

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Pferde

(Leiterin: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Florian Jenner, Dipl. ACVS, Dipl. ECVS)

Untersuchung von Schäden des Fesseltragapparates in Zusammenhang mit dem Fesselgelenkwinkel beim Islandpferd

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Anna Malle

Wien, im November 2022

Betreuerin:

Ao. Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med. vet. Theresia Licka

Dipl. ACVSMR Dipl. ECVSMR

Veterinärmedizinische Universität Wien

Department für Kleintiere und Pferde

Universitätsklinik für Pferde

Klinische Abteilung für Pferdechirurgie

BegutachterIn:

Dr.ⁱⁿ med. vet. Gabriele Gradner

Dipl.ECVS

Veterinärmedizinische Universität Wien

Department für Kleintiere und Pferde

Universitätsklinik für Kleintiere

Klinische Abteilung für Kleintierchirurgie

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	1
2.	LITERATURÜBERSICHT	3
2.1	ANATOMISCHE GRUNDLAGEN DES FESSELTRÄGERS	3
2.2	BIOMECHANIK DER GANGARTEN DES ISLANDPFERDES.....	4
2.2.1	Biomechanik des Tölts	5
2.2.2	Biomechanik des Pass	5
2.3	ERKRANKUNGEN DES FESSELTRÄGERS	6
2.4	DIAGNOSE VON FESSELTRÄGERSCHÄDEN.....	8
2.4.1	Lahmheitsuntersuchung	8
2.4.2	Leitungsanästhesien	9
2.4.3	Ultraschall	9
2.4.4	Röntgen	10
2.4.5	Magnetresonanztomographie.....	11
2.4.6	Szintigraphie.....	12
2.5	THERAPIE VON FESSELTRÄGESCHÄDEN.....	12
2.5.1	Therapie von Fesselträgerschäden im akuten Stadium	13
2.5.2	Therapie von Fesselträgerschäden im chronischen Stadium.....	13
2.6	KLINISCHE RELEVANZ DES FESSELGELENKSWINKELS UND DES GLEICHBEINWINKELS	14
3	MATERIAL UND METHODE	16
3.1	AUSWAHL DER PFERDE	16
3.1.1	Matched Pairs.....	17
3.1.2	Bildgebung.....	18
3.2	MESSUNG DES DORSALEN FESSELGELENKSWINKELS UND DES GLEICHBEINWINKELS	19
3.2.1	Messung des dorsalen Fesselgelenkswinkels	21
3.2.2	Messung des Gleichbeinwinkels	21
3.3	STATISTISCHE AUSWERTUNG.....	22

4	ERGEBNISSE.....	24
4.1	ERGEBNISSE DER MESSUNGEN DES DORSALEN FESSELGELENKSWINKELS	24
4.2	ERGEBNISSE DER MESSUNGEN DES GLEICHBEINWINKELS	27
4.3	STATISTISCHE AUSWERTUNG.....	28
4.4	RESULTATE DER MESSUNGEN DES DORSALEN FESSELGELENKSWINKELS UND DES GLEICHBEINWINKELS	31
4.5	KORRELATION ZWISCHEN DER GANGNUTZUNG UND DEM AUFTRETEN VON FESSELTRÄGERSCHÄDEN 32	
5	DISKUSSION.....	33
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	39
7	SUMMARY	40
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	41
9	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	48
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	50
11	TABELLENVERZEICHNIS	51

Widmung

Für meine Eltern, Kornelia und Michael

1. Einleitung

Die Adspektion ist ein unerlässlicher Teil der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes in der Veterinärmedizin. Hier sollte besonderes Augenmerk auf die Stellung und Winkelung der einzelnen Gelenke der Gliedmaßen gelegt werden. Die erste Adspektion kann eine Vielzahl an wichtigen Informationen und richtungsweisende Hinweise zur Lahmheitsursache geben. Auf rassespezifische sowie nutzungsbedingte Besonderheiten sollte hier ein besonderes Augenmerk gelegt werden.

Im Islandpferdesport werden schon seit Jahren hohe, akzentuierte Bewegungen der Extremitäten für gute Richternoten angestrebt (Schwörer 1988). Die FEIF fordert in ihren aktuellen Bewertungsrichtlinien raumgreifende und hohe Bewegungen für gute Noten im Tölt und im Rennpass (FEIF 2021a). Die starken Bewegungen der Vorderhand und das gewünschte Untertreten im Tölt führen durch die Schwerpunktverschiebung des Pferdes nach hinten zu unterschiedlichen mechanischen Belastungen des Bewegungsapparates, wie eine Gewichtsverlagerung auf die Hintergliedmaßen und eine vermehrte Streckung der Gelenke der Hintergliedmaßen im Vergleich zum Trab (Waldern et al. 2015). Inwiefern der Fesseltrageapparat dadurch belastet wird, muss in weiteren Studien erforscht werden.

Eine korrekte Messung des Fesselgelenkwinkels kann einen guten Anhaltspunkt für die Ursachenfindung von Vorder- und Hinterhandlahmheiten geben (Baxter 2020a). Schädigungen des Fesseltrageapparates führen durch den Verlust der Unterstützung im Fesselgelenk zu einer Hyperextension im Gelenk (Baxter und Dee Fails 2020).

Die Arbeit befasst sich deshalb mit einem möglichen Zusammenhang des dorsalen Fesselgelenkwinkel einschließlich der Position der Gleichbeine und auftretenden Fesselträgerschäden beim Islandpferd. Mitberücksichtigt wird, ob die Pferde viergänglich, also im Schritt, Trab, Tölt und Galopp geritten werden oder ob sie auch im Rennpass genutzt werden. Das Wissen über den Zusammenhang zwischen der Extension des Fesselgelenkwinkels und auftretenden Schäden des Fesseltrageapparates kann dabei helfen, Probleme noch vor Auftreten klinischer Anzeichen zu erkennen und zu beheben.

Die erste Hypothese lautet daher: In der Islandpferdepopulation der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien ist die Extension des Fesselgelenks in Grad positiv mit dem Auftreten von klinisch relevanten Fesseltrageapparatschädigungen korreliert.

Die zweite Hypothese lautet, es besteht ein signifikanter Unterschied in der Extension des Fesselgelenks in Grad zwischen Islandpferden mit und ohne Rennpassnutzung.

2. Literaturübersicht

Literatur zu den Themen „Anatomie des Fesselträgers“ und „Erkrankungen des Fesselträgers“ dient als Grundlage, um sich in diesem breiten Forschungsbereich einzufinden.

2.1 Anatomische Grundlagen des Fesselträgers

Der Fesseltrageapparat wird definiert als eine federnd-bremsende Einrichtung des Fesselgelenks an der palmaren Seite.

Hauptbestandteile sind proximal der Musculus (M.) interosseus medius, axial das Ligamentum (Lig.) palmare und an der distalen Gliedmaße das Lig. sesamoideum rectum, M. interosseus medialis und lateralis sowie die Ligamenta (Ligg.) sesamoidea obliqua – als Fesselträger wird der M. interosseus medius bezeichnet (Wissdorf und Bartmann 2010a). Der Fesselträger entspringt an der Vordergliedmaße proximal am Os Metacarpale III bzw. an der Hintergliedmaße proximal am Os metatarsale III und teilt sich von den Ossa sesamoidea in zwei dorsal ziehende Schenkel, wobei ein Teil des Schenkels am gleichseitigen Gleichbein inseriert und der andere Teil des Schenkels als Unterstützungssast nach dorsal an die Strecksehne zieht. Der M. interosseus medialis bzw. lateralis entspringt jeweils an den gleichseitigen Griffelbeinköpfchen und verlaufen in die Faszien der Fesselgegend (Salomon et al. 2020). Das Lig. palmare ist eine Verbindung der Axialflächen der beiden der beiden Gleichbeine. Das Lig. sesamoidea rectum entspringt an der Basis der Gleichbeine und setzt an der Tuberositas flexoria des Kronbeins an. Die Ligg. sesamoidea obliqua ziehen von der abaxialen Basis der Gleichbeine an die gleichseitigen Fesselbeinleisten (Wissdorf und Bartmann 2010a). Hauptaufgabe des Fesseltrageapparates ist das Aufrechterhalten der physiologischen Winkelung im Fesselgelenk bei Belastung. Sollte der Fesseltrageapparat pathologisch verändert sein, kommt es zu „Absinken“ und Hyperextension im Fesselgelenk (Baxter und Dee Fails 2020).

Bei Sportpferden verschiedener Disziplinen ist eine degenerative Veränderung des Fesselträgers relativ häufig Ursache für Lahmheiten (Souza et al. 2010, Wissdorf und Bartmann 2010b). Tendinopathien der oberflächlichen Beugesehne und Desmopathien des Fesselträgers sind die wichtigsten Sehnerkrankungen bei Pferden (Bonilla-Gutiérrez et al.

2018). Schäden am Fesselträger können in seinem Ursprung, im Muskelbauch oder in den Ansatzbereichen vorkommen (Brehm et al. 2016).

Die physiologische Struktur des Fesselträgers unterscheidet sich bei der Vorder- und Hintergliedmaße bis zu einem gewissen Grad. Der Fesselträger des Vorderbeines ist kürzer gemessen an der Rohrbeinlänge als an der Hintergliedmaße (Baxter und Dee Fails 2020). Er stellt sich im Querschnitt oval dar und wird mit einem dünnen und weiten medialem Schenkel und einem dickeren, aber schmalen lateralem Schenkel beschrieben. Der MIO des Hinterbeines wird von Werpy und Denoix im Querschnitt als herzförmig bezeichnet (Werpy und Denoix 2012).

Der Fesselträger wird je nach Studie als Sehne mit einem muskulärem Anteil von 2-11% definiert (Baxter und Eggleston 2020), jedoch sind auch rassespezifische Unterschiede in der prozentualen Aufteilung von Muskelgewebe bekannt. In welchem Umfang bei welcher Rasse Muskelfasern in der Struktur des Fesselträgers ausgebildet sind, ist in der Literatur unterschiedlich beschrieben (Wilson et al. 1991, Baxter und Eggleston 2020, Wanninger, Stefanie Anna 2020). Der prozentuale Anteil an Muskelgewebe im Fesselträger verringert sich mit steigendem Alter, dabei werden die muskulösen Fasern zu kollagenen Fasern umgebaut (Smith und Cauvin 2014, Baxter und Dee Fails 2020). Die unterschiedliche Zusammensetzung des Gewebes in den einzelnen Abschnitten des Fesselträgers und die damit einhergehenden mechanischen Unterschiede zwischen mittlerem Drittel, Ursprung und Ansatz könnte eine unterschiedliche Prävalenz der Veränderungen erklären (Souza et al. 2010).

2.2 Biomechanik der Gangarten des Islandpferdes

Die Grundgangarten Schritt, Trab und Galopp werden von jedem Islandpferd beherrscht. Ob das Pferd in der Lage ist, Tölt und/oder Pass zu laufen, hängt unter anderem vom Training und der Ausbildung (Rumpler et al. 2010), aber größtenteils von der Genetik ab. So trägt unter anderem eine Mutation im DMRT3-Gen dazu bei, ob das Pferd Gangarten mit lateralen Bewegungen ausführen kann (Kristjansson et al. 2014, Jäderkvist Fegraeus et al. 2017).

2.2.1 Biomechanik des Tölts

Tölt wird als eine laufende Gangart kategorisiert (Isenbügel 2010, Wilson und Keegan 2020) und kann biomechanisch mit Trab verglichen werden (Waldern et al. 2015). Die Gangart wird im langsamen, mittleren oder im schnellen Tempo geritten (FEIF 2021a). Die Fußfolge im Tölt ist die gleiche wie im Schritt, unterscheidet sich jedoch von diesem durch die Phase nach der Zweibeinstütze. Tölt wird als Viertakt mit acht Phasen beschrieben. Die Fußfolge bei einem gleichmäßigen Viertakt lautet wie folgt: hinten (hi.) links – vorne (vo.) links – hi. rechts – vo. rechts. Der Zeitabstand zwischen den einzelnen Beinstützen sollte gleichmäßig sein (Zips et al. 2001). Dabei ergibt sich in jeder Phase eine Einbeinstütze. Das Pferd muss dadurch seinen Schwerpunkt auf jedes Bein, also insgesamt vier Mal pro Bewegungsablauf, verlagern. Im Tölt gibt es keine bzw. nur eine minimale Schwebephase. Dadurch und durch die häufige Einbeinstütze mit der Umverteilung des Schwerpunktes, entsteht die charakteristische erschütterungsarme Rückenmitte (Wilson und Keegan 2020). Die Hinterbeine des Pferdes sollen sich im Tölt unter den Körperschwerpunkt stellen, um so eine Schwerpunktverlagerung nach hinten zu bewirken und die Bewegungsfreiheit der Vorhand zu erleichtern (Wilson und Keegan 2020, FEIF 2021a).

Laut Axelsson haben Viergänger eine weniger hohe Wahrscheinlichkeit für Lahmheiten an der Hinterhand (Axelsson et al. 2001), dem widerspricht Baxter, die festhält, Lahmheiten bei Gangpferden kommen häufiger an den Hintergliedmaßen vor (Baxter 2020a). Die aufgerichtete Hals-Nacken-Position und die hohen Vorhandbewegungen im Tölt im Vergleich zum Trab, führen zu einer eingeschränkten Rückfuhrbewegung der Gliedmaßen, höheren Vertikalkräften und zu einem schnelleren Aufsetzen der Extremitäten. Der Einfluss dieser Unterschiede in Bezug auf orthopädische Erkrankungen muss noch genauer untersucht werden (Waldern et al. 2015).

2.2.2 Biomechanik des Pass

Pass ist definiert als symmetrische, ipsilateral synchrone Gangart. Im Pass wird das Vorderbein und das ipsilaterale Hinterbein zeitlich sehr wenig bis annähernd gleichzeitig versetzt vorgeführt. Zwischen den Vorführphasen gibt es eine Schwebephase. Ob Pass als Vier- oder als Zweitakt definiert wird, hängt von der Geschwindigkeit des Pferdes und der

herangezogenen Literatur ab. So definieren Wilson und Keegan Pass als Zweitakt, während Isenbügel die Gangart als Viertakt in acht Phasen beschreibt (Isenbügel 2010, Wilson und Keegan 2020).

