

Im Verlauf der vorliegenden Studie kam es nicht zu unerwünschten Nebenwirkungen oder Komplikationen nach der Gelenkanästhesie oder der Punktion zur Behandlung.

5.2 Ergebnisse

5.2.1 Vergleichbarkeit der Gruppen

Hinsichtlich der Alterstruktur der Patienten, der Nutzung, der Röntgenklasse und des Lahmheitsgrades zu Beginn der Therapie gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen, der eine Vergleichbarkeit in Frage stellen würde.

5.2.2 Lahmheitsgrad nach sechs Monaten

Nach sechs Monaten zeigten die Pferde der Gruppe 2 (IRAP) mit 88.9% lahmfreien Pferden einen signifikant größeren Behandlungserfolg als die Pferde der Gruppe 1 (Hylartil/Celestovet) mit 63%.

5.2.3 Gesamterfolg

In unserem Versuch wurde mit durchschnittlich 3,1 Injektionen ein Behandlungserfolg von insgesamt 75,95% erzielt, woran die Gruppe 1 mit 63% nach durchschnittlich 2,8 Injektionen und die Gruppe 2 mit 88,9% nach durchschnittlich 3,3 Injektionen beteiligt waren.

5.2.4 Behandlungserfolg in der Gruppe 1

Der Behandlungserfolg der Gruppe 1 lag bei durchschnittlich 2,8 Injektionen nach sechs Monaten bei 63%.

Rupp erzielte 1993 in seinem Versuch an 60 Pferden bei reiner Hyaluronsäure-Behandlung mit durchschnittlich 1,4 Injektionen bei 64,2% der Probanden eine Lahmfreiheit.

Er erzielte also ein ähnliches Ergebnis wie wir, allerdings ohne den Einsatz von Glukokortikoiden.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Studie von Na Songkla (1997), die ebenfalls keinen signifikanten Unterschied im Behandlungserfolg von Pferden die ausschließlich mit Na-Hyaluronat und Pferden die mit Na-Hyaluronat und Celestovet® behandelt wurden, ausmachen konnte.

Diese Erfahrung machte auch Hertsch (2007). Er setzt daher seit etwa 20 Jahren keine Glukokortikoide zur intraartikulären Therapie ein.

Auffällig ist, dass Rupp (1993) mit durchschnittlich 1,4 Injektionen auskam, während in unserem Versuch in der Gruppe 1 durchschnittlich 2,8 Injektionen nötig waren um eine Lahmfreiheit zu erzielen. Worauf dieser Unterschied zurückzuführen ist bleibt unklar, möglicherweise hängt er jedoch auch mit unterschiedlichen Beobachtungszeiträumen zusammen. Während Rupp die letzte Kontrolle nach 14 Wochen durchführte, fand sie im vorliegenden Feldversuch nach sechs Monaten statt.

5.2.5 Behandlungserfolg in der Gruppe 2

Der Behandlungserfolg der Gruppe 2 lag bei durchschnittlich 3,3 Injektionen nach sechs Monaten bei 88,9% und war somit signifikant größer als bei der Gruppe 1.

5.3 Fazit

Nach den Ergebnissen unserer Untersuchungen kann die Hufgelenkbehandlung mit autologem konditioniertem Serum bei aseptischen Entzündungen des Hufgelenkes als probate und sinnvolle Alternative zur Behandlung mit Hyaluronsäure angesehen werden.

Die IRAP-Blutentnahme-Sets zur Herstellung des Konditionierten Serums sind recht teuer. Auch die durch die Beschaffung der zur Aufnahme der IRAP-Spritzen benötigten Zentrifuge und des Wärmeschrankes entstehenden Kosten sind nicht gering, und nicht zuletzt ist der Arbeitsaufwand im Zusammenhang mit der IRAP-Behandlung eines Patienten um ein vielfaches höher als zur Injektion von Hyaluronsäure. Man muß also abwägen zwischen dem Nachteil der höheren Behandlungskosten und dem nach unseren Ergebnissen potenziell höheren Behandlungserfolg. Es bedarf diesbezüglich eines ausführlichen Beratungsgespräches mit dem Patientenbesitzer.

Der Vergleich der Ergebnisse unserer Studie mit den Ergebnissen von Rupp (1993) und Na Songkhla (1997) legt nahe, dass der Einsatz von Glukokortikoiden zur intraartikulären Behandlung in der Kombination mit Hyaluronsäure unnötig und wegen der bekannten Nebenwirkungen daher auch abzulehnen ist.

5.4 Anmerkung

Alle Aussagen zur Signifikanz in dieser Studie haben statistisch nur eine eingeschränkte Validität, da das Kollektiv der untersuchten Pferde im Verhältnis zur Menge der verglichenen Merkmale klein ist. Diese Feldstudie soll vielmehr als Pilotstudie ohne Anspruch auf Allgemeingültigkeit gelten und vielleicht als Anreiz zu einer größer angelegten Anwendungsbeobachtung mit größerem Patientenkollektiv gelten.

6. Zusammenfassung

Vergleichende Betrachtung des Behandlungserfolges der intraartikulären kombinierten Behandlung mit Natriumhyaluronat und Betamethason mit der intraartikulären Behandlung mit autologem konditioniertem Serum (IL-1 Ra) bei Pferden mit positiver Hufgelenkanästhesie - Eine Anwendungsbeobachtung

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine Feldstudie, in der zwei Behandlungsformen der aseptischen Hufgelenkentzündung beim Pferd miteinander verglichen werden.

Es handelt sich zum einen um die Behandlung mit einer hochmolekularem Na-Hyaluronat/Corticosteroid-Kombination (Hylartil®/Celestovet®), zum anderen um die Behandlung mit autologem konditioniertem Serum (IRAP®).

Von 54 Pferden, bei denen die Lahmheitsursache im Hufgelenk lag, wurden 27 Pferde mit Hylartil® und Celestovet® (Gruppe I) und 27 Pferde mit IRAP® (Gruppe II) intraartikulär behandelt. Bei den Pferden der Gruppe I wurde nur die erste Behandlung mit Celestovet® vorgenommen, für die Folgeinjektionen wurde ausschließlich Hylartil® verwendet.