Je nach Gangpferderasse unterliegt der Pass als Gangart unterschiedlichen Standards. In der vorliegenden Diplomarbeit wird auf die Nutzung der Gangart Pass im Islandpferdesport genauer eingegangen.

Im Islandpferdesport wird Pass nur als sogenannter Rennpass gewünscht. Das Pferd soll dabei einen klaren Zweitakt in hoher Geschwindigkeit und deutlicher Schwebephase und weiten Bewegungen zeigen (FEIF 2021a). Langsameres Passreiten, bei dem ein deutliches Aufußen des Hinterbeines vor dem ipsilateralen Vorderbein ohne Schwebephase und Sprungphase gezeigt wird, ist nicht erwünscht (Schwörer 1988, Isenbügel 2010, FEIF 2021a).

2.3 Erkrankungen des Fesselträgers

Eine Erkrankung des Fesselträgers kann je nach Lokalisation aufgeteilt werden: Erkrankungen des proximalen Drittels des Fesselträgers (3-5 cm lang) inklusive Fesselträgerursprungsdesmitis, Erkrankungen des Fesselträgerkörpers im mittleren Drittel (Hauptbestandteil des Fesselträgers bis zur Bifurkation) und Erkrankungen des medialen und lateralen Fesselträgerschenkels (Smith und Cauvin 2014, Elemmawy et al. 2019, Baxter und Eggleston 2020).

Der allgemein gebräuchliche Terminus für Fesselträgerschäden lautet „Fesselträgerdesmitis“. Desmitis wird definiert als Sehnen- oder Bänderentzündung. Wobei laut Smith und Cauvin der Terminus „Fesselträgertendinitis“ verwendet werden sollte, da hier der Fesselträger als Sehne des MIO definiert wird (Smith und Cauvin 2014). In der vorliegenden Arbeit wird hauptsächlich der Begriff Fesselträgerdesmitis verwendet.

Die statistische Verteilung der auftretenden Fesselträgerpathologien variiert je nach Nutzungsart des Pferdes und wird in anderen Studien genau beschrieben (Souza et al. 2010).

Schäden im proximalen Teil des Fesselträgers werden besonders häufig bei Sportpferden in allen Disziplinen beobachtet. Eine proximale Fesselträgerdesmitis kann sich in

unterschiedlich stark auftretenden Lahmheiten mit akuter oder chronischer Ausprägung zeigen (Lischer et al. 2006). Pferde mit einer besonders geraden Achse durch die Tarsalgelenke und einer standardmäßigen Hyperextension im Fesselgelenk sind prädisponiert für Erkrankungen des Fesselträgers, besonders für Erkrankungen im Ursprung (Smith und Cauvin 2014). Laut Baxter und Eggleston sind hier die Hintergliedmaßen häufiger betroffen als die Vordergliedmaßen. Bei proximaler Fesselträgerdesmitis an den Hinterbeinen ist die Wahrscheinlichkeit zur vollständigen Rehabilitation niedriger im Vergleich zur Diagnose an den Vorderbeinen (Baxter und Eggleston 2020). Ausrissfrakturen im Bereich des proximalen Fesselträgers wurden vor allem bei Rennpferden beschrieben (Dyson et al. 1995).

Desmitis im Fesselträgerkörper tritt seltener auf als eine Desmitis der Fesselträgerschenkel und ist oft eine Folgeerkrankung einer Pathologie dieser (Souza et al. 2010). Desmitis im mittleren Drittel des Fesselträgers werden häufiger an der Vordergliedmaße als an der Hintergliedmaße beschrieben (Dyson et al. 1995).

Erkrankungen des Fesselträgerschenkels werden bei den Vorder- und Hinterextremitäten gleichermaßen beschrieben, wobei am Vorderbein meistens einer der beiden Schenkel und am Hinterbein beide Schenkel betroffen sind (Dyson und Genovese 2003, Elemmawy et al. 2019). Unterschiede in der Belastung der gegenseitigen Beine, sowie eine asymmetrische Gewichtsverteilung auf das Fesselgelenk durch eine unpassende Hufbearbeitung, können prädisponierende Faktoren für eine Desmitis der Fesselträgerschenkel sein (Dyson 2007). Laut Ramzan et al. gibt es eine gleichmäßige Verteilung an Abnormalitäten zwischen dem linken und dem rechten Bein, wobei Veränderungen am medialen Schenkel häufiger auftreten (Ramzan et al. 2013).

Genetische Dispositionen für Fesselträgerschäden sind derzeit vor allem beim Vollblut im Rennsport beschrieben. DSLD (Degenerative suspensory ligament desmitis) ist bei verschiedenen Rassen, besonders beim Paso Peruano, zu finden (Metzger und Distl 2020). Der Autorin liegen keine Studien vor, die diese Erkrankung beim Islandpferd beschreiben.

Bei Pferden, die an einer Pituitary Pars Intermedia Dysfunction (PPID) leiden, kann eine Degeneration der Fesselträgerstruktur, ähnlich der DSLD, auftreten. Die Degeneration könnte im Zusammenhang mit dem charakteristisch chronisch hohen Cortisollevel der Krankheit stehen und führt durch das Schwächen der histologischen Struktur des MIO zu einer Hyperextension im Fesselgelenk (Halper et al. 2006, Hofberger et al. 2015).

Bei kompletten Funktionsverlust des Fesseltrageapparates gibt es keine Unterstützung für das Fesselgelenk mehr. Ohne die Unterstützung von tiefer Beugesehne und Fesselträger bekommt das Fesselgelenk eine starke Hyperextension. Selbst ohne Belastung beginnt das Gelenk den Boden zu berühren (Kümmerle et al. 2018, Baxter und Dee Fails 2020). Bei einer Ruptur aller drei Beugesehnen zeigt die Hufspitze bei Belastung nach oben, das Pferd steht auf dem Fesselkopf und nicht auf der Sohle. Die Prognose ist infaust (Litzke 2019a).

2.4 Diagnose von Fesselträgerschäden

Die Diagnose eines Fesselträgerschadens erfolgt klinisch mit positiver, schmerzhafter Reaktion bei Palpation, Schwellung und positiven Provokationsproben sowie einer positiven Leitungsanästhesie (Dyson et al. 1995).

2.4.1 Lahmheitsuntersuchung

Das klinische Erscheinungsbild eines Fesselträgerschadens reicht von kaum sichtbarer bis schwerwiegender Lahmheit und zeigt sich je nach Lokalisation der Läsion mit einem anderen Erscheinungsbild.

Bei Problemen im Fesselträgerursprung zeigt das Pferd während der Lahmheitsuntersuchung typischerweise eine positive Beugeprobe des betroffenen Beines, eine deutlichere Lahmheit an der Longe an der Außengliedmaße im Vergleich zur Innengliedmaße, sowie eine Verschlechterung auf tiefem Boden (Lischer et al. 2006). Proximale Fesselträgersdesmitis zeigt sich an der Vordergliedmaße selten durch schwere Lahmheiten, außer die Läsion ist schwerwiegend oder der Ansatz des Fesselträgers ist mitbetroffen. An der Hintergliedmaße zeigt sich meistens das klinische Bild der Leistungsminderung, der Reiter oder die Reiterin berichtet von Problemen während der Arbeit meist ohne sichtbare Lahmheit. In beiden Fällen ist aber eine milde bis stark sichtbare Lahmheit nicht ausgeschlossen (Dyson 2007).

Probleme im mittleren Drittel des Fesselträgers zeigen sich klinisch häufiger mit auffälligen Palpationsbefunden, aber mit weniger offensichtlicher Lahmheit im Vergleich zu Problemen im proximalen Bereich des Fesselträgers. Schmerzen im Bereich des Fesselträgerkörpers

sollten für klinische Befunde immer in Bezug auf vorangegangene Bewegungsintensität, Bodenbeschaffenheiten, Trainingslevel und Zeitpunkt der letzten Bewegungseinheit des Pferdes betrachtet werden (Dyson et al. 1995).

Bei Läsionen im Bereich des distalen Drittels des Fesselträgers wird häufig von Schwellungen im Areal der Fesselträgerschenkel berichtet, oft in Zusammenhang mit Ödemen und Fibrosierung (Dyson 2007). Die Pathologie kann von Schmerzen bei passiver Beugung des Fesselgelenks begleitet werden, sowie von keiner bis zu einer stark auftretenden Lahmheit (Dyson et al. 1995). Häufig jedoch korreliert die Ausprägung der Lahmheit mit der Schwere der Läsion (Elemmawy et al. 2019).

Das positive Ausfallen der Karpalbeugeprobe und der Keilprobe mit Höherstellen der Trachten kann erste Hinweise auf die Lahmheitsursache im MIO geben (Lischer und Rheinfeld 2018a). Diese Provokationsproben müssen aber immer in Zusammenhang mit dem klinischen Erscheinungsbild der Lahmheit und den Ergebnissen der Anästhesien interpretiert werden, um falsch positive sowie falsch negative Ergebnisse zu erkennen (Baxter 2020a).

2.4.2 Leitungsanästhesien

Je nach Lokalisation der Läsion ist die Anästhesie des N. palmaris medialis und lateralis bzw. des N. plantaris medialis und lateralis auf Höhe der Gleichbeine bei Ansatzproblemen im Gleichbeinbereich, die tiefe 4-Punkt-Anästhesie an der Vordergliedmaße bzw. die tiefe 6-Punkt-Anästhesie an der Hintergliedmaße bei Ansatzproblemen, die hohe Metakarpalnerven-anästhesie bei Problemen im mittleren Abschnitt des M. interosseus medius und die hohe 4-Punkt-Anästhesie bei Problemen in allen Bereichen bis auf den Fesselträgerursprung positiv. Für eine Anästhesie des Fesselträgerursprungs ist der R. profundus des N. palmaris lateralis bzw. N. plantaris lateralis zu anästhesieren (Lischer und Rheinfeld 2018b, Baxter 2020b).

2.4.3 Ultraschall

Der Fesselträger stellt sich im Ultraschall mit gesprenkeltem Muster dar, was auf die Verteilung von Fett und Muskelgewebe zurückzuführen ist (Werpy und Denoix 2012). Bei älteren Pferden kann eine Unregelmäßigkeit auf Höhe des Ursprungs und des proximalen Fesselträgers auftreten. Eine bilateral symmetrische Darstellung des linken und rechten Beines des gesunden Fesselträgers im Ultraschall auf allen Höhen wird in den meisten Studien belegt. Akute Läsionen stellen sich im Ultraschall mit einer Vergrößerung, einem Verlust des üblichen Musters und in einer Verringerung der Echogenität dar. Chronische Schädigungen zeigen typisch für Läsionen eine erhöhte Echogenität (Smith und Cauvin 2014). Das mittlere Drittel des Fesselträgers kann im Ultraschall ohne Vorlaufstrecke untersucht werden, für die Fesselträgerschenkel sollte aber eine Vorlaufstrecke verwendet werden (Dyson et al. 1995).

Die standardmäßige Vorgehensweise von Ultraschalluntersuchungen ist in Bezug auf Fesselträgersdesmitis in bestimmten Bereichen limitiert: So kann eine Fesselträgersdesmitis in Zusammenhang mit primärer Sesamoiditis schwerer erkannt werden. Auch ist der diagnostische Output des Ultraschalls stark vom Untersucher abhängig und schwer reproduzierbar (Elemmawy et al. 2019). Weitere Techniken, wie ein Vergleichsultraschall am gegenseitigen Bein oder ein Ultraschall der aufgehobenen Gliedmaße, sollten für eine Ultraschalluntersuchung des Fesselträgers angewandt werden (Werpy und Denoix 2012).

In einer Studie wurden oberflächliche und tiefe Beugesehne sowie dessen Unterstützungsband und der Fesselträger beim Islandpferd im Vergleich zu anderen Rassen im Ultraschall untersucht. Das Größenverhältnis der untersuchten Strukturen beim Isländer war im Vergleich zu anderen Rassen gleich. Der einzige Unterschied liegt in der Aufteilung des Fesselträgerkörpers, dieser wurde als länger bezeichnet im Bezug zu anderen Rassen. Dies könnte auf die spezielle Gangveranlagung zurückzuführen sein. Außerdem wurde die charakteristische Beschaffenheit der Haut beschrieben, welche die Ultraschalluntersuchung stört und zu Fehlinterpretationen führen könnte (Boehart et al. 2010).

2.4.4 Röntgen

Eine röntgenologische Darstellung des Fesselgelenks kann dazu dienen, den dorsalen Fesselgelenkwinkel (DFGW) zu messen und so eventuelle Stellungsprobleme, die mitverursachend für die Läsion sind, zu finden (Hagen et al. 2018).

Standardmäßig sollten für eine röntgenologische Untersuchung des Fesselgelenks folgende Aufnahmen angefertigt werden: eine lateromediale, eine dorsolateral-palmaromediale und eine dorsomedial-palmarolaterale Schrägaufnahme im 45° Winkel, sowie dorsoproximal-palmarodistale Schrägaufnahmen. Für die Messung des dorsalen Fesselgelenkwinkels, wie sie für die vorliegende Studie praktiziert wurde, ist eine lateromediale Aufnahme am stehenden Pferd zu verwenden. Gebeugte lateromediale Aufnahmen können bei anderen Indikationen nähere Auskunft über das knöcherne pathologische Geschehen geben (Butler et al. 2016a).

Die Röntgenuntersuchung kann bei Verdacht auf konsistente Tendinitis des Fesselträgers verwendet werden, um knöcherne Auslöser, wie Sklerose oder Überbeine, zu identifizieren (Werpy et al. 2013). Bei Verdacht auf Fesselträgerschäden, verursacht durch ein knöchernes Trauma, sollten dorsopalmar/plantar, lateromedial und oblique Röntgenaufnahmen der verletzten Region angefertigt werden, um mehr Auskunft über die mögliche Entstehung der Pathologie zu bekommen (Werpy und Denoix 2012). Gebeugte lateromediale Aufnahmen der proximalen Metakarpal- bzw. Metatarsalregion können hilfreich sein, um knöcherne Frakturen am Fesselträgerursprung nachzuweisen (Butler et al. 2016b). Bei Vorbericht eines Traumas sollten alle drei Metakarpal- bzw. Metatarsalknochen röntgenologisch untersucht werden, um mögliche Verletzungen der Knochen zu finden. Ein Ausbleiben von knöchernen Befunden an den Röntgenbildern schließt, klarer Weise, eine Verletzung des Fesseltrageapparates aufgrund der wenig weichteildichten Röntgendarstellung nicht aus und sollte mit anderen Untersuchungsmethoden weiter evaluiert werden (Werpy und Denoix 2012).

2.4.5 Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie, kurz MRT oder MR, ist ein bildgebendes Verfahren, mit dem es möglich ist, mit einem starken Magnetfeld die Wasserstoffprotonen im Körper zu stimulieren und so ein Schnittbild der untersuchten Region anzufertigen (Nelson und Pease 2018a).

Die MRT gilt als Goldstandard in der Weichteildiagnostik (Werpy et al. 2013, Gallastegui 2021). Für die Untersuchung des Fesseltrageapparates ist der große Vorteil der MRT, dass auch Abnormitäten in der Struktur des Fesselträgers, die in der Ultraschalluntersuchung

nicht auffällig sind, gefunden werden können (Werpy und Denoix 2012). Läsionen sind charakterisiert durch eine stärkere Signalintensität der verletzten Region, mit oder ohne Flüssigkeitsansammlungen (Dyson 2007).

2.4.6 Szintigraphie

Mittels Szintigraphie ist es möglich, knöchernen Strukturen und Weichteilregionen zu untersuchen. Nach Applikation einer radioaktiven Substanz reichert sich der Stoff an den beanspruchten Regionen im Pferdekörper an und es entsteht ein metabolisches Bild des Pferdekörpers – jedoch ist dieser sogenannte „increased pharmaceutical uptake“ (IRU), genau wie bei den Befunden im Röntgen, nicht immer mit dem lahmheitsauslösenden Schmerz gleichzusetzen und muss immer mit dem klinischen Bild in Verbindung gebracht werden (Dyson 2014, Nelson und Pease 2018b). Die Indikationen für eine Szintigraphie sind unter anderem intermittierende Lahmheiten, Lahmheiten deren Ursache nicht im Ultraschall oder im Röntgen dargestellt werden kann, sowie Lahmheiten an mehreren Beinen (Nelson und Pease 2018b). Akute Muskelschädigung kann mit Hilfe dieses bildgebenden Verfahrens nachgewiesen werden, chronische bereits fibrosierende Läsionen werden in der Szintigraphie aber nicht oder wenig abgebildet (Archer et al. 2007).

Es ist unwahrscheinlich, Läsionen im Fesselträger selbst über eine IRU zu identifizieren (Dyson 2014). Jedoch ist es möglich, Areale mit vermehrter Knochenaktivität, die in Zusammenhang mit einem Fesselträgerschaden stehen, zu entdecken. Ebenso können Karpal- oder Tarsalpathologien festgestellt werden, die in einer klinischen Untersuchung eine Differenzialdiagnose zu einer Fesselträgerschaden sein können (Werpy und Denoix 2012).

2.5 Therapie von Fesselträgerschäden

Die Therapie von Fesselträgerschäden unterscheidet sich je nach der Erwartung der Besitzer und der gewünschten Leistung im Sport nach der idealen Ausheilung, Dopingregeln, Lahmheitsgrad, Verletzungsausmaß, Chronizität, Alter des Pferdes und Anzahl der betroffenen Gliedmaßen. Fesselträgerschäden an der Vordergliedmaße haben eine bessere Prognose als Läsionen an der Hintergliedmaße (Dyson 2007).

Der Fesselträger ist, wie bereits erwähnt, nicht ausschließlich als Sehne anzusehen, sondern als Sehne mit einem muskulärem Anteil von 2-11% (Baxter und Eggleston 2020). Die Therapie des Fesselträgers unterscheidet sich in ihren Methoden kaum von der Therapie einer „normalen“ Sehne, aus diesem Grund kann die Literatur über die Therapie von Sehnen zu diesem Thema herangezogen werden. Ein Unterschied ist aber, dass der Fesselträger als solches nicht spezifisch trainiert werden kann, im Gegensatz zu anderen Sehnen und deren Muskeln (Patterson-Kane et al. 1998).

Die Heilung von Sehnen ist langwierig und wird in drei Phasen beschrieben. Beginnend mit der akuten Entzündungsphase, die typischerweise nur einige Tage dauert, gefolgt von der subakuten Reparaturphase, die zwischen drei und sechs Wochen einzuschätzen ist, abschließend mit der chronischen Remodellierungsphase, die bis zu 12 Monate nach Auftreten der Läsion dauern kann (Ribitsch et al. 2021). Dabei wird in der Sehne an der Stelle der Läsion Narbengewebe gebildet, welches Elastizität und andere mechanische Eigenschaften der Sehne einschränkt (Montano et al. 2021).

2.5.1 Therapie von Fesselträgerschäden im akuten Stadium

Bei akut auftretenden Lahmheiten können systemische Corticosteroide oder NSAIDs eingesetzt werden, wie z.B. Dexamethason und Phenylbutazon (Kümmerle et al. 2018). Außerdem kann eine konservative Therapie mit Boxenruhe und kontrollierter Bewegung dazu beitragen, dass das Pferd zu seiner vollen athletischen Leistung zurückkehrt (Dyson 2007).

2.5.2 Therapie von Fesselträgerschäden im chronischen Stadium

Aktuelle Therapiemethoden für chronische Fesselträgerschäden reichen von autologen Therapien, wie Stammzelltherapien aus Knochenmark oder Eigenbluttherapie wie Platelet Rich Plasma (PRP) und Interleukin Rezeptor Antagonist Protein (IRAP), die über Wachstumsfaktoren und Zytokine arbeiten (Montano et al. 2021), bis hin zu regenerativer Medizin und Stammzellen (Ribitsch et al. 2021). Die Auswirkungen dieser Therapieform sind Gegenstand der aktuellen Forschung (Montano et al. 2021, Ribitsch et al. 2021, Tomlinson

et al. 2021). Direkt in die Sehnenverletzung können Substanzen wie Hyaluronsäure und PSGAGs (polysulfated glycosamioglycans) injiziert werden. Weitere Therapiemöglichkeiten sind der Einsatz von Stoßwellen, sowie Ruhe und kontrollierte Bewegung (Dyson 2007, Crowe et al. 2010, 2010, 2010).

Spezialbeschläge werden häufig bei Sehenschäden an der distalen Gliedmaße eingesetzt, mit der Intention den Hufwinkel und dadurch den Fesselgelenkwinkel zu verändern, um eine Lastumverteilung der sehnigen und muskulären Strukturen zu erreichen (Hinnigan 2016, Hagen et al. 2018). Ein weites, caudal verlängertes Eisen oder Eiereisen („Egg Bar Shoes“) wird häufig bei Desmopathien des Fesselträgers empfohlen. „Bar Shoes“ oder Rundeisen führen zu einer Gewichtsverlagerung nach kranial und damit zu einer Entlastung der palmaren bzw. plantaren Anteile am Bein und somit zu einer Entlastung der Sehnen. Speziell Eiereisen schützen das Bein am weichen Boden vor Einsinken und verringern somit die Belastung des Fesselträgers (Chateau et al. 2006). Speziell bei Fesselträgerschäden kann ein Fesselträger-Beschlag nach Denoix verwendet werden (Litzke 2019b). Über einen verbreiterten Schuss und einer Unterstützung der palmaren Hufseite wird an einer Entlastung des gesamten Fesseltrageapparates gearbeitet (Hinnigan 2016, Litzke 2019a). Auch wird ein Hochstellen der Sohlenspitze oder ein Hufeisen mit Verbreiterung nach vorne empfohlen, um ein Absinken der Sohlenspitze auf weichem Boden zu verhindern und damit Last auf die tiefe Beugesehne und weg von der oberflächlichen Beugesehne und des Fesselträgers zu nehmen (Kümmerle et al. 2018).

2.6 Klinische Relevanz des Fesselgelenkwinkels und des Gleichbeinwinkels

Die Winkelung des Fesselgelenks bestimmt die Last, die auf den Fesseltrageapparat und dessen Strukturen wirkt und ist damit ein wichtiger Faktor, der bei der Verletzungswahrscheinlichkeit der beteiligten Strukturen mitbeachtet werden sollte (Lawson et al. 2007, Hagen et al. 2018). Hohe Belastung korreliert positiv mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für Schäden an den beteiligten Strukturen (Murray et al. 2010). Damit kann eine Risikominimierung oder Behandlung über die individuelle optimale Winkelung des dorsalen Fesselgelenkwinkels (DFGW) stattfinden, sei es über Hufbearbeitung bis hin zu korrektivem Hufbeschlag (Lawson et al. 2007). Auch wird der DFGW in Grad bei Schädigung

aufgrund des Absinkens des Fesseltrageapparates kleiner und kann somit als ein klinisches Alarmsignal verwendet werden (Hagen et al. 2018).

Bei Schädigungen des Fesselträgers und dementsprechend bei einer Verkleinerung des DFGW kommt es zu einer abgesunkenen Position der Gleichbeine in Bezug auf das Fesselgelenk. Diese Absenkung ist gut in einer lateromedialen Röntgenaufnahme der Region darzustellen und kann als prognostischer Indikator genutzt werden (Butler et al. 2016a). Das heißt im Umkehrschluss, dass der GBW größer wird, je weiter die Gleichbeine in Bezug auf die Position des Röhrebeines absinken.

3 Material und Methode

Für diese Studie wurden Islandpferde aus den Patienten der Veterinärmedizinischen Universität Wien ausgewählt und als Matched Pair zugeordnet. Ein Matched Pair besteht aus einem Islandpferd, welches einen diagnostizierten Fesselträgerschaden hat, und von dem es bereits ein Röntgenbild mit darauf abgebildetem Fesselgelenkwinkel und Gleichbeinen des jeweiligen Beines gibt, und einem Islandpferd des gleichen Geschlechts und ungefähr dem gleichen Alter, der gleichen Gangnutzung, mit einem bereits vorhandenen Röntgenbild des gleichen Beines wie bei dem Vergleichstier, auf dem der Fesselgelenkwinkel und die Gleichbeine abgebildet sind. Das zweite Pferd darf keinen diagnostizierten Fesselträgerschaden haben, die Röntgenbilder müssen aus anderen Gründen aufgenommen worden sein.

Die Studie wurde retrospektiv geplant, es musste folglich kein Antrag für einen Tierversuch an die Ethikkommission der Veterinärmedizinischen Universität Wien gestellt werden.

3.1 Auswahl der Pferde

Die Pferde wurden aus den Patienten der Veterinärmedizinischen Universität Wien ausgewählt. Ausgesucht wurden Islandpferde, die einen an der Abteilung für Pferdechirurgie der Veterinärmedizinischen Universität Wien im System „TIS – Tierspitalinformationssystem“ diagnostizierten Fesselträgerschaden haben. Von dem betroffenen Bein muss ein Röntgenbild, auf dem das Fesselgelenk und die Gleichbeine in ausreichender Qualität abgebildet sind, vorliegen. Von den ausgewählten Pferden wird Name, Geschlecht, Alter des Pferdes zum Zeitpunkt der Diagnose, vorliegende Röntgenbilder, Diagnose der Lahmheitsuntersuchung und die TIS-Nummer aus dem System der Veterinärmedizinischen Universität ermittelt.

Die Gangnutzung wurde über die Online-Datenbank WorldFengur recherchiert. WorldFengur bezeichnet sich als Ursprungszuchtbuch des Islandpferdes und beinhaltet Informationen von mehr als 410.000 isländisch stämmigen Pferden weltweit (Isländischer Bauernverband (Bændasamtök Íslands) und FEIF 2022). In dieser Datenbank ist es möglich, vom Besitzer oder Züchter eingetragene Daten zum Pferd abzurufen. Unter anderem kann ermittelt werden, ob das ausgewählte Islandpferd eine Zuchtleistungsprüfung oder ein Turnier, das in WorldFengur eingetragen wurde, abgelegt hat und mit welchen Noten. Die Pferde wurden

nach diesen Recherchen drei Kategorien eingeteilt: keine Angabe zur Gangnutzung, Nutzung als Viergänger (inklusive Tölt aber ohne Rennpass) oder Nutzung als Fünfgänger (inklusive Tölt und Rennpass). Die Noten der Zuchtwertprüfung wurden in der vorliegenden Studie nur für Pass beachtet. Eine Zuchtwertnote von 5,0 für Pass in einer Zuchtleistungsprüfung steht für nicht gezeigt und ist als fehlender Wert zu behandeln (Albertsdóttir und Kristjánsson 2020).

In der vorliegenden Diplomarbeit wurden die Daten aus der Datenbank WorldFengur wie folgt interpretiert: Bei Vorliegen einer Turnierwertung in einer Passprüfung oder Fünfgangprüfung oder bei Vorliegen einer höheren Note als 5,0 in einer Materialprüfung wurde davon ausgegangen, dass das ausgewählte Islandpferd in allen fünf Gangarten Schritt, Trab, Galopp, Tölt und Rennpass genutzt wird. Bei Vorliegen einer Turnierwertung in einer Tölt- oder Viergangprüfung ohne dokumentierte Teilnahme einer Fünfgang- oder Passprüfung oder bei einer Note 5,0 in allen abgelegten Materialprüfungen wird von einer reiterlichen Nutzung ohne Rennpass ausgegangen. Wenn das gesuchte Islandpferd kein solches Turnier und keine solche Materialprüfung abgelegt hat, wird das Pferd unter keine Angabe zur Gangnutzung kategorisiert.