Außerdem wurde der Hufbeschlag wenn nötig den orthopädischen Erfordernissen angepasst und den Pferden wurde ein einheitliches Ruhe- bzw. Bewegungsprogramm verordnet.

Die Zuordnung der Pferde zu den Behandlungsgruppen erfolgte anhand der Besitzerentscheidung. Dabei zeigten die Pferde beider Gruppen keine signifikanten Un-

terschiede hinsichtlich der entscheidenden Merkmale Alter, Nutzung und Röntgenklasse.

Alle Pferde wurden nach einem einheitlichen Protokoll untersucht, behandelt und nachkontrolliert.

Der Beobachtungszeitraum betrug 6 Monate vom Behandlungsbeginn bis zur letzten Nachkontrolle.

Unerwünschte Nebenwirkungen traten in keiner der beiden Gruppen auf.

Nach 6 Monaten lag der Behandlungserfolg bei den Pferden der Gruppe I bei 63,0% nach durchschnittlich 2,8 Injektionen und der Behandlungserfolg bei den Pferden der Gruppe II lag bei 88,9% nach durchschnittlich 3,3 Injektionen.

Damit liegt ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Behandlungserfolges zwischen beiden Behandlungsformen vor.

Die Behandlung mit autologem konditioniertem Serum wird nach den Ergebnissen unserer Studie als sinnvolle Alternative zur Hufgelenkbehandlung mit Hyaluronsäure angesehen.

7. Summary

Ulrike Jöstingmeier

Comparison of the Success of intra-articular treatment with Sodium Hyaluronate and Corticosteroids vs. Autologous Conditioned Serum in horses with positive anaesthesia of the coffin joint

In this clinical Study two treatment protocols for intra-articular medical therapy of aseptic arthritis of the coffin joint in horses were compared. A group of 54 lame horses which had been diagnosed with coffin joint pain based on positive anaesthesia of the joint were selected. They were divided into two equal groups of 27 horses.

One group was treated with sodium hyaluronate and Betamethasone (Group 1), and the second group was treated with autologous conditioned serum (Group 2).

In Group 1 sodium hyaluronate was combined with Betamethasone only for the first intraarticular injection. Subsequent injections for this group consisted of sodium hyaluronate alone.

The assignment of the horses to the two individual groups was based on owner preference. There was no significant difference in horse age, horse activity, or radiographic classification between the two groups. Neither group had any adverse reactions to the treatment.

If deemed necessary, the horses were shod with orthopaedic shoes, and all horses were put in a uniform training program.

All the horses were examined, treated and re-evaluated following the same protocol.

Summary

The observational period for the study was six month after the first injection.

There was a statistically significant difference in the treatment outcomes between the two groups.

Group 1 had a 63% success rate with an average of 2,8 treatments. Group 2 had a 88,9% success rate with an average of 3,3 treatments.

8. Schrifttumsverzeichnis

ADAMS, O.R. (1974)

Lameness in horses, 3. Aufl.
Verlag Lea & Febiger, Philadelphia

AMIEL, D., ABEL, M.F., KLEINER, J.B., LIEBER, R.L. UND AKESON, W.H., (1986)

Synovial fluid nutrient delivery in the diarthrodial joint: An Analysis of
rabbit knee ligaments
J. Orthop. Res. 4, 90-95

ARZNEITELEGRAMM

Fakten und Vergleiche für die rationale Therapie
a-t 2001; 32:34

ASHEIM, A. (1976)

Intra-articular treatment of arthritis in racehorses with sodium-
hyaluronate
Acta Vet. Scand. 17:379

AXELROD, L. (1993)

Glucocorticoids
In: Harris, E.D., Kelley, W.N., Ruddy, S., Sledge, C.B.:
Textbook of Rheumatology
Verlag Saunders, Philadelphia, 4. Aufl., 779-796

BALAZS, E.A., UND DENLINGER, J.L. (1985)

Sodium hyaluronate and joint function
J. Equine Vet. Sci. 5,217-228

BECKER, C., HEIDERSDORF, S., DREWLO, S., ZIRKE, S., DE RODRIGUEZ, KRÄMER, J., UND WILLBURGER, R.(2005)

Wirksamkeit von Autologem Orthokin® conditionierten Serum im Vergleich zu Triamcinolon bei der epidural-perineuralen Injektionsbehandlung von lumbalen Nervenwurzelkompressionssyndromen
Poster beim
Meeting der Vereinigung Norddeutscher Orthopäden in Hamburg vom 16.-18. Juni 2005
Abstract: <http://www.egms.de/de/meetings/nov2005/05nov094.shtml>

BOENING, K.J. (1980)

Komplikationen bei diagnostischen und chirurgischen Eingriffen am Hufgelenk des Pferdes.
Prakt. Tierarzt, 61, 155-160

BOLBOL, A.E. (1983)

Normale Synovialflüssigkeit beim Pferd
In: P.F. Knezevic (Hrsg.): Orthopädie bei Huf- und Klautieren Bd.8
Verlag Schlüter, Hannover, 271-279

BOUWKER, R.M., ROCKERSHOUSER, S.J., LINDER, K., VEX, K.B., SONEA, I.M., UND CARON, J.P. (1994)

A Silver-impregnation and immunocytochemical study of the innervation of the distal sesamoid bone and its suspensory ligaments in the horse
Equine Vet. J. 26; 212-219

BRAMA, P.A.J., TEKOPPELE, J.M., BEEKMANN, B., VAN WEEREN, P.R., UND BARNEVELD, A. (1998)

Matrix metalloproteinase(MMP) activity in equine synovial fluid: influence of age, osteoarthritis and osteochondrosis
Ann. Rheum. Dis. 57, 697-699

BRENNAN, J.J., AHERNE, F.X., UND NAKANO, T. (1987)

Effects of glycosaminoglycan polysulfate treatment on soundness, hyaluronic acid content of synovial fluid and proteoglycan aggregate in articular cartilage of lame boars.