3.1.1 Matched Pairs

Nachdem die Pferde mit Fesselträgerschäden anhand ihrer Gangnutzung kategorisiert wurden, wurde ein Matched Pair erstellt. Ein Matched Pair ist ein Islandpferd aus den Patienten der Pferdechirurgie der Veterinärmedizinischen Universität Wien, das mit dem ausgewählten Islandpferd mit Fesselträgerschaden in den Parametern Geschlecht, Gangnutzung (aufgeteilt in Viergänger (Vi.), Fünfgänger (Fü.) und keine Angabe (k.A.)) und geröntgtes Bein ident ist. Das Alter der Pferde beläuft sich auf durchschnittlich 15,89 Jahre (9-24 Jahre) mit $\pm 1-7$ Jahre Unterschied je Matched Pair.

Eine Übersicht der ausgewählten Pferde siehe Tabelle 1.

Tab. 1: Für die vorliegende Diplomarbeit ausgewählten Matched Pairs. FÜ = Fünfgänger, Vi = Viergänger, k.A. = keine Angabe, vo. = vorne, hi. = hinten, bds. = beidseits

Pferd	Geschlecht	Alter [Jahre]	Nutzung	Pferd	Geschlecht	Alter [Jahre]	Nutzung	Verglichene/s Bein/e
FT1	Hengst	13	FÜ	V1	Hengst	9	FÜ	Vo. Bds.
FT2	Hengst	13	Vi	V2	Hengst	11	Vi	Vo. links
FT3	Wallach	15	FÜ	V3	Wallach	13	FÜ	Vo. links
FT4	Wallach	17	Vi	V4	Wallach	11	Vi	Hi. rechts
FT5	Stute	14	FÜ	V5	Stute	18	FÜ	Hi. rechts
FT6	Stute	11	k.A.	V6	Stute	18	k.A.	Hi. Bds.
FT7	Stute	24	k.A.	V7	Stute	20	k.A.	Hi. rechts
FT8	Wallach	17	k.A.	V8	Wallach	15	k.A.	Vo. links
FT9	Stute	23	k.A.	V9	Stute	24	k.A.	Vo. links

3.1.2 Bildgebung

Für die vorliegende Diplomarbeit werden bereits aufgenommene Röntgenbilder der ausgewählten Pferde verwendet. Die Voraussetzungen zur Verwendung der Röntgenbilder waren wie folgt: auf der Aufnahme mussten das Fesselgelenk und die Gleichbeine in lateromedialer Aufnahmerichtung und in ausreichender Qualität abgebildet sein. Soweit eine korrekte Messung des dorsalen Fesselgelenkswinkels und des Gleichbeinwinkels möglich ist, musste die Zehe nicht vollständig abgebildet sein. Bei mehreren lateromedialen Aufnahmen wurde die Aufnahme, die weniger verkippt erschien, ausgewählt. In allen Messungen wurden die gleichen Röntgenbilder ausgemessen. Die Voraussetzungen treffen auf die Hinter- sowie auf die Vorderextremitäten gleichermaßen zu.

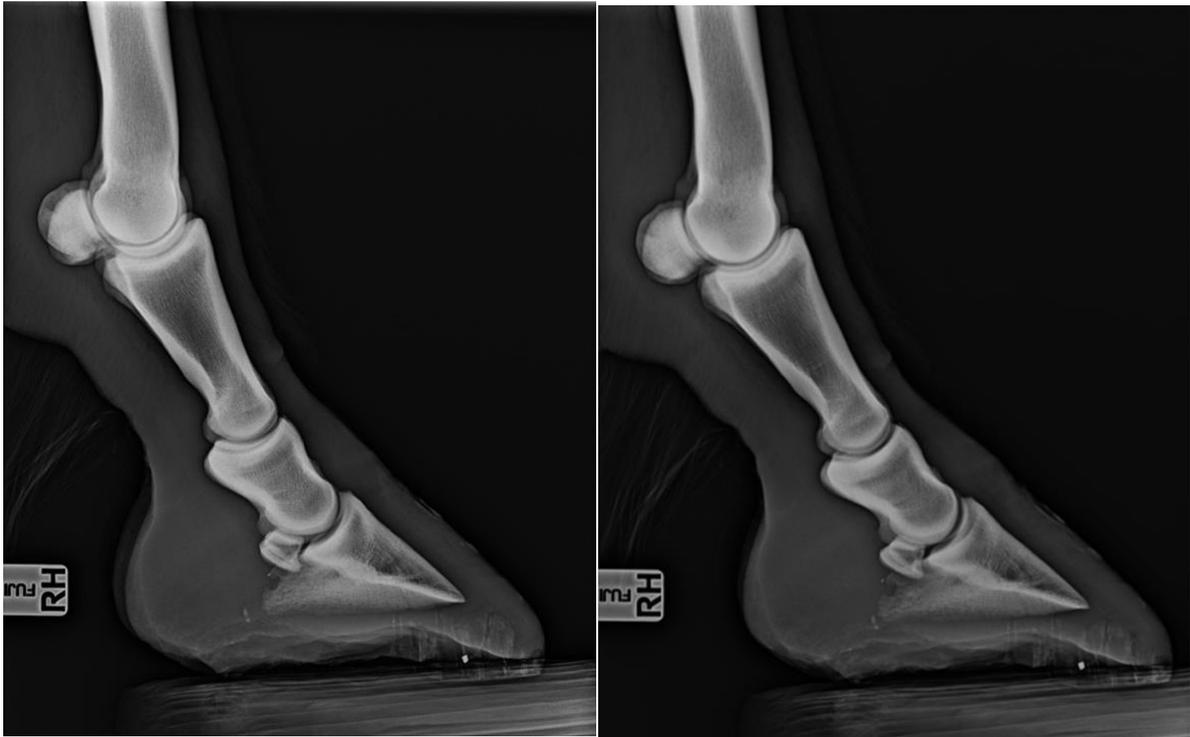


Abb. 1: Bei diesem Pferd lagen zwei lateromediale Röntgenaufnahmen des betroffenen Beines vor. Zur Messung verwendet wurde das rechte Bild. Die linke Aufnahme wurde für die Messungen in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt, da die rechte Aufnahme weniger verkippt erscheint und damit der dorsalen Fesselgelenkwinkel und der Gleichbeinwinkel besser gemessen werden können.

3.2 Messung des dorsalen Fesselgelenkwinkels und des Gleichbeinwinkels

Für die Messungen des dorsalen Fesselgelenkwinkels (DFGW) und des Gleichbeinwinkels (GBW) wurde das Programm JiveX verwendet. Für die Messungen wurde die Einstellung „offener Winkel“ genutzt. Bei dieser Einstellung werden zwei Winkellinien gezogen, die nicht miteinander verbunden sein müssen wie bei der klassischen Winkelmessung. Das Programm berechnet den spitzen Winkel zwischen der ersten Winkellinie und einer Verlängerung der zweiten Winkellinie. Eine Darstellung der Messung ist in Abb. 1 illustriert.



Abb. 2: Darstellung der Messungen des dorsalen Fesselgelenkswinke (DFGW)) zwischen Röhrbein und Fesselbein und des Gleichbeinwinkel (GBW) zwischen Röhrbein und Gleichbeinen. Um den endgültigen DFGW zu errechnen, muss der gemessene Wert von 180° subtrahiert werden.

Die Röntgenaufnahmen wurden von der Diplomandin (NB) sowie der Betreuerin (BL) unabhängig voneinander ausgemessen. Jeder Winkel eines Röntgen wurde drei Mal im Abstand von mehreren Minuten ausgemessen, die Messungen erfolgten nicht direkt hintereinander. So konnte sichergestellt werden, dass Eindrücke der letzten Messung die neue Messung nicht beeinflussen. Der DFGW und der GBW durften im gleichen Zug ausgemessen werden. Aus den Ergebnissen der Messungen wurde ein Mittelwert pro

gemessenes Gelenk ermittelt. Die Ergebnisse wurden in eine Excel-Tabelle übertragen, die als Grundlage für die statistische Auswertung diente.

Die Messungen der Betreuerin wurden zur Vermeidung einer Bias verblindet. Das heißt, die Betreuerin wusste nicht, ob das Röntgenbild von einem Pferd mit diagnostiziertem Fesselträgerschaden oder einem Pferd der Vergleichsgruppe stammt.

3.2.1 Messung des dorsalen Fesselgelenkwinkels

Für die Messung des DFGW wurde wie folgt vorgegangen: Am höchsten abgebildeten Punkt des Metatarsus III wird über die visuell angenäherte Mitte des Knochens ermittelt. Vom höchsten abgebildeten mittigen Punkt des Röhrbeins wurde die erste Winkellinie bis zum mittigen Punkt des Caput des Metatarsus III gezogen. Die zweite Winkellinie wurde von der visuell angenäherten Mitte der Fovea articularis an der lateralen Ansicht bis zur visuell angenäherten Mitte der Trochlea des Caput des Fesselbeins gezogen. Das Programm errechnet aus den beiden gezogenen Winkellinien den spitzen Winkel zwischen der ersten Winkellinie und einer Verlängerung der zweiten Winkellinie. Das Ergebnis dieser Messung musste vom Wert 180° abgezogen werden, um den korrekten Wert des DFGW zu bestimmen.

Die Ergebnisse der Messung sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

3.2.2 Messung des Gleichbeinwinkels

Für die Messung des Gleichbeinwinkels wird ebenfalls die Einstellung „offener Winkel“ verwendet. Dabei wird die erste Winkellinie wieder genutzt und gleich wie bei der Messung des DFGW gezogen. Die zweite Winkellinie wurde dann von der Spitze der Apex des Gleichbeins bis zur Spitze der Basis des Gleichbeins gezogen. Das Programm errechnet dann aus den beiden gezogenen Linien den Winkel, mit dem die Gleichbeine auf dem Röhrbein stehen.

Die Ergebnisse der Messung des GBW sind aus Tabelle 3 zu entnehmen.

3.3 Statistische Auswertung

Von den Messungen der Matched Pairs wurden jeweils die Mittelwerte der geblindeten und nicht geblindeten Gruppe miteinander verglichen und ein Wilcoxon-Test durchgeführt. Dieser nicht parametrische Test dient dazu, zwei gepaarte, abhängige Stichproben miteinander zu vergleichen (Rey und Neuhäuser 2011). Es wurde versucht zu prüfen, inwieweit sich die ermittelten Daten zwischen der Gruppe der Pferde mit den Fesselträgerschäden und der Kontrollgruppe unterscheiden oder zusammenhängen. Für die statistischen Berechnungen wurde das Programm IBM SPSS Statistics Version 27.0.1.0 der Firma IBM verwendet.

Für die statistische Berechnung wurde aus den Messungen jeweils der Mittelwert gewonnen. Die genauen Messergebnisse sowie die errechneten Mittelwerte sind in Tab. 2 und in Tab. 3 aufgelistet.

Die errechneten Mittelwerte der Matched Pairs wurden mit dem Wilcoxon-Test auf Signifikanz untersucht. Folgende Parameter wurden verglichen: das Geschlecht der Pferde von erkrankter Gruppe zur Kontrollgruppe (Hengst/Wallach/Stute), das Alter der Pferde von erkrankter Gruppe zur Kontrollgruppe in Jahren, das untersuchte Bein von erkrankter Gruppe zur Kontrollgruppe (hinten/vorne bzw. links/rechts), die Mittelwerte derselben Person (Diplomandin/Betreuerin) in der Gruppe der Erkrankten zur Kontrollgruppe und die Mittelwerte der Messungen der gleichen Gruppe im Vergleich geblindet/nicht geblindet. Die Ergebnisse sind der Tab. 4 zu entnehmen.

Um die zweite Hypothese zu überprüfen, wurde für die Mittelwerte der Messungen des dorsalen Fesselgelenkwinkels und des Gleichbeinwinkels, aufgeteilt in Vier- und Fünfgänger, der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson beschreibt, inwiefern die verglichenen Variablen zusammenhängen. Eine Orientierung der Werte des Korrelationseffizienten ist der Tabelle 2 zu entnehmen (Taylor 1990).

Tab. 2: Orientierung der Werte des Korrelationskoeffizienten nach Pearson für die Interpretation nach Taylor (Taylor 1990). Die Orientierung gilt für den Betrag der Werte. (r = Korrelationskoeffizient)

Interpretation des Korrelationskoeffizient r	Korrelationskoeffizient r als Betrag
Geringe, schwache Korrelation	$ r = < 0.35$
Mittlere, moderate Korrelation	$ r = 0.36-0.67$
Starke Korrelation	$ r = > 0.68$

4 Ergebnisse

Im Zuge der Diplomarbeit wurden 22 Röntgenbilder ausgewertet, wobei jedes Bild insgesamt sechsmal für beide Winkel ausgemessen wurde. Daraus ergeben sich 288 Messergebnisse. Die Daten sind in Tab. 3 und 4 aufgelistet. Die Ergebnisse der Messungen sind in den Abb. 3 und 4 zusammengefasst worden, um die Unterschiede der beiden Gruppen zu illustrieren.

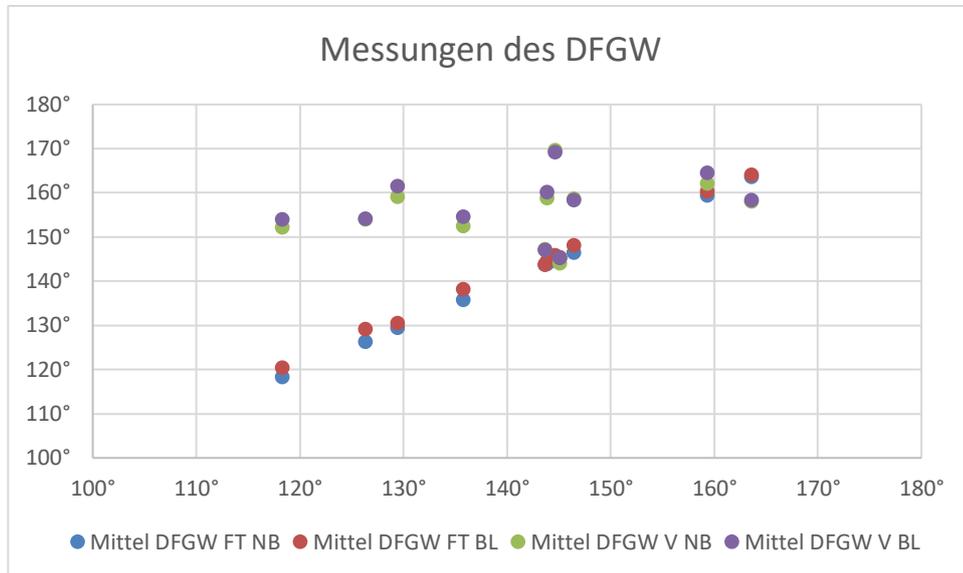
4.1 Ergebnisse der Messungen des dorsalen Fesselgelenkwinkels

Die Ergebnisse der Messungen des DFGW sind der Tab. 3 zu entnehmen, eine Übersicht der Ergebnisse wird in Abb. 3 dargestellt.

Tab. 3: Ergebnisse der Messung des dorsalen Fesselgelenkwinkels auf latero-medialen Röntgenaufnahmen je Matched Pair, aufgeteilt auf die nicht-geblindete und geblindete Messung. (DFGW = Dorsaler Fesselgelenkwinkel, NB = nicht geblindet, BL = geblindet, FT = Pferd mit Fesselträgerschaden, V = Vergleichspferd)

PFERD	DFGW 1 NB [°]	DFGW 2 NB [°]	DFGW 3 NB [°]	MITTEL DFGW NB [°]	DFGW1 BL [°]	DFGW2 BL [°]	DFGW3 BL [°]	MITTEL DFGW BL [°]
FT1-1	163,9	163,9	163,1	163,63	163,60	163,70	165,10	164,13
FT1-2	158,5	159,9	159,6	159,33	159,90	160,90	160,00	160,27
V1-1	157,5	159,2	157,2	157,97	158,90	157,80	158,20	158,30
V1-2	161,2	162,7	162,5	162,13	164,20	164,50	164,70	164,47
FT2	143,5	144,2	144	143,90	144,40	144,70	144,40	144,50
V2	157,8	158,4	160	158,73	160,20	159,90	160,40	160,17
FT3	145,6	144,7	145	145,10	145,20	145,60	145,30	145,37
V3	144,5	143,8	143,6	143,97	144,80	144,90	145,90	145,20
FT4	136,3	135,8	135,2	135,77	137,60	138,60	138,30	138,17
V4	152,4	151,4	153,6	152,47	155,40	155,70	152,50	154,53
FT5	146,8	146,3	146,2	146,43	147,30	148,00	149,00	148,10
V5	158,6	158,6	158,6	158,60	157,50	158,50	159,20	158,40
FT6-1	119	118,4	117,5	118,30	119,60	120,00	121,40	120,33
FT6-2	126,3	126,9	125,7	126,30	129,00	131,00	127,30	129,10
V6-1	152,7	150,2	153,4	152,10	153,50	154,50	154,00	154,00
V6-2	154,8	153,1	154,2	154,03	155,60	153,10	153,50	154,07
FT7	129,4	128,3	130,7	129,47	128,20	131,20	132,10	130,50
V7	159	157,6	160,8	159,13	158,80	164,00	161,60	161,47
FT8	143,5	143,2	144,4	143,70	144,60	143,00	143,70	143,77
V8	148	147,8	146	147,27	148,40	146,90	145,80	147,03
FT9	143,8	144	146,1	144,63	144,00	146,10	147,40	145,83
V9	170,75	170,62	167,70	169,69	171,10	168,40	168,00	169,17

Abb. 3: Mittelwerte der Messungen des dorsalen Fesselgelenkwinkels im direkten Vergleich der Matched Pairs und der geblindeten/nicht geblindeten Messungen. (DFGW = Dorsaler Fesselgelenkwinkel, FT = Gruppe der Pferde mit Fesselträgerschaden, V = Gruppe der Vergleichspferde, NB = nicht geblindet, BL = geblindet)



Berechnet aus den Messungen des DFGW der Pferde, die einen diagnostizierten Fesselträgerschaden haben, befindet sich der Median bei $143,9^\circ$ ($118,3^\circ$ - $163,6^\circ$) für die nicht geblindete Messung der Diplomandin und bei $144,5^\circ$ ($120,3^\circ$ - $164,1^\circ$) für die geblindete Messung der Betreuerin. Für die Vergleichsgruppe beträgt der Median 158° (144° - $169,7^\circ$) bei den Messungen der Diplomandin und $158,3^\circ$ ($145,2^\circ$ - $169,2^\circ$) in der verblindeten Studie.

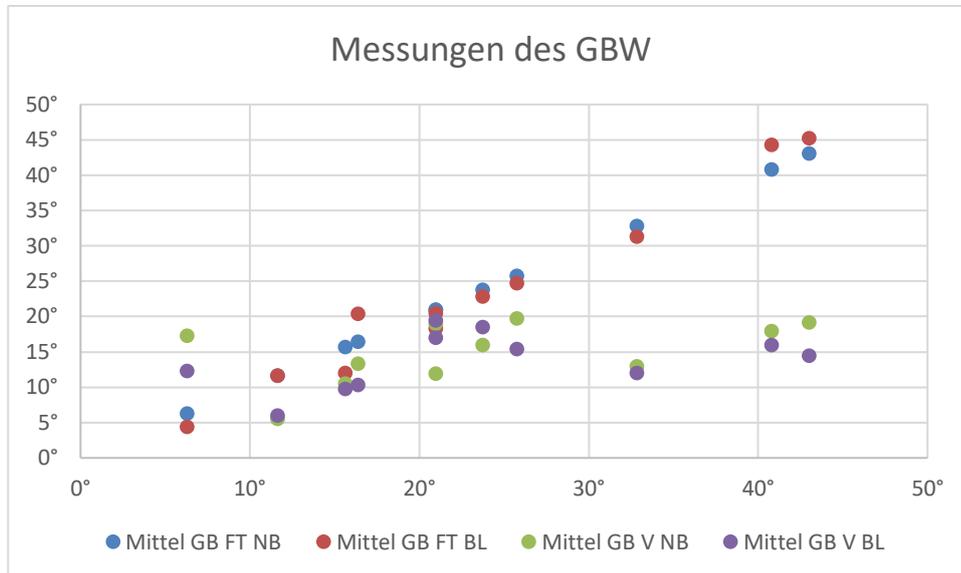
4.2 Ergebnisse der Messungen des Gleichbeinwinkels

Die Ergebnisse der Messungen des GBW sind der Tab. 4 zu entnehmen, eine Übersicht der Ergebnisse wird in Abb. 4 dargestellt.

Tab. 4: Ergebnisse der Messung des Gleichbeinwinkels je Matched Pair, aufgeteilt auf die nicht-geblindete und geblindete Messung. (FT = Pferd mit Fesselträgerschaden, V = Vergleichspferd, GBW = Gleichbeinwinkel, NB = nicht geblindet, BL = geblindet)

PFERD	GBW1 NB [°]	GBW2 NB [°]	GBW3 NB [°]	MITTEL GBW NB [°]	GBW1 BL [°]	GBW2 BL [°]	GBW3 BL [°]	MITTEL GBW BL [°]
FT1-1	5,5	6,6	6,8	6,30	4,2	4,4	4,5	4,37
FT1-2	11,2	12,4	11,3	11,63	11,8	11,7	11,5	11,67
V1-1	16,8	16,3	18,7	17,27	12,5	13,1	11,3	12,3
V1-2	6,7	6,2	3,7	5,53	7,4	5,2	5,2	5,93
FT2	15	14,2	17,7	15,63	9,9	13,7	12,5	12,03
V2	10,7	10,8	10	10,50	9,7	9,7	9,9	9,767
FT3	21,5	20,4	21	20,97	20,6	17,9	16,3	18,267
V3	17,6	20,3	18,9	18,93	17,9	19,5	20,8	19,4
FT4	23,8	24,3	23,2	23,77	24,3	22	22,2	22,83
V4	16,3	17,5	14,1	15,97	18,1	19,1	18,4	18,53
FT5	20,4	21,7	20,8	20,97	23,1	18,6	19,8	20,5
V5	16	8,8	11	11,93	19,6	14,9	16,4	16,967
FT6-1	42,1	40,4	39,9	40,80	43,2	44,5	45	44,233
FT6-2	45,5	42,3	41,3	43,03	45,6	42,7	47,3	45,2
V6-1	17,6	18	18,2	17,93	14,3	15,8	17,7	15,93
V6-2	16,5	20,2	20,8	19,17	13,2	15,7	14,3	14,4
FT7	32,6	34,4	31,5	32,83	34,7	28,9	30,4	31,3
V7	11,1	12,9	14,7	12,90	12	10	14	12
FT8	25,71	26,03	25,5	25,75	21,9	27,2	25,1	24,73
V8	18	20,8	20,3	19,70	17	15,8	13,4	15,4
FT9	17	17,5	14,7	16,40	19,8	21,7	19,7	20,4
V9	14	13,3	12,7	13,33	11,3	10,8	8,9	10,33

Abb. 4: Mittelwerte der Messungen des Gleichbeinwinkels im direkten Vergleich der Matched Pairs und der geblindeten/nicht geblindeten Messungen. (GBW = Gleichbeinwinkel, FT = Gruppe der Pferde mit Fesselträgerschaden, V = Gruppe der Vergleichspferde, BL = geblindet)



Berechnet aus den Messungen des GBW der Gruppe der Erkrankten befindet sich der Median bei 21° (6,3°-43°) für die Messung der Diplomandin und bei 20,5° (4,4°-45,2°) für die Messung der Betreuerin. Für die Vergleichsgruppe beträgt der Median 16° (5,5°-19,7°) bei der nicht verblindeten Messungen und 14,4° (5,9°-19,4°) aus den verblindeten Ergebnissen.

4.3 Statistische Auswertung

Für diese Arbeit wurden folgende Parameter mit dem Wilcoxon-Test verglichen: das Geschlecht der Pferde von erkrankter Gruppe zur Kontrollgruppe (Hengst/Wallach/Stute), das Alter der Pferde von erkrankter Gruppe zur Kontrollgruppe in Jahren, das untersuchte Bein von erkrankter Gruppe zur Kontrollgruppe (hinten/vorne bzw. links/rechts), die Mittelwerte derselben Person (Diplomandin/Betreuerin) in der Gruppe der Erkrankten zur Kontrollgruppe und die Mittelwerte der Messungen der gleichen Gruppe im Vergleich geblindet/nicht geblindet. Die Ergebnisse sind der Tab. 5 zu entnehmen.

Tab. 5: Übersicht über die Ergebnisse der Berechnungen mit dem Wilcoxon-Test. Verglichen wurden das Geschlecht (Stute/Hengst/Wallach), das Alter in Jahren, die Beine, die untersucht wurden (vorne/hinten bzw. links/rechts), die Mittelwerte der Messungen derselben Personen in kranker und Vergleichsgruppe, und die Mittelwerte der Messungen der gleichen Gruppe von Diplomandin und Betreuerin. (FT = Gruppe der Pferde mit Fesselträgerschaden, V = Gruppe der Vergleichspferde, DFGW = Dorsaler Fesselgelenkwinkel, GBW = Gleichbeinwinkel, NB = nicht geblendet, BL = geblendet, vo = vorne, hi = hinten, li = links, re = rechts, Z = Teststatistik, Asymp. Sig. = Asymptomatische Signifikanz (2-seitig), b = Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge, c = Basiert auf positiven Rängen, d = Basiert auf negativen Rängen)

	Geschlecht FT – Geschlecht V	Alter FT – Alter V	Bein vo/hi FT – Bein vo/hi V	Bein li/re FT – Bein li/re V	Mittel DFGW FT NB- Mittel DFGW V NB	Mittel DFGW FT BL - Mittel DFGW V BL	Mittel GBW FT NB - Mittel GBW V NB	Mittel GBW FT BL - Mittel GBW V BL	Mittel DFGW FT BL - Mittel DFGW FT NB	Mittel GBW FT BL - Mittel GBW FT NB	Mittel DFGW V BL - Mittel DFGW V NB	Mittel GBW V BL - Mittel GBW V NB
Z	,000 ^b	-,403 ^c	,000 ^b	,000 ^b	-2,490 ^d	-2,490 ^d	-2,223 ^c	-2,312 ^c	-2,934 ^d	-,445 ^c	-2,046 ^d	-1,156 ^c
Asymp Sig	1,000	0,687	1,000	1,000	0,013	0,013	0,026	0,021	0,003	0,657	0,041	0,248

Als signifikant wurde ein Ergebnis bewertet, wenn der zugehörige Signifikanzwert p unter 0.05, als hochsignifikant, wenn der Wert p unter 0.01 war. Somit sind für diese Berechnungen die Werte der Vergleiche von dem Mittelwert des DFGW der erkrankten Gruppe – Mittelwert des DFGW in der Vergleichsgruppe, Mittelwert des DFGW der erkrankten Gruppe aus den geblindeten Messungen – Mittelwert des DFGW in der Vergleichsgruppe aus den geblindeten Messungen, Mittelwert des GBW der erkrankten Gruppe – Mittelwert des GBW in der Vergleichsgruppe, Mittelwert des GBW der erkrankten Gruppe aus den geblindeten Messungen – Mittelwert des GBW in der Vergleichsgruppe aus den geblindeten Messungen als signifikant zu bewerten. Weiter sind die Vergleiche der Mittelwerte zwischen dem DFGW der Diplomandin und der Betreuerin in der erkrankten sowie in der Vergleichsgruppe als signifikant einzustufen. Die signifikanten Ergebnisse sind in der Tab. 5 gelb markiert. Die Messungen der Diplomandin und der Betreuerin unterscheiden sich für den GBW nicht signifikant voneinander, die Messungen für den DFGW jedoch schon.

Die Ergebnisse der Berechnungen des Korrelationskoeffizienten r ist der Tab. 6 zu entnehmen. Hierbei wurden nur die Ergebnisse der Pferde verglichen, bei denen eine Gangnutzung bekannt war, um die zweite in dieser Arbeit aufgestellte Hypothese zu bestätigen oder zu verneinen.