Can J. Vet. Res. 51:394-398

BREUER, D., UND BECKER, M. (1984)

Diagnose und Therapie der Arthropathien des Pferdes

Collegium veterinarium XV

BUCKWALTER, J.A., UND MOW, D.C. (1992)

Cartilage repair in osteoarthritis

In: Moskowitz, R.W., D.S. Howell, V.M. Goldberg u. H.J. Mankin

Osteoarthritis. Diagnosis and medical/surgical management

W.B. Saunders, Philadelphia, 71-107

CARON, J.P., KANEENE, J.B., UND MILLER, R. (1996)

Results of a survey of equine practitioners on the use and perceived efficiency of polysulfated glycosaminoglycan

J. Am. Vet. Med. Assoc. 209, 1564-1568

CHUNEKAMRAI, S., KROOK, L.P., LUST, G., UND MAYLIN, G.A. (1989)

Changes in articular cartilage after intra-articular injections of methylprednisolone acetate in horses

Am. J. Vet. Res. 50: 1733-1741

CLEGG, P.D., COUGHLAN, A.R., RIGGS, C.M., UND CARTER, S.D. (1997)

Matrix Metalloproteinases 2 and 9 in equine synovial fluids

Equine Vet. J. 29, 343-348

CLEGG, P.D. (2007)

Taking the "ouch" out of painful joints

Horse and Hound April 2007: 86-87

COCHRAN, S. (1990)

The treatment of distal interphalangeal joint synovitis in sport horses
Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 36, 281-288

COLLES, C.M. (1984)

Navicular disease and its treatment
Vet. Ann. 24, 164-170

COLLES, C.M., UND HICKMAN, J. (1977)

Arterial supply of the navicular bone and its variations in navicular
disease
Equine Vet. J. 9:3, 150-154

DAMMER, H. (1986)

Röntgenologische Kontrastmitteluntersuchungen der Strahlbeine (Arteriographie und Arthrographie) bei Pferden mit und ohne Podotrochlose mit der „Fein-Focus“- Röntgentechnik
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

DÄMMRICH, K., UND BRASS, W. (1993)

Krankheiten der Gelenke
In: Schebitz, H., Brass, W., Wintzer, H.J. 2. Aufl., Allg. Chirurgie für
Tierärzte und Studierende- 2. Aufl.,
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 195-226

DÄMMRICH, K., SCHEBITZ, H., UND WINTZER, H.J. (1983)

Die Podotrochlose des Pferdes aus heutiger Sicht
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 96, 293-303

DECHANT, J.E., BAXTER, G.M., UND FRISBIE, D.D. (2003)

Effect of dosage titration of methylprednisolon acetate and triamcinolon
acetonide on interleukin-1-conditioned equine articular cartilage
explants in vitro
Equine Vet. J. 35: 444-450

DERKSEN, E.J. (1980)

Diagnostic local anaesthesia of the equine front limb
Equine pract. 2, 41-47

DIK, K.J., NEMETH, F., UND MERKENS, H.W. (1978)

Radiologisch-klinische Beschouwingen betreffende Podotrochlose
Tijdschr. Diergeneesk. 103, 788-797

DIEHL, M., UND CORDEY, J. (1983)

Knochendensitometrie am Strahlbein
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 96, 305-307

DIETZ, O., UND WIESNER, E. (1984)

Handbuch der Pferdekrankheiten für Wissenschaft und Praxis
Verlag Karger, Basel, München

DINARELLO, C.A., UND THOMPSON, R.C. (1984)

Interleukin-1.
Rev. Infect. Dis; 6: 51-95

DOLLAR, O`CONNOR (1952)

In T.S. Stashak: Adam`s Lahmheiten bei Pferden, 4. Aufl.
Verlag M&H Schaper, Alfeld-Hannover, 100

DOS REIS, A.C.F. (1989)

Licht und elektronenmikroskopische Untersuchungen im Bereich der
Synovialis des Hufgelenkes und der Canales sesamoidales des Strahl-
beines beim Pferd
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

**DOYLE, A.J., STEWARD, A.A., CONSTABLE, P.D., EURELL, J.A.C., FREEMAN, D.E., UND
GRIFFON, D.J. (2005)**

Effects of sodium hyaluronate and methylprednisolone acetate on
proteoglycan synthesis in equine articular cartilage explants
Am. J. Vet. Res. 2005 Jan;66(1):48-53

DROMMER, W., DOS REIS, A.C.F., HERTSCH, B., UND DAMSCH, S. (1992)

Licht- und elektronenmikroskopische Befunde an den Canales sesamoidales des Strahlbeines bei der Podotrochlose des Pferdes
Pferdeheilkunde 8. 15-21A

DYSON, S.J. (1984)

Synovial fluid and equine joint disease
Equine Vet. J. 79-80

DYSON, S. J. (1986)

Diagnostic techniques in the investigation of shoulder lameness
Equine Vet. J. 18, 25-28

DYSON, S. J. (1991)

Lameness due to pain associated with the distal interphalangeal joint:
45 cases
Equine Vet. J. 23:2, 128-135

DYSON, S.J. (1993)

Forelimb lameness: An Approach to Diagnosis
Equine Pract., 15, 161-185

DYSON, S.J., UND KIDD, L. (1993)

A comparison of responses to analgesia of the navicular bursa and
Intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint cavity of the
Horse
J. Am. Vet. Med. Assoc. 154 (4): 410-412

DYSON, S.J., UND MARKS, D.

Footpain and the elusive diagnosis
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. , Aug. 19(2): 531-565

EISENMENGER, E. (1974)

Gelenkpunktionen für Diagnostik und Therapie
Tierärztl. Praxis, 401-407

FACKELMANN, G.E., UND NUNAMAKER, D.M. (1982)

Manual of internal fixation in the horse
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York

FLAIG, J., UND HERTSCH, B. (1992)

Zur Differenzierung von Huf- und Krongelenkschale beim Pferd unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenologischen Befunde
Pferdeheilkunde 8:2, 63-76

FREY, H.H., UND LÖSCHER, W. (1996)

Analgetika
In: H.H. Frey und W. Löscher: Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 184-203

FRICKER, C.H., RIEK, W., UND HUGELSHOFER, J. (1982)

Verschluss der Digitalarterien beim Pferd
Tierärztl. Praxis 10, 81-90

FRISBIE, D.D. (2005)

Future directions in treatment of joint disease in horses.
Vet. Clin. North Am. Pract. 21: 713-724