4.4 Resultate der Messungen des dorsalen Fesselgelenkwinkels und des Gleichbeinwinkels

Die erste in der Einleitung genannte Hypothese konnte mit der vorliegenden Datengruppe bestätigt werden. Bei einer höheren Extension des Fesselgelenks verringert sich der dorsale Fesselgelenkwinkel in Grad. Der Median des DFGW der Pferde mit Fesselträgerschaden beläuft sich auf $143,9^\circ$ ($118,3^\circ$ - $163,6^\circ$) bzw. auf $144,5^\circ$ ($120,3^\circ$ - $164,1^\circ$) in den Messungen der Betreuerin. Im Gegensatz dazu stehen die Messungen der Vergleichsgruppe, bei denen der Median der Messung des DFGW 158° (144° - $168,7^\circ$) bzw. $158,3^\circ$ ($145,2^\circ$ - $169,2^\circ$) bei der Messung der Betreuerin liegt. Ein höherer DFGW der Vergleichsgruppe in den Medianen von $14,1^\circ$ in den Messungen der Diplomandin bzw. $13,8^\circ$ in den Messungen der Betreuerin konnte nachgewiesen werden. Die Ergebnisse wurden zuvor auf ihre Signifikanz überprüft, nachzulesen in Tab. 5. Wurden die Werte des DFGW der gleichen Gruppe (erkrankt/nicht erkrankt) bei den unterschiedlichen Bearbeitern verglichen, konnte jedoch ein signifikanter Unterschied errechnet werden. Die Unterschiede der Messungen betragen jedoch nie mehr als $2,8^\circ$. Auf diesen Punkt wird in dem Kapitel Diskussion näher eingegangen. In dieser Studie wurde also bestätigt, dass in der ausgewählten Patientengruppe eine stärkere Extension des Fesselgelenks in Grad positiv mit dem Auftreten von klinisch relevanten Fesseltrageapparatschädigungen signifikant korreliert (siehe Tab. 6).

Die Messungen des Gleichbeinwinkels wurden im Zuge der Messungen des DFGW mitangefertigt. Der GBW vergrößert sich, je weiter fortgeschritten die Schädigung des Fesselträgers ist. In dieser Arbeit konnte bei den Messungen der erkrankten Gruppe der Median von 21° ($6,3^\circ$ - 43°) bzw. $20,5^\circ$ ($4,4^\circ$ - $45,2^\circ$) für die Messungen der Betreuerin festgestellt werden. Der Median der Messungen der Vergleichsgruppe ohne nachgewiesenen Fesselträgerschaden beträgt für den GBW 16° ($5,5^\circ$ - $19,7^\circ$) für die Messungen der Diplomandin und $14,4^\circ$ ($5,9^\circ$ - $19,4^\circ$) für die verblindeten Messungen. Eine Steigerung von 5° bzw. $6,1^\circ$ in der Gruppe der Pferde mit Fesselträgerschaden konnte festgestellt werden. Bei den Berechnungen des Wertes p konnte ein signifikanter Unterschied für die Werte im Vergleich der Messungen der zu untersuchenden Gruppe und der Vergleichsgruppe aufgezeigt werden, in den verblindeten sowie in den nicht verblindeten Messungen.

4.5 Korrelation zwischen der Gangnutzung und dem Auftreten von Fesselträgerschäden

Es konnte keine Korrelation in den Kriterien zwischen Vier- und Fünfgänger ohne Berücksichtigung der anderen Kriterien festgestellt werden. Die zweite Hypothese konnte also nicht bestätigt werden. Zwar konnte keine Korrelation nachgewiesen werden, es zeigt sich bei den ausgewählten Pferden jedoch ein Trend zur fünfgängigen Nutzung.

5 Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, einen Zusammenhang zwischen dem Fesselgelenkwinkel und dem Gleichbeinwinkel in Bezug auf Fesselträgerschäden beim Islandpferd herzustellen und in Relation mit der Gangnutzung zu setzen. Nachdem in verschiedenen Studien die Relevanz des dorsalen Fesselgelenkwinkels (Butler et al. 2016a, Hagen et al. 2018) dargestellt sowie diskutiert (Routh et al. 2020, Schade et al. 2021) wurde, kann diese Arbeit einen potentiellen Beitrag zum Verständnis dieser Berechnung speziell beim Islandpferd leisten.

Die immer modernere Ausstattung von mobilen Tierärzten bzw. Tierärztinnen ermöglichen eine Vielzahl an neuen, diagnostischen Mitteln und Methoden in verschiedensten Bereichen der Pferdemedizin. Für den Bereich der Orthopädie bieten digitale Röntgengeräte mit den dazugehörigen Programmen bereits kurz nach der Aufnahme des Bildes eine Reihe an Optionen, mit der das gerade aufgenommene Röntgenbild bearbeitet, betrachtet, berechnet und vermessen werden kann.

Die Messungen von dorsalem Fesselgelenkwinkel und Gleichbeinwinkel können in der Praxis als unterstützende oder untermauernde Methoden genutzt werden. Zurzeit ist die Vorgehensweise bei den meisten Praktikern bzw. Praktikerinnen noch nicht in der Routineuntersuchung integriert, dies könnte sich aber mit weiterer Forschung in diesem Bereich ändern. Grundsätzlich kann diese Maßnahme auch schon während der Untersuchung in der Fahrpraxis über die Geräte und dementsprechende Programme der Praktikerinnen und Praktiker durchgeführt werden. Die Berechnungen könnten gleich in die weiterführende Diagnostik eingebaut werden, sei es als Grundlage für einen korrektiven Beschlag (Crevier-Denoix et al. 2001) oder als Verlaufskontrolle im Behandlungszeitraum. Um die beiden in dieser Arbeit vorgestellten Winkel zu berechnen, sollte ein lateromediales Röntgenbild der Zehe oder des Fesselgelenks des betroffenen Beines aufgenommen werden. Dabei ist zu beachten, dass das Pferd beide Beine gleichmäßig belastet. Das andere Bein sollte dabei nicht aufgehoben werden, da es durch die Umverteilung des Körpergewichts des Pferdes auf nur ein Vorderbein zu einem verfälschten Winkel und so zu einer Fehlinterpretation kommen kann.

Der kleine Umfang der Studiengruppe konnte durch ein Matched Pairs Studiendesign, und hierbei mit möglichst ähnelnden Vergleichspferden, aufgewogen werden. Der direkte Vergleich der einzelnen Probanden zeigte signifikante Ergebnisse bei Messungen des

DFGW und des GBW. Die Gefahr, durch die kleine Teilnehmerzahl das Studiendesign zu gefährden, konnte durch die genaue Übereinstimmung der Parameter, auf denen ein Matched Pair basiert, auf ein Mindestmaß verringert werden. Die einzelnen Parameter stehen außerdem im direkten Zusammenhang mit der gesuchten Variable, somit wird die Wichtigkeit dieser Vorgehensweise noch einmal unterstrichen (McClatchey et al. 1992, Diehr et al. 1995, Watson et al. 2004). Trotzdem bleibt eine größere Menge an Probanden durch nichts zu ersetzen.

Wurden die Messungen der unterschiedlichen Bearbeiter (verblindet/nicht verblindet) der gleichen Gruppe (erkrankt/nicht erkrankt) miteinander verglichen, konnte für die Messungen des GBW kein signifikanter Unterschied festgestellt werden, für die Messungen des DFGW jedoch schon, nachzulesen in Tab. 6. Die Unterschiede der Messungen betragen jedoch nie mehr als $2,8^\circ$. Es wurde sichergestellt, dass für jedes Pferd dieselben Röntgenbilder verwendet wurden. Alle Messungen wurden dreimal durchgeführt, um geringe Unsicherheiten in den Messungen ausgleichen zu können. Die einzelnen Messungen wurden unter den Bearbeitern nicht im Prozess miteinander verglichen, es wurden nur die Ergebnisse bereitgestellt. Die Vorgehensweise wurde vor der Bearbeitung ausführlich diskutiert und geplant. Trotzdem kann es bei der Bearbeitung einer dreidimensionalen Struktur in einem zweidimensionalen Bild zu leichten Unterschieden kommen. Die Unterschiede der einzelnen Messungen im DFGW könnten darauf zurückzuführen sein, dass die zweite Linie der Messungen auf geringe unterschiedliche Ansätze der visuell angenäherten Mitte basiert. Da dieselbe Berechnung wie davor genannt bei den GBW keinen signifikanten Unterschied zeigt, ist davon auszugehen, dass sich die erste gezogene Linie nicht sonderlich zwischen den beiden Bearbeitern unterscheidet. Die erste gezogene Linie wurde für die Messung beider Winkel verwendet. Die leicht unterschiedlichen Messwerte in den verblindeten Studien könnten auch auf mehr Erfahrung der Betreuerin zurückzuführen sein (Arkell et al. 2006). Durch jahrelange Routine könnten kleine Feinheiten, die der Diplomandin nicht ins Auge springen, einen entscheidenden Unterschied für die visuelle Annäherung der Mitte der Knochen ausschlaggebend sein. Eine größere Anzahl an Beurteilenden hätte die Ergebnisse konsistenter gemacht, obwohl auch bei den Beurteilungen einer weiteren fachkundigen Person ähnlich leicht abweichende Ergebnisse durch subjektive Aspekte zu erwarten gewesen wären (Parikh et al. 2016). Im Resümee ist dazu zu sagen, dass ein geringer Messunterschied für die Ergebnisse der verblindeten und nicht blinden Studie zu erwarten war. Die Messergebnisse liefern unabhängig voneinander

jedoch das gleiche Ergebnis und unterstreichen damit die Hypothese der vorliegenden Arbeit.

Ebenfalls wäre eine prospektive Röntgenstudie bei Islandpferden mit Fesselträgerschaden anzudenken. Im Prozess der Diagnosefindung um die Lahmheitsursache wird die Messung der Gelenkwinkelung häufig vernachlässigt. Dementsprechend wird nicht bei jedem Pferd mit der Verdachtsdiagnose Schädigung des Fesseltrageapparates ein Röntgenbild angefertigt. Einige Islandpferde, die aufgrund der anderen Kriterien als Probanden für diese Arbeit in Frage kämen, konnten aufgrund fehlender Röntgenbilder nicht in die Studie aufgenommen werden. Ein Röntgenbild könnte hierbei die Diagnosestellung untermauern und andere knöcherne Erkrankungsursachen der Schädigung ausschließen. Ebenso kann eine regelmäßige Messung des DFGW und des GBW dabei helfen, eine Übersicht über den Verlauf der Erkrankung zu bekommen. Hier ist zu beachten, dass die Schädigung des Fesselträgers mit dem DFGW zusammenhängt, aber auch der DFGW mit der Schädigung des Fesselträgers (Denoix 1994). Außerdem dient das Röntgen als Grundlage für den, wie oben erwähnt, korrektiven Beschlag und zur Evaluation mit dem Hufschmied bzw. der Hufschmiedin und dem Tierarzt bzw. der Tierärztin.

Es bleibt zu diskutieren, inwiefern die Angaben für die Gangnutzung auf WorldFengur für wissenschaftliche Zwecke verwendbar sind. Die Angaben für die Plattform werden vom Züchter oder Besitzer eingetragen (Isländischer Bauernverband (Bændasamtök Íslands) und FEIF 2022). Des Weiteren bezieht sich die Kategorisierung der Gangnutzung auf die aktuellen Turnierdaten. Es wurden keine Erhebungen zur Gangnutzung des Pferdes im Freizeitbereich durchgeführt, die Kategorisierung der Gangnutzung beruht auf den eingetragenen Daten in WorldFengur. Für weitere wissenschaftliche Studien zu dieser Thematik wäre es zu empfehlen, eine weitere Kategorie „dreigängige Nutzung ohne Tölt/Rennpass“ hinzuzufügen, um den Einfluss der lateralen Gangarten auf den Fesseltrageapparat der Islandpferde miteinzubeziehen und eine Datengrundlage für weitere Studien über Gangpferde zu schaffen. Eine weitere Option für zukünftige Studien wäre, die Gangnutzung sofort bei Aufnahme der Patienten zu erfragen und im Verwaltungssystem der Veterinärmedizinischen Universität zu erfassen. Dieses System würde aber ebenfalls auf die Angaben der Besitzer und Besitzerinnen basieren. Auch mit einem genauen Fragebogen würden die Daten immer auf deren Aussagen basieren und sich somit nur gering bis gar nicht von den eingetragenen Daten in WorldFengur unterscheiden.

Hierbei ist zu beachten, dass die Gangnutzung nicht mit der Gangveranlagung gleichzusetzen ist. Die Gangnutzung bezieht sich in dieser Arbeit auf die Annahme, dass die Islandpferde in den Gangarten, in denen sie kategorisiert wurden, am meisten geritten werden. Hierbei ist nicht miteinberechnet, dass die Pferde sehr wohl fünfgängig veranlagt sein können, aber nur viergängig geritten werden. Ebenso ist nicht geklärt, ob sich der DFGW ändert, wenn die Islandpferde erst im Verlauf ihrer Karriere als Reitpferd beginnen zu tölten oder ob es Unterschiede im DFGW in jungen Pferden gibt, die bereits als Fohlen beginnen die Gangart zu zeigen. Um der Frage nachzugehen, ob viergängig veranlagte Pferde von Grund auf einen anderen DFGW und GBW als fünfgängig veranlagte Pferde haben, wie sich die Gangnutzung auf die beiden Winkel auswirkt, sowie ob es hier eine genetische Komponente, ähnlich der Osteochondrose (Naccache et al. 2018, Weeren 2018), gibt, erfordert weitere Studien.