FRISBIE, D.D., KAWCAK, C.E., BAXTER, G.M., ET AL. (1998)

Effects of 6 α -methylprednisolone acetate on an equine osteochondral fragment exercise model
Am. J. Vet. Res. 1998, 59:1619-1628

FRISBIE, D.D., KAWCAK, C.E., TROTTER, G.W., ET AL. (1997)

Effects of triamcinilone acetonide on an in vivo equine osteochondral fragment exercise model
Equine Vet. J. 1997, 29; 349-359

FRISBIE, D.D., KAWCAK, C.E., WERP, N.M., PARK, R.D., UND MCILWRAITH, C.W. (2007)

Clinical, biochemical and histologic effects of intra-articular administration of autologous conditioned serum in horses with experimentally induced osteoarthritis
Am. J. Vet. Res., 68, 3 290-296

GERBER, H. (1980)

Einsatz von Kortikosteroiden in der Orthopädie des Pferdes und bei anderen Anwendungsgebieten
Wien. Tierärztl. Monatsschr. 67, 5 154-159

GERHARDS, H., HERTSCH, B.W., JAHN, W., UND VON LADERN, P. (2002)

Zweite Röntgenkommission der Gesellschaft für Pferdemedizin
http://www.bundestieraerztekammer.de/datei.htm?filename=roelf_07.pdf&themen_id=5184

GIBSON, K.T., UND STASHAK, T.S. (1990)

Treatment strategies for navicular syndrome
Vet. Medicine, 178

GIBSON, K.T., UND STASHAK, T.S. (1990)

Steps in diagnosing navicular disease
Vet. Medicine, 168-176

GOUGH, M. (1998)

Diagnosis of palmar foot pain in the equine forelimb
In pract., 358-366

GOUGH, M.R., MAYHEW, I.G., UND MUNROE, G.H. (2002)

Diffusion of mepivacain between adjectant synovial structures in the horse

Part 1: forelimb foot and carpus

Equine Vet. J. 34, 80-84

GRANT, B.D. (1996)

Rest, Exercise and physical treatment therapy programs

In: C.W. McIlwraith u. G.W. Trotter. Joint disease in the horse

W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, 217-223

HAACK, D., HERTSCH, B., UND BAEZ, C. (1988)

Zystoide Defekte im Hufbein des Pferdes

Pferdeheilkunde, 4:4, 143-153

HANNAH, H., GOSH, P. BELLENGER, C., UND TAYLOR, T. (1987)

Systemic administration of Glycosaminoglycan polysulfat (Arteparon®) provides partial protection of articular cartilage from damage produced by meniscectomy in the canine.

J. Orthop. Res. 5: 47-59

HEAVNER, J.E. (1981)

Lokal anaesthetics

Vet. Clin. North Am. Large Anim. Prat.3:1, 209-221

HENDERSON, B., UND PETTIPHER, E.R. (1985)

The synovial lining cell: Biology and Pathobiology

Semin. Arthritis Rheum. 15 1-32

HERTSCH, B. (1983)

Die Röntgenologische Diagnose der Podotrochlose

In: Knezevic, P.F.:

Orthopädie bei Huf- und Klautentieren

Verlag Schlüter, Hannover 12-17

HERTSCH, B. (1983A)

Labordiagnostik bei der Lahmheitsuntersuchung
Prakt. Tierarzt 65, Colleg. Vet. 123-125

HERTSCH, B. (1987)

Die klinische Lahmheitsuntersuchung
In: Kongress über Pferdechirurgie und Pferdesportmedizin, Genf, 1-15

HERTSCH, B. (1990)

Der orthopädische Beschlag bei der chron. Strahlbein- und Hufrollenerkrankung des Pferdes
Collegium veterinarium XXI

HERTSCH, B. (1992)

Technik und Ergebnisse der Sequestrotomie im Hufgelenk des Pferdes
12. Tagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten der DVG in Wiesbaden
1992

HERTSCH, B. (2007)

Indikationen und Kontraindikationen der Neurektomie einschließlich des Stripping beim Pferd
Congrès de médecine et de chirurgie équine, Genève 2007

HERTSCH, B., UND HAACK, D. (1987)

Zur konservativen Behandlung der Saggital- und Astfraktur des Hufbeins des Pferdes
Wien. Tierärztl. Monatsschr. 74, 86-93

HERTSCH, B., UND HARTMANN, S. (1996)

Die Gelenkdruckmessung beim Pferd als diagnostische Maßnahme bei der Lahmheitsuntersuchung
Collegium veterinarium XXVI, 64-66

HERTSCH, B., UND KÖNIGSMANN, D. (1993)

Die Saggitalfrakturen des Strahlbeines beim Pferd-
Ein Beitrag zur Diagnose und Therapie
Pferdeheilkunde 9, 3-13

HERTSCH, B., UND STEFFEN, D. (1986)

Röntgenologische und vergleichende patho-morphologische Untersu-
chung an Strahlbeinen unter besonderer Berücksichtigung der Canales
sesamoidales- Ein Beitrag zur Diagnose Podotrochlose
Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 93, 353-359

HERTSCH, B., UND TORRES, E. (1989)

Zur Art und Häufigkeit von Komplikationen nach diagnostischen
Anästhesien beim Pferd
Pferdeheilkunde, 5, 135-140

HERTSCH, B., WISSDORF, H., UND ZELLER, R. (1982)

Die sogenannten „Gefäßlöcher“ des Strahlbeines und ihre Beziehung
zum Hufgelenk –
Ein Beitrag zur Pathogenese der Hufrollenerkrankung
Tierärztl. Praxis 10, 365-379

HERTSCH, B., UND ZELLER, R. (1976)

Röntgenologische Veränderungen am Strahlbein und ihre Beurteilung
Prakt. Tierarzt 58, Colleg. Vet., 14-19

**HERTZBERGER-TEN, C.R., DE VRIESS-VAN DER VLUGT, B.C.M.,
SUIJLEKOM-SMIT, L.W.A., UND VAN CATS, A. (1991)**

Intra-articular-steroids in pausiarthritic juvenile chronic arthritis type 1
Eur. J. Pediatr. 150, 170-172

HICKMAN, J. (1976)

The treatment of some fractures of the forelimb in the horse
Equine Vet. J. 8, 30

HÖPPNER, S. (1993)

Vergleichende klinische Studie über die Hufgelenkanästhesie und über die Druckmessung im Hufgelenk als diagnostische Kriterien bei der Differenzierung des Podotrochlosesyndroms beim Pferd
Hannover, Tierärztl. Hochsch. Diss

HU, H.H., MACALLISTER, C.G., PAYTON, M.E., UND ERKERT, R.S. (2005)

Evaluation of the analgesic effects of phenylbutazone administered at a high or low dosage in horses with chronic lameness
J. Am. Vet. Med. Assoc. Vol. 226, 414-417

HUPERTZ, H.J., TSCHAMMLER, A.E., HORWITZ, K., UND SCHWAB, O. (1995)

Intra-articular corticosteroids for chronic arthritis in children: Efficacy and effects on cartilage and growth.
J. Pediatr. 27, 317-321

HUSKAMP, B., UND NOWAK, M. (1988)

Insertionsdesmopathien beim Pferd und einige ihrer Lokalisationen
Pferdeheilkunde 4:1, 3-12

KASER-HOTZ, B., UND UELTSCHI, G. (1992)

Radiographic appearance of the navicular bone in sound horses
Vet. Radiol. Ultrasound 33:1, 9-17

KELLER, H. (1978)

Lahmheitsdiagnostik beim Pferd
Tierärztl. Praxis, 4, 349-358, 485-491

KENDALL, P.H. (1967)

Triamcinolonhexaacetone. A new corticosteroid for intra-articular therapy
Ann. Phys. Med. 9 55-58

KNOX, P., LEVICK, J.R., UND McDONALD, J.N. (1988)

Synovial fluid. Its mass, macromolecular content and pressure in major limbs of the rabbit
 Q. J. Exp. Physiol. 73, 33-46

KOOLMAN, J., UND RÖHM, K.H. (1998)

Taschenatlas der Biochemie
 Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York

LANGFELDT, N. (1986)

Statistische Untersuchungen zum Problembereich der Podotrochlose
 Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss

LAURENT, T.C., UND FRASER, J.R.E. (1992)

Hyaluronan
 FASEB J., 6, 2397-2401

MAROUDAS, A. 1980

Metabolism of cartilaginous tissues:
 A quantitative approach
 In: Maroudas, A. u. E.J. Holborow
 Studies in Joint disease, vol. I
 Pitman medical, Turnbridge Wells, 59-86

MAROUDAS, A., PALLA, G., UND GILAV, E. (1992)

Racemization of aspartic acid in human cartilage
 Connect. Tissue Res. 28,161-169

MAZANEC, D.J. (1995)

Pharmacology of corticosteroids in synovial joints.
 Physical medicine and Rehabilitation clinics of North America. 4,
 815-821

McILLWRAITH, C.W. (1989)

Erkrankungen der Gelenke, Sehnen, Bänder sowie ihrer
Hilfseinrichtungen.

In: T.S. Stashak: Adam`s Lahmheit bei Pferden, 4. Aufl.

Verlag M.&H. Schaper, Hannover, 339-485

McILLWRAITH (1989B)

Intraarticular Medication for traumatic Joint problems: Do we
understand the choices?

The compendium Equine, 1287-1290

McILLWRAITH, C.W. (1992)

The usefulness and side effects of intra-articular corticosteroids- what
do we know?

Proc. 38th annu. Conv. Am. Assoc. Eq. Pract. 21-30

McILLWRAITH, C.W. (1998)

Intra-articular medication- current research

8th Ann. ACVS Symposium, Chicago, 106-111

McILLWRAITH, C.W. (1996)

General pathobiology of the joint and response to injury

In: McIlwraith, C.W. u. G.W. Trotter

Joint disease in the horse

Saunders, Philadelphia, 40-70

McILLWRAITH, C.W., UND GOODMAN, N.L. (1989)

Conditions of the interphalangeal joints

Equine pract., 5:1, 161ff.

McILLWRAITH, C.W., UND VACHON, A. (1988)

Review of pathogenesis and treatment of degenerative joint disease.

Equine Vet. J., Suppl. 6, 3-11

MEAGHER, D.M. (1979)

The effects of intraarticular corticosteroids and continued training on carpal-chip fractures of horses
Proc. 25th Annu Conv. Am. Assoc. Equine Prat. 1979, 16: 405-412

MEIER, H., REINECKE, J., BECKER, C., THOLEN, G., UND WEHLING, P. (2003)

The Production of antiinflammatory cytokines in whole blood by physico-chemical induction
Inflamm. Res. 52 (2003) 001-04

MORGAN, J.P. (1972)

Radiology in veterinary orthopedics
Lea & Febiger, Philadelphia

MOSER, C., BALTZER, A., UND KRAUSPE, R. (2006)

Autologous Conditiones Serum (ACS) compared to Hyaluronan- and Saline-Injections for the treatment of knee-osteoarthritis:
A prospective, randomized, double-blind (masked-observer), saline-controlled, parallel-design trial
Poster beim CRS- Controlled release Society Meeting in Wien (22.7-26.7.2006)

MOSER, C., BALTZER, A., REINECKE, J., UND WEHLING, P. (2005)

Die Rolle der Zytokine bei Knorpeldefekten und in der Knorpeltherapie
Interleukin-1 und TNF- α : Schlüsselfaktoren der Knorpeldestruktion
Arthroskopie 2005. 18:181-185

MURPHY, D.J., TODHUNTER, R.J., FUBINI, S.L., UND LUST, G. (1996)

Dose-dependent effects of corticosteroid on normal and cytokine-challenged equine articular cartilage
AAEP-Proceedings 42, 126-129

NEMETH, F. (1971)

Arteriosclerose en filariasis als mogelijke oorzaak van sesamoiditis en podotrochleitis bij het paard
Neth. J. Vet. Sci. 21, 1448-1454

MYERS, S.L. (1989)

Suppression of hyaluronic acid synthesis in synovial cultures by corticosteroid suspensions
Arthritis Rheum. 28, 1275-1282

NICKEL, R., SCHUMMER, A., WILLE, K.H., UND WILKENS, H. (1992)