Weitere relevante Aspekte zur Beantwortung der Fragestellung wäre hier die Häufigkeit und Intensität der Nutzung von Tölt oder Rennpass. Mithilfe dieser Daten könnte ein wichtiger Faktor, der bei dieser Arbeit nicht mit einberechnet wurde, erfasst werden – die Relevanz der Intensität von lateralen Gangarten auf die Belastung des Fesseltrageapparates und dessen Schädigung, auch im Vergleich zu den Grundgangarten (Waldern et al. 2015). Um diese Frage besser zu klären und um an exaktere Vorinformationen bezüglich des Trainingsablaufes und der Intensität des Trainings zu kommen, wäre es eine Option, mit GPS basierten Trackern oder Applikationen fürs Smartphone oder die Smartwatch zu arbeiten. Die Tracker oder die Applikationen erfassen, je nach Modell, Standort, Geschwindigkeit, Vitalparameter des Pferdes und weitere Daten. Die generierten Daten können als Datengrundlage für ähnliche Studien dienen (Hampson et al. 2010, Frippiat et al. 2021, Morrice-West et al. 2021). Die Fragestellung hier, ob die Intensität der Nutzung der lateralen Gangarten Tölt und Rennpass einen Einfluss auf das Verletzungsrisiko des Fesseltrageapparates hat, unterliegt weiterer Forschung.

Ein wichtiger Aspekt für Studien in dieser Art ist die Verwendung von Gewichten an den Beinen der Pferde, sei es durch Hufeisen oder Boots, wie schon in ähnlichen Studien beschrieben (Rumpler et al. 2010, Waldern et al. 2014, 2020), nur diesmal mit Augenmerk auf Erkrankungen des Fesseltrageapparates. Der Einfluss solcher Gewichte in verschiedenen Ausführungen könnte einen nicht berechneten Faktor in der vorliegenden Studie darstellen. Die Verwendung von Gewichtsboots führt zu dem gewünschten Effekt, dass das Pferd im Tölt das Bein mehr hebt und somit zu besseren Noten (Waldern et al.

2013, FEIF 2021a). Durch den gewünschten Bewegungsablauf kommt es zu neuen biomechanischen Kräften, die auf den Bewegungsapparat des Pferdes wirken. Diese Kräfte sollten in gesonderten Studien im Hinblick auf den Fesseltrageapparat untersucht werden, um eine lange Gesunderhaltung des Pferdes gewährleisten zu können (Waldern et al. 2015). Der Autorin liegen keine Studien vor, die die Auswirkungen von den Gewichten auf den DFGW in der Bewegung untersuchen. Im Islandpferdesport ist bei Zucht Wettbewerben Equipment an den Beinen bis zu 130 g für jedes Bein, bei Sportveranstaltungen ein Gewicht von 250 g für jedes Bein erlaubt (FEIF 2021b). Die FEIF hat das Gewicht im Jahr 2010 ohne Angabe von Gründen von 300 g auf 250 g reduziert (FEIF 2010). Ob diese Art von verwendeten Gewichten einen gesundheitsschädlichen Aspekt bewirkt und wie sich die Verwendung solcher Gewichte auf den DFGW auswirkt, ist Thema weiterer Forschung.

Interessanterweise konnte eine signifikante Korrelation mit den Werten, ob das Bein vorne oder hinten und den Werten, ob das Bein links oder rechts betroffen war, festgestellt werden. Bei den ausgewählten Probanden war entweder das vordere linke oder das hintere rechte Bein betroffen, mit Ausnahme der beiden Matched Pairs, bei denen beide gegengleiche Beine verglichen wurden (FT1-1, FT1-2 mit V1-1, V1-2 für vorne beidseits und FT6-1, FT6-2 mit V6-1 und V6-2 für hinten beidseits). Die Turniere im Islandpferdesport werden je nach Disziplin in eine oder beiden Richtungen, also entweder auf der linken oder auf der rechten Hand ausgetragen. Manche Disziplinen, wie beispielsweise „T8 – Tölt 8“ oder „T4 – Tölt 4“, verlangen einen Richtungswechsel. Wenn die Disziplin nur in eine Richtung ausgetragen wird, kann der Reiter in der Nennung die gewünschte Hand angeben und die Disziplin in dieser Richtung austragen. Vierecksprüfungen wie „V1 – Four Gait“ oder Fünfecksprüfungen wie „F1 – Five Gait“ werden in der Ovalbahn auf der gewünschten Hand ausgetragen (FEIF 2021b). Die erhöhte Intensität des Trainings in die Richtung, in die das Pferd die Disziplin ausführen soll, könnte einen Hinweis auf das Ergebnis in der vorliegenden Studie sein. Inwiefern diese Befunde von klinischer Relevanz sind, unterliegt weiterer Forschung mit größeren Datenmengen.

Zusammenfassend gibt diese Studie einen Überblick über die Korrelation des DFGW und des GBW im direkten Vergleich eines Pferdes mit Fesselträgerschaden und einem Vergleichspferd ohne bekannte Schädigung beim Islandpferd. Durch diese Studie wurde bewiesen, dass eine Korrelation zwischen einer auftretenden Schädigung des MIO und einer Verkleinerung des DFGW sowie einer Vergrößerung des GBW auftritt. In der Studie konnte keine signifikante Korrelation zu den einzelnen Gangnutzungen gefunden werden, jedoch

zeigt sich eine leichte Tendenz zur fünfgängigen Nutzung. Außerdem können die Daten bei fraglichen Patienten helfen, diese als gesunde Patienten von kranken Patienten mit einem Problem des Fesseltrageapparates abzugrenzen.

Sollte das Grundmodell der Studie für zukünftige Untersuchungen herangezogen werden, ist darauf zu achten, dass die Gangnutzung der Probanden in ausreichendem Maß bereitgestellt ist. Außerdem sollten alle Pferde, die für diese Studie in Frage kommen, über lateromediale Röntgenaufnahmen des betroffenen Beines zum Zeitpunkt der Diagnose Fesselträgerschaden verfügen. Um der Fragestellung weiter nachzugehen, wird weitere Forschung mit einer größeren Menge an Probanden, idealerweise auch im Vergleich zwischen drei-, vier- und fünfgängiger Gangnutzung, benötigt.

6 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine Korrelation zwischen dem dorsalen Fesselgelenkwinkel und dem Gleichbeinwinkel im Zusammenhang mit auftretenden Schädigungen des Fesselträgers beim Islandpferd darzustellen. Zusätzlich wurde die Gangnutzung, ob die Pferde viergängig oder füngängig genutzt wurden, in diesem Zusammenhang untersucht.

Dazu wurden 22 lateromediale Röntgenbilder der Zehe oder des Fesselgelenks von 9 Matched Pairs ausgemessen und beurteilt. Durch eine Recherche wurden zuvor die 18 Islandpferde ausgewählt und miteinander bestmöglich verpaart. Ein Matched Pair besteht aus einem Islandpferd mit der Diagnose Fesselträgerschaden und einem Islandpferd ohne solche Diagnose. Die Kriterien für ein Matched Pair waren wie folgt: Es musste ein lateromediales Röntgenbild der Zehe oder des Fesselgelenks der Gliedmaße mit diagnostiziertem Fesselträgerschaden bzw. dem Bein, dass verglichen werden soll, vorhanden sein, das Alter der Pferde des Matching Pair sollte möglichst nah beieinander liegen, und das Geschlecht und die Gangnutzung müssen miteinander übereinstimmen. Die Gangnutzung wurde dabei aus der Online-Datenbank WorldFengur entnommen. Die Gangnutzung wurde in drei Kategorien aufgeteilt: „viergängige Nutzung“ mit den Grundgangarten Schritt, Trab, Galopp und Tölt, „füngängige Nutzung“ mit den Grundgangarten, Tölt und Rennpass, und die Kategorie „keine Angabe“ bei Pferden, bei denen die Gangnutzung nicht aus WorldFengur zu entnehmen war. Der dorsale Fesselgelenkwinkel und der Gleichbeinwinkel wurde bei allen vorhandenen Röntgenbildern drei Mal von der Diplomandin und drei Mal in einem verblindeten Verfahren von der Betreuerin ausgemessen. Die generierten Daten wurden mithilfe der Statistiksoftware SPSS von IBM geprüft. Es konnte ein signifikanter Unterschied im dorsalen Fesselgelenkwinkel und im Gleichbeinwinkel bei den erkrankten Pferden im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden. Somit kann die erste Hypothese als bestätigt angesehen werden. Die Berechnungen für den Zusammenhang zwischen Gangnutzung und den dorsalen Fesselgelenkwinkel ergab keine signifikante Korrelation. Damit konnte diese Hypothese nicht bestätigt werden. Hierbei bedarf es einer größeren Menge an Probanden für Studien dieser Art und weitere Forschung auf diesem Gebiet.

Die vorliegende Arbeit liefert Informationen über den Zusammenhang zwischen dorsalem Fesselgelenkwinkel, Gleichbeinwinkel und einer Schädigung des Fesseltrageapparates und kann als Grundlage für weitere Studien mit dieser Thematik angesehen werden.

7 Summary

The aim of the present study was to investigate a correlation between the dorsal fetlock joint angle and the angle of the sesamoid bones in relation to the canon bone in connection with the occurrence of damage to the suspensory ligament in Icelandic horses. In addition, whether the horses in this study were ridden four gaited or five gaited, was investigated in this context.

For this purpose, 22 lateromedial radiographs of the toe or the fetlock joint of 9 matched pairs were measured and assessed. Through research, the 18 Icelandic horses were previously selected and paired with each other in the best possible way. A matched pair consists of one Icelandic horse with damage in the suspensory ligament and one matched Icelandic horse without such a diagnosis. The criteria for a matched pair were as follows: There had to be a lateromedial radiograph of the toe or fetlock of the limb with the diagnosed suspensory ligament damage or the leg that was to be compared, the age of the horses in the matched pair had to be as close as possible, also the sex and the gait use had to be identical. To categorize the horses in gait use categories, the information was taken from the online database WorldFengur. The horses were divided into three categories: "four gait use" when they were ridden in the basic gaits walk, trot, canter and tölt, "five gait use" if they were ridden in the basic gaits, tölt and flying pace, and the category "no specification" for horses which gait use could not be taken from WorldFengur. The dorsal fetlock joint angle and the angle of the sesamoid bones were measured three times by the author and three times in a blinded procedure by the supervisor for all available radiographs. The generated data were calculated using the statistical software SPSS from IBM. A significant difference in the dorsal fetlock joint angle and the angle of the sesamoid bones was found in the diseased horses compared to the control group. Thus, the first hypothesis can be considered confirmed. The calculations for the correlation between the ridden gaits and the dorsal pastern angle did not show a significant correlation. Thus, this hypothesis could not be confirmed. A larger number of subjects is needed for studies of this kind and further research in this area.

The present study provides information on the correlation between dorsal fetlock joint angle, the angle of the sesamoid bones in relation to the canon bone and the damage to the fetlock suspensory apparatus and can be considered as a basis for further studies with this topic.

8 Literaturverzeichnis

Albertsdóttir E, Kristjánsson Þ. 2020. Die neuen BLUP-Zuchtwerte 2020.pdf.

Archer DC, Cotton JC, Boswell JC. 2007. Non-skeletal scintigraphy of the horse: Indications and validity. *The Veterinary Journal*, 173(1):45–56.

Arkell M, Archer RM, Guitian FJ, May SA. 2006. Evidence of bias affecting the interpretation of the results of local anaesthetic nerve blocks when assessing lameness in horses. *Veterinary Record*, 159(11):346–348.

Axelsson M, Björnsdóttir S, Eksell P, Häggström J, Sigurdsson H, Carlsten J. 2001. Risk factors associated with hindlimb lameness and degenerative joint disease in the distal tarsus of Icelandic horses. *Equine Veterinary Journal*, 33(1):84–90.

Baxter GM. 2020a. Examination for Lameness. Adams and Stashak's lameness in horses. Seventh Edition. 67–188.

Baxter GM. 2020b. Perineural and intrasynovial anesthesia. In: Baxter GM, Hrsg. Adams and Stashak's lameness in horses. Seventh edition. 157–188, Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell;

Baxter GM, Dee Fails A. 2020. Functional Anatomy of the Equine Musculoskeletal System. In: Baxter GM, Hrsg. Adams and Stashak's lameness in horses. Seventh edition. 1–67, Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell;

Baxter GM, Eggleston RB. 2020. Lameness of the distal limb. Adams and Stashak's lameness in horses. Seventh edition. 439–597, Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell;

Boehart S, Arndt G, Rindermann G, Gmachl M, Carstanjen B. 2010. Assessment of ultrasonographic morphometric measurements of digital flexor tendons and ligaments of the palmar metacarpal region in Icelandic Horses. *American Journal of Veterinary Research*, 71(12):1425–1431.

Bonilla-Gutiérrez AF, Castillo-Franz C, López C, Álvarez ME, Giraldo CE, Carmona JU. 2018. Equine suspensory ligament and tendon explants cultured with platelet-rich gel supernatants release different anti-inflammatory and anabolic mediators. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 108:476–485.

Brehm W, Gehlen H, Ohnesorge B, Wehrend A, Dietz O, Huskamp B, Bartmann CP, Hrsg. 2016. *Handbuch Pferdepraxis*. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart:

Enke Verlag.

Butler JA, Colles C, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW. 2016a. Metacarpophalangeal and metatarsophalangeal (fetlock) joints. *Clinical radiology of the horse*. Fourth edition. 175–213, Chichester, West Sussex, UK ; Ames, Iowa: John Wiley & Sons Inc;

Butler JA, Colles C, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW. 2016b. The metacarpal and metatarsal regions. *Clinical radiology of the horse*. Fourth edition. 214–257, Chichester, West Sussex, UK ; Ames, Iowa: John Wiley & Sons Inc;

Chateau H, Degueurce C, Denoix J-M. 2006. Effects of egg-bar shoes on the 3-dimensional kinematics of the distal forelimb in horses walking on a sand track. *Equine Veterinary Journal*, 38(S36):377–382.

Crevier-Denoix N, Roosen C, Dardillat C, Pourcelot P, Jerbi H, Sanaa M, Denoix J-M. 2001. Effects of heel and toe elevation upon the digital joint angles in the standing horse. *Equine Veterinary Journal*, 33(S33):74–78.

Crowe OM, Dyson SJ, Wright IM, Schramme MC, Smith RKW. 2010. Treatment of chronic or recurrent proximal suspensory desmitis using radial pressure wave therapy in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 36(4):313–316.

Denoix J-M. 1994. Functional Anatomy of Tendons and Ligaments in the Distal Limbs (Manus and Pes). *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 10(2):273–322.