Zehengelenke des Pferdes
In: R. Nickel, A. Schummer, E. Seiferle, J. Frehwein, K.H. Wille:
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd.1 Bewegungsapparat
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 252-256

NISHIKAWA, H. MORI, I., UND UMEMOTO, J. (1988)

Glycosaminoglycan polysulfate-induced stimulation of hyaluronic acid synthesis in rabbit-knee synovial membrane: Involvement of binding protein and calcium ion.
Arch. Biochem. Biophys. 266:201-209

NIZOLEK, D.J.H., UND WHITE, K.K. (1980)

Corticosteroid and Hyaluronic Acid treatments in equine degenerative joint-desease A review
Cornell Vet. 355-375

NOWAK, M., HUSKAMP, B. STADTBÄUMER, G., UND TIETJE, D. (1992)

Kritische Anmerkungen zu einigen diagnostischen und therapeutischen Verfahren bei der Podotrochlose
In: 12. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten der DVG,
Wiesbaden 1992, 219-230

NYROP, K.A., COFFMAN, J., DE BOWES, R.M., UND BOOTH, L. (1985)

The role of diagnostic nerve blocks in the equine lameness evaluation
Comp. Cont. Ed. 5:12, 669-676

O`BRIEN, T.R. (1973)

Radiology of the equine stifle
Proc. Am. Assoc. Equine Pract., 245-264

OSTBLOM, L., LUND, C., UND MELSON, F. (1982)

Histological study of navicular disease
Equine Vet. J. 14:3, 199-202

OXSPRING, G.E. (1935)

The radiology of navicular disease, with observations of its pathology
Vet. Rec. 15, 1433-1477

**PARTSCH, G., SCHWARZER, C., NEUMÜLLER, J., DUNKY, A., PETERA, P., BRÖLL, H.,
ITTNER, G., UND JANTSCH, S. (1989)**

Modulation of the migration and chemotaxis of PMN cells by hyaluronic
acid
Z. Rheumatol. 48, 123-128

PALMER, J.L., UND BERTONE, A.L. (1994)

Review article: Joint structure, biochemistry and biochemical
disequilibrium in synovitis and equine joint disease
Equine Vet. J. 26, 263-277

PALMER, J.L., UND BERTONE, A.L. (1996)

Joint Biomechanics in the pathogenesis of traumatic arthritis
In: McIlwraith, C.W. u. G.W. Trotter
Joint disease in the horse
Saunders, Philadelphia, 104-119

PAURITSCH, K., WACHHOLZ, M., REIFENRATH, H., STADLER, P., UND BALLAT, C. (1998)

Eine alternative Meßmethode des Hufgelenkdruckes im Rahmen der Lahmheitsdiagnostik beim Pferd

15. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten der DVG am 19./20. März in Wiesbaden

PERIN, J.P., BONNET, F., THURIEAU, C., UND JOLLES, P. (1987)

Link protein interactions with hyaluronate and proteoglycans.

Characterization of two distinct domains in bovine cartilage link proteins

J. Biol. Chem. 262, 13269-13272

PERSSON, L. (1971)

On the Synovia in horses

Acta Vet. Scand. (Suppl.), 35:1

POOL, R. R. (1995)

Joint disease in the athletic horse: a review of pathologic findings and pathogenesis

AAEP Proc. 41, 20-34

POOL, R.R. (1989)

Pathophysiology of navicular syndrome

Equine Pract. 5 (1)

PREUSS, F., UND WÜNSCHE, A. (1974)

Über einige neue Kapselkörper an den Schweinezehen und andere Gleitdruckstrukturen bei verschiedenen Species, zugleich ein Beitrag zur Sesambeinfrage und zur Interosseusfrage

Fortschr. Vet. Med. 21, 25-33

RADIN, E.L., UND ROSE, R.M. (1986)

Role of subchondral bone in the initiation and progression of cartilage damage

Clin. Orthop.. 213, 34-40

RAKER, C.W., BAKER, R., UND WHEAT, J.D. (1966):

Pathophysiology of equine degenerative joint disease and lameness
Proc. 12th Ann. Conv. AAEP, 229-241

REID, C.F. (1980)

Radiography and the purchase examination in the horse
Vet. Clin. NA: Large Anim. Pract., 1, 151-202

REINECKE, J., UND MOSER, C. (2006):

Production of antiinflammatory therapeutic proteins in whole blood by
surface contact induction. Status of clinical trials with autologous
conditioned serum (ACS)

RICHARDSON, D.W. (1991)

Treatment of degenerative joint disease
Equine Vet. Science 11:4, 210-212

RIJKENHUIZEN, A.B.M. (1985)

Komplikationen bei diagnostischer Anästhesie am Hufgelenk des Pferdes
In: 9. Arbeitstagung der Fachgruppe „Pferdekrankheiten“ Münster/
Westfalen, 29.Mai bis 01.Juni 1985, 172-177

RIJKENHUIZEN, A.B.M. (2001)

Die diagnostischen Anästhesien an den Vordergliedmaßen des Pferdes
Pferdeheilkunde 17, 4, 330-338

RÖCKEN, B., DEPPE, R., UND FRITSCH, R. (1990)

Indikationen zur Arthroskopie beim Pferd
Prakt. Tierarzt, 71, 21-57

RONEUS, B., LINDNLAT, A., UND LINDHOLM, A. (1993)

Effects of intraarticular corticosteroid and sodium hyaluronat injections on synovial fluid content of sodium-hyaluronate and proteoglycans in normal equine joints

Journal of Veterinary Medicine. Series A. 40:10-16

ROONEY, J.R. (1976)

Osteochondrosis in the horse

Mod. Vet. Pract. 56, 41-43, 113-116

RUPP, A. (1993)

Erfolgskontrolle der intraartikulären Natriumhyaluronatbehandlung bei Pferden mit positiver Tiefer Palmarnerven-anästhesie anhand der Hufgelenksdruckmessung mit dem Stryker-intra-Compartmental-Pressure-Monitor-System

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

RYDALL, N.W., BUTLER, J., UND BALAZS, E.A. (1970)

Hyaluronic acid in synovial fluid: VI Effect of intraartucular injection of hyaluronic acis on clinical symptoms on arthritis in track horses

Acta vet. Scand. 11:139-155

SABER, A.S., UND BOLBOL, A.E. 1987

The joint capsule of the distal interphalangeal joint in equidae on anatomical-surgical study

J. Egypt. Vet. Med. Assoc. 47, 555-561

SANDER, T. (1990)

Synoviauntersuchungen- im Besonderen die Bestimmung der Hyaluronsäure bei an corpora libera im Talocruralgelenk erkrankten und arthroskopisch behandelten Pferden

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss

SATO, H., TAKAHASHI, T., IDE, H., FUKUSHIMA, T., TABATA, K., SEKINE, F., KIBAYASHI, K., NEGISHI, M., UND NIWA, Y. (1988)

Antioxidant activity of synovial fluid, hyaluronic acid and two
Subcomponents of hyaluronic acid
Arthritis Rheum. 31, 63-71

SCHÖTT, E. (1989)

Direkte Druckmessungen im Hufgelenk bei Pferden: Ein Beitrag zur Pa-
thogenese und Therapie von Strahlbein und Hufgelenkserkrankungen
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss

SCHRAMME, M.C., BOSWELL, C., HAMHOUGIAS, K., TOULSON, K., UND VIITANEN, M. (2002)

An in vitro study to compare 5 different techniques for injection of the
navicular bursa in the horse
Equine Vet. J. 32, 263-267

SCHRÖDER, B. (1985)

Zur Differentialdiagnostischen Bedeutung von Beuge-, Keil- und Brett-
probe bei der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

SCHUMACHER, J., STEIGER, R., DE GRAVES F., SCHRAMME, M., UND COKER, M. (2000)

Effects of analgesia of the distal interphalangeal joint or palmar digital
nerves on lameness caused by solar pain in horses
Vet. Surg. 29, 54-58

SCHWENZER, K., UND GERHARDS, H. (1999)

Intaartikuläre und intravenöse Anwendung von Natrium-Hyaluronat bei
Pferden mit chronischen Gelenkerkrankungen
Pferdeheilkunde 15,3, 221-232

SCOTT, E.A., MCDOLE, M., UND SHIRES, M.H. (1979)

A review of third phalanx fractures in the horse: 65 cases

J. Am. Vet. Med. Assoc. 174:12, 1337-1343

SEE, Y. (1989)

Intrasynovial corticosteroid injections in juvenile chronic arthritis- a review

Annals Academy of medicine, 1, 105-111

SHORT, C.R., UND BEADLE, R.E. (1978)

Pharmacology of anti-arthritic drugs

Vet. Clin. North. Am., Animal Pract. 8, 401

SILBERSIEPE, E., BERGE, E., UND MÜLLER, H. (1986)

Lehrbuch der speziellen Chirurgie

Verlag Enke, Stuttgart, 464-476

SIMKIN, P.A. (1979)

Synovial physiology

In: D.J. McCarty: Arthritis and Allied conditions

Lea & Febiger, Philadelphia, 167-178

SMITH, M.M., UND GOSH, P. (1987)

The effects of some polysulfated polysaccharides on hyaluronate

synthesis by human synovial fibroblast. Recent advances in connective tissue research

Agents Actions 518:55-62

SMITH, T.J. (1988)

Glucocorticoid regulation of glycosaminoglycan synthesis in cultured human skin fibroblasts

Metabolism 37, 179-184

SONGKHLA, NA.V. (1997)

Langzeitergebnisse der intraartikulären Behandlung von Huf- und Fesselgelenkerkrankungen mit Hylartil® oder Hlyartil®/Celestovet®
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss

STASHAK, T.S. (1989)

Lahmheiten
In: T.S. Stashak: Adams` Lahmheit bei Pferden, 4. Aufl.
Verlag M.&H. Schaper, Hannover, 486-785

STASHAK, T.S. (1989B)

Hufkorrektur und orthopädischer Beschlag
In: T.S. Stashak: Adams` Lahmheiten bei Pferden. 4. Aufl.
Verlag Schaper, Hannover, 813-820

STERNBERG, E.M., UND WILDER, R.L. (1993)

Corticosteroids
In: McCarthy, D.J., Koopman, W.J.: Arthritis and allied conditions,
12. Aufl., Verlag Lea & Febiger, Philadelphia, 665-682

STROOP, R., VAN DER KRAAN, P.M., BUMA, P., HOLLANDER, A.P., BILLINGHURST, R.C., POOLE, A.R., UND VAN DEN BERG, W.B. (1999)

Type II collagen degradation in spontaneous osteoarthritis in C57Bl/6
And BALB/c mice
Arthritis Rheum. 42,2381-2389

TERBERGER, M. (1988)

Die Differentialdiagnostische Abgrenzung der Erkrankungen des Processus extensorius des Hufbeins beim Pferd
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss

TODHUNTER, R.J. (1996)

Anatomy and Physiology of synovial joints

In: McIlwraith, C.W. u. G.W. Trotter

Joint disease in the horse

W.B. Saunders, Philadelphia, 1-28

TODHUNTER, R.J., FUBINI, S.L., UND WOOTTON, J.A. (1998)

Effect of methylprednisolone acetate on proteoglycan and collagen metabolism of articular cartilage explants

J. Rheumatol. 23: 1207-1213

TODHUNTER, R.J., WOOTTON, J.A., LUST, G., UND MINOR, R.R. (1994)

Structure of equine Type I and Type II collagens

Am. J. Vet. Res. 55, 425-431

TROTTER, G.W. (1996)

Intra-articular corticosteroids

In: C.W. McIlwraith u. G.W. Trotter: Joint disease in the horse

W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, 237-256

TROTTER, G.W., YOVICH, J.V., MCLWRAITH, C.W., UND NORRDIN, R.W. (1989)

Effect of intramuscular polysulfated glycosaminoglycan on chemical and physical defects in equine articular cartilage.

Can. J. Vet. Res. 53:224-230

TULAMO, R.M. (1991)

Comparison of high-liquid chromatography with a radiometric assay for determination of the effect of intraarticular administration of corticosteroids and saline solution on synovial hyaluronate concentration in horses

Am. J. Vet. Res. 52, 1940-1944

TULAMO, R.M., SAARI, H., UND SORSA, T. (1991)

Detection of proteoglycans in equine synovial fluid
Nord. Symp. 12, 50-55

TURNER, T.A., UND ANDERSON, B. (1996)

Lameness of the distal interphalangeal joint
Vet. Clin. North Am. Equine Pract., 18:4, 15-19

TURNER, T.A., UND FESSLER, J.F. (1982)

The anatomic, pathologic and radiographic aspects of navicular disease
Comp. cont. Educ. Pract. Vet. 4, 350-357

UELTSCHI, G. (1983)

Podotrochlose- Wert und Häufigkeit röntgenologisch nachweisbarer
Veränderungen am Strahlbein
Ber. Münch. Tierärztl. Wschr. 96:9, 308-310

UELTSCHI, G., UND ZELLER, R. (1982)

Erfahrungen mit verschiedenen Strahlbeinprojektionen
9. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten in Freiburg, 14-21
Gießen: DVG-Service

UNGEMACH, F.R. (1999)

Pharmaka zur Beeinflussung von Entzündungen
In: W. Löscher, F.R. Ungemach, R. Kroker: Pharmakotherapie bei
Haus- und Nutztieren
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 319-349

VAN DER WATERBERG, C.C., UND MORGAN, J.P. (1975)

Chip fractures as a radiologic finding in navicular disease of the horse
J. Am. Radiol. Soc. 16:206

VAN PELT, R.W. (1962)

Properties of equine synovial fluid

J. Am. Vet. Med. Assoc. 141, 1051-1061

VAN PELT, R.W. (1967)

Characteristics of normal equine tarsal synovial fluid

Can. J. Comp. Med. Vet. Sci. 31, 342-347

VAN PELT, R.W. (1974)

Interpretation of synovial fluid findings in the horse

J. Am. Vet. Med. Assoc., 165 :91

VAN WEEREN, P.R., UND BRAMA, P.A.J. (2001)

Physiology and Pathology of the Equine Joint

Pferdeheilkunde 17 (2001) 4, 307-318

VENNERHOLM, J. (1907)

Nervenschnitt, Neurotomie, Neurektomie

In: Spezielle Operationslehre des Pferdes für Tierärzte und Studierende, S. 570ff

Ferdinand Encke Verlag, Stuttgart

VERSCHOOTEN, F. (1989)

The importance of the lateromedial view for the radiographic diagnosis of navicular disease.

172-180

VERSCHOOTEN, F., UND DE MOOR, A. (1982)

Subchondral cystic and related lesions affecting the equine pedalbone and stifle

Equine Vet. J. 14:1, 47-54

VERSCHOOTEN, F., DE MOOR, A., UND PEREMANS, K. (1987)

Das Syndrom der Podotrochlose und sein röntgenologischer Aspekt
Wiener tierärztl. Monatsschr. 74, 36-46

VUCELIC, E., UND MAROLT, J. (1964)

Beitrag zur Kenntnis der aseptischen Podotrochlitis
Tierärztl. Umschau, 16, 294-299

WELLHÖHNER, (1988)

Allgemeine und systematische Pharmakologie und Toxikologie.
4. Auflage Berlin, Heidelberg, 126

WHEAT, J.D. (1955)

The use of hydrocortisone in the treatment of joint and tendon disorders
in large animals
J. Am. Vet. Med. Assoc. 127, 64

WHEAT, J.D., UND JONES, K. (1981)

Selected techniques of the regional anaesthesia
Symposium on equine anaesthesia
Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract. 3, 223-246

WINTZER, H.J. (1964)

Zur Podotrochlitis chronica aseptica des Pferdes
Verlag Schotanus und Jens, Utrecht; Rijksuniv. Habil.-Schr.

WINTZER, H.J. (1982)

Krankheiten des Hufes
In: H.J. Wintzer: Krankheiten des Pferdes
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 278-302

WISSDORF, H., OTTO, B., UND HERTSCH, B. (1998)

Schultergliedmaße- Hufbereich

In: H. Wissdorf, H. Gerhards, B. Huskamp:

Praxisorientierte Anatomie des Pferdes

Verlag M. und H. Schaper, Alfeld-Hannover, 287-295

WOLTER, H. (1980)

Palliative Behandlung der Knochen und Gelenkserkrankungen der Reit- und Rennpferde

Prakt. Tierarzt 62, Colleg. Vet., 21-2

WRIGHT, I.M. (1993)

A study of 118 cases of navicular disease: radiological features

Equine Vet. J. 25:6, 493-500

WRIGHT, I.M., KNIGHT, C., UND HUNNEYBALL, I. (1986)

The effect of side chain structure on the biochemical and therapeutic properties of intraarticular methasone 21-esters

Clin. Exp. Rheum. 4, 331-339

YOVICH J.V., TROTTER, G.W., MCLWRAITH, C.W., UND NORRDIN, R.W. (1987)

Effect of polysulfated Glycosaminoglycan on chemical and physical defects in equine articular cartilage

Am. J. Vet. Res. 48: 1407-1414

ZELLER, R. (1978)

Zur Lokalanästhesie bei der Lahmheitsuntersuchung

Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 91, 166-171

ZUTHER, M., UND HERTSCH, B. (2004)

Zur Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms mit Hilfe von Diagnostischen Anästhesien und der Druckmessung in Hufgelenk und Bursa podotrochlearis

Pferdeheilkunde 20, 6, 525-532

Danksagung

Ich widme diese Arbeit meinem Lebenspartner Matthias Meyer-Wilmes, er hat mich ermutigt und mir die Möglichkeit gegeben diese Arbeit zu schreiben.

Auch meinen Eltern widme ich diese Arbeit. Sie haben mich liebevoll geprägt und aus mir den Menschen gemacht, der ich heute bin.

Herrn Professor Dr. med. vet. Bodo W. Hertsch danke ich besonders für die Annahme des Themas und für die trotz der räumlichen Entfernung hervorragende Betreuung und Unterstützung der Arbeit.

Familie Befort aus Berlin danke ich von Herzen für Kost und Logis während meiner Berlin-Aufenthalte!

Tanja Fode danke ich herzlich für die Hilfe beim Erstellen des Layouts der Arbeit.

Selbständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe.

Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Brockhagen, den 16.06.2008

Ulrike Jöstingmeier