Diehr P, Martin DC, Koepsell T, Cheadle A. 1995. Breaking the matches in a pairedt-test for community interventions when the number of pairs is small. *Statistics in Medicine*, 14(13):1491–1504.

Dyson S. 2007. Diagnosis and Management of Common Suspensory Lesions in the Forelimbs and Hindlimbs of Sport Horses. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 6(3):179–188.

Dyson S. 2014. Musculoskeletal Scintigraphy of the Equine Athlete. *Seminars in Nuclear Medicine*, 44(1):4–14.

Dyson SJ, Genovese RL. 2003. The Suspensory Apparatus. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 654–672, Elsevier;

Dyson SJ, Arthur RM, Palmer SE, Richardson D. 1995. Suspensory Ligament Desmitis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 11(2):177–215.

- Elemmawy YM, Senna NA, Abu-Seida AM, Youssef AF. 2019. Suspensory Branch Desmitis in a Horse: Ultrasonography, Computed Tomography, Magnetic Resonance Imaging, and Gross Postmortem Findings. *Journal of Equine Veterinary Science*, 80:49–55.
- FEIF. 2010. FIPO 2010: from 300 to 250 grams. FIPO 2010: from 300 to 250 grams.
- FEIF. 2021a. FEIF Sport Judges Guidelines 2021.
- FEIF. 2021b. FEIF General Rules and Regulations.
- Frippiat T, van Beckhoven C, Moyse E, Art T. 2021. Accuracy of a heart rate monitor for calculating heart rate variability parameters in exercising horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 104:103716.
- Gallastegui A. 2021. Imaging the Equine Foot. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 37(3):563–579.
- Hagen J, Kojah K, Geiger M. 2018. Correlations between the equine metacarpophalangeal joint angulation and toe conformation in statics. *Open Veterinary Journal*, 8(1):96.
- Halper J, Kim B, Khan A, Yoon J, Mueller P. 2006. Degenerative suspensory ligament desmitis as a systemic disorder characterized by proteoglycan accumulation. *BMC Veterinary Research*, 2(1):12.
- Hampson B, Morton J, Mills P, Trotter M, Lamb D, Pollitt C. 2010. Monitoring distances travelled by horses using GPS tracking collars. *Australian Veterinary Journal*, 88(5):176–181.
- Hinnigan GJ. 2016. Diagnosis and treatment of suspensory ligament branch injuries. *Livestock*, 21(6):383–387.
- Hofberger S, Gauff F, Licka T. 2015. Suspensory ligament degeneration associated with pituitary pars intermedia dysfunction in horses. *The Veterinary Journal*, 203(3):348–350.
- Isenbügel E. 2010. Bewegungsabläufe bei Gangartenpferden. In: Wissdorf H, Bartmann CP, Hrsg. *Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes*. 3., ergänzte und völlig überarb. Aufl. 619–631, Hannover: Schaper;
- Isländischer Bauernverband (Bændasamtök Íslands), FEIF. 2022. WorldFengur.
- Jäderkvist Fegraeus K, Hirschberg I, Árnason T, Andersson L, Velie BD, Andersson LS, Lindgren G. 2017. To pace or not to pace: a pilot study of four- and five-gaited Icelandic horses homozygous for the *DMRT3* 'Gait Keeper' mutation. *Animal Genetics*, 48(6):694–697.

- Kristjansson T, Bjornsdottir S, Sigurdsson A, Andersson LS, Lindgren G, Helyar SJ, Klonowski AM, Arnason T. 2014. The effect of the 'Gait keeper' mutation in the *DMRT3* gene on gaiting ability in Icelandic horses. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 131(6):415–425.
- Kümmerle JM, Theiss F, Smith RKW. 2018. Diagnosis and Management of Tendon and Ligament Disorders. In: Auer JA, Hrsg. *Equine surgery*. 5th edition. St. Louis, MO: Elsevier;
- Lawson SEM, Chateau H, Pourcelot P, Denoix J-M, Crevier-Denoix N. 2007. Effect of toe and heel elevation on calculated tendon strains in the horse and the influence of the proximal interphalangeal joint. *Journal of Anatomy*, 210(5):583–591.
- Lischer C, Rheinfeld S. 2018a. Orthopädischer Untersuchungsgang. In: Baumgartner W, Wittek T, Aurich C, Aurich J-E, Christen C, Eule C, Hrsg. *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*. 9., aktualisierte und erweiterte Auflage. Stuttgart: Enke Verlag;
- Lischer C, Rheinfeld S. 2018b. Lokale Anästhesien. In: Baumgartner W, Wittek T, Aurich C, Aurich J-E, Christen C, Eule C, Hrsg. *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*. 9., aktualisierte und erweiterte Auflage. 391–397, Stuttgart: Enke Verlag;
- Lischer ChJ, Bischofberger AS, Fürst A, Lang J, Ueltschi G. 2006. Erkrankungen im Bereich des Fesselträgerursprungs beim Pferd: Eine diagnostische Herausforderung. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 148(2):86–97.
- Litzke L-F, Hrsg. 2019a. Sehnenerkrankungen. *Der Huf*. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Georg Thieme Verlag;
- Litzke L-F, Hrsg. 2019b. Einsatzbereich für Einlagen und Polster. *Der Huf*. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Georg Thieme Verlag;
- McClatchey MW, Cohen SJ, Reed FM. 1992. The usefulness of matched pair randomization for medical practice-based research. *Family Practice Research Journal*, 12(3):235–243.
- Metzger J, Distl O. 2020. Genetics of Equine Orthopedic Disease. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 36(2):289–301.
- Montano C, Auletta L, Greco A, Costanza D, Coluccia P, Del Prete C, Meomartino L, Pasolini MP. 2021. The Use of Platelet-Rich Plasma for Treatment of Tenodesmic Lesions in Horses: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical and Experimental Data. *Animals*, 11(3):793.

- Morrice-West AV, Hitchens PL, Walmsley EA, Stevenson MA, Wong ASM, Whitton RC. 2021. Variation in GPS and accelerometer recorded velocity and stride parameters of galloping Thoroughbred horses. *Equine Veterinary Journal*, 53(5):1063–1074.
- Murray RC, Walters JM, Snart H, Dyson SJ, Parkin TDH. 2010. Identification of risk factors for lameness in dressage horses. *The Veterinary Journal*, 184(1):27–36.
- Naccache F, Metzger J, Distl O. 2018. Genetic risk factors for osteochondrosis in various horse breeds. *Equine Veterinary Journal*, 50(5):556–563.
- Nelson NC, Pease AP. 2018a. Magnetic Resonance Imaging. *Equine surgery*. 5th edition. 1201–1219, St. Louis, MO: Elsevier;
- Nelson NC, Pease AP. 2018b. Nuclear Scintigraphy. *Equine surgery*. 5th edition. 1182–1193, St. Louis, MO: Elsevier;
- Parikh TK, Thiagarajan KA, Suresh P, Prabhu Radhan R, Jawahar P, Arumugam S. 2016. Inter-rater reliability of common quantitative knee X-ray parameters in the Indian scenario. *Journal of Arthroscopy and Joint Surgery*, 3(3):97–101.
- Patterson-Kane JC, Firth EC, Parry DA, Wilson AM, Goodship AE. 1998. Effects of training on collagen fibril populations in the suspensory ligament and deep digital flexor tendon of young thoroughbreds. *American Journal of Veterinary Research*, 59(1):64–68.
- Ramzan PHL, Palmer L, Dallas RS, Shepherd MC. 2013. Subclinical ultrasonographic abnormalities of the suspensory ligament branch of the athletic horse: A survey of 60 Thoroughbred racehorses: Subclinical ultrasonographic abnormalities of the suspensory ligament branch. *Equine Veterinary Journal*, 45(2):159–163.
- Rey D, Neuhäuser M. 2011. Wilcoxon-Signed-Rank Test. In: Lovric M, Hrsg. *International Encyclopedia of Statistical Science*. 1658–1659, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg;
- Ribitsch I, Oreff GL, Jenner F. 2021. Regenerative Medicine for Equine Musculoskeletal Diseases. *Animals*, 11(1):234.
- Routh J, Strang C, Gilligan S, Dyson S. 2020. An investigation of the association between hindlimb conformation and suspensory desmopathy in sports horses. *Equine Veterinary Education*, 32(S10):183–192.
- Rumpler B, Riha A, Licka T, Kotschwar A, Peham C. 2010. Influence of shoes with different

weights on the motion of the limbs in Icelandic horses during toelt at different speeds: Influence of different weights to the toelt in Icelandic horses. *Equine Veterinary Journal*, 42:451–454.

Salomon F-V, Geyer H, Gille U, Hrsg. 2020. *Eigenmuskeln der Schultergliedmaße. Anatomie für die Tiermedizin*. 4., aktualisierte Auflage. Georg Thieme Verlag;

Schade J, De Souza AF, Vincensi LC, Fonteque JH. 2021. The influence of the metacarpophalangeal joint angle on the transversal area and mean echogenicity of the superficial digital flexor tendon and suspensory ligament in gaited horses. *Journal of Equine Science*, 32(4):135–141.

Schwörer A. 1988. *Das Islandpferd*. Franckh Reiterbibliothek.

Smith RKW, Cauvin ERJ. 2014. Ultrasonography of the metacarpus and metatarsus. In: Kidd J, Lu KG, Frazer ML, Hrsg. *Atlas of equine ultrasonography*. 73–107, Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Inc;

Souza MV, van Weeren PR, van Schie HTM, van de Lest CHA. 2010. Regional differences in biochemical, biomechanical and histomorphological characteristics of the equine suspensory ligament. *Equine Veterinary Journal*, 42(7):611–620.

Taylor R. 1990. Interpretation of the Correlation Coefficient: A Basic Review. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*, 6(1):35–39.

Tomlinson F, Terschuur J, Henson F. 2021. Use of autologous products for the treatment of joint and soft tissue disease in horses: A systematic review. *Veterinary Record*, 188(2):122–129.

Waldern N, Wiestner T, Ramseier L, Weishaupt M. 2014. Effect of Weighted Boots Used with Different Shoeing Styles on Limb Movement and Ground Reaction Forces in Icelandic Horses at Walk, Tölt and Trot. *Equine Veterinary Journal*, 46:50–50.

Waldern NM, Wiestner T, Ramseier LC, Amport C, Weishaupt MA. 2013. Effects of shoeing on limb movement and ground reaction forces in Icelandic horses at walk, tölt and trot. *The Veterinary Journal*, 198:e103–e108.

Waldern NM, Wiestner T, Ramseier LC, Weishaupt MA. 2015. Comparison of limb loading and movement of Icelandic horses while tölting and trotting at equal speeds. *Am J Vet Res*, 76(ISSN: 0002-9645):1040.

- Waldern NM, Kubli V, Dittmann MT, Amport C, Krieg C, Weishaupt MA. 2020. Effect of shoeing conditions on hoof dimensions in Icelandic and Warmblood horses. *The Veterinary Journal*, 259–260:105461.
- Wanninger, Stefanie Anna. 2020. Biomechanische Eigenschaften des Musculus interosseus medius am Vorderfuß des Pferdes. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Watson L, Small R, Brown S, Dawson W, Lumley J. 2004. Mounting a community-randomized trial: sample size, matching, selection, and randomization issues in PRISM. *Controlled Clinical Trials*, 25(3):235–250.
- Weeren R. 2018. Fifty years of osteochondrosis. *Equine Veterinary Journal*, 50(5):554–555.
- Werpy NM, Denoix J-M. 2012. Imaging of the Equine Proximal Suspensory Ligament. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 28(3):507–525.
- Werpy NM, Denoix JM, McIlwraith CW, Frisbie DD. 2013. COMPARISON BETWEEN STANDARD ULTRASONOGRAPHY, ANGLE CONTRAST ULTRASONOGRAPHY, AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING CHARACTERISTICS OF THE NORMAL EQUINE PROXIMAL SUSPENSORY LIGAMENT: Angle Contrast Ultrasound of Suspensory Ligament. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 54(5):536–547.
- Wilson DA, Keegan KG. 2020. Occupational-Related Lameness Conditions. In: Baxter GM, Hrsg. Adams and Stashak's lameness in horses. Seventh edition. 949–1032, Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell;
- Wilson DA, Baker GJ, Pijanowski GJ, Boero MJ, Badertscher RR. 1991. Composition and morphologic features of the interosseous muscle in Standardbreds and Thoroughbreds. *American Journal of Veterinary Research*, 52(1):133–139.
- Wissdorf H, Bartmann CP, Hrsg. 2010a. Vordergliedmaße. *Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes*. 3., ergänzte und völlig überarb. Aufl. 375–521, Hannover: Schaper;
- Wissdorf H, Bartmann CP, Hrsg. 2010b. *Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes*. 3., ergänzte und völlig überarb. Aufl. Hannover: Schaper.
- Zips S, Peham C, Scheidl M, Licka T, Girtler D. 2001. Motion pattern of the toelt of Icelandic horses at different speeds. *Equine Veterinary Journal*, 33(S33):109–111.

9 Abkürzungsverzeichnis

MIO	Musculus interosseus medius
M.	Musculus
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
Vo.	Vorne
Hi.	Hinten
Bds.	Beidseits
Fü	Fünfgänger
Vi	Viergänger
n.b.	Nicht bekannt
k.A.	keine Angabe
DFGW	Dorsaler Fesselgelenkswinkel
GBW	Gleichbeinwinkel
IRU	increased pharmaceutical uptake
MRT	Magnetresonanztomografie
PPID	pituitary pars intermedia dysfunction
DSLDD	Degenerative suspensory ligament desmitis
PRP	Platelet Rich Plasma
IRAP	Interleukin Rezeptor Antagonist Protein

NB	nicht blind, Messungen der Diplomandin
BL	geblindet, Messungen der Betreuerin
g	Gramm

10 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Bei diesem Pferd lagen zwei lateromediale Röntgenaufnahmen des betroffenen Beines vor. Zur Messung verwendet wurde das rechte Bild. Die linke Aufnahme wurde für die Messungen in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt, da die rechte Aufnahme weniger verkippt erscheint und damit der dorsalen Fesselgelenkwinkel und der Gleichbeinwinkel besser gemessen werden können. 19
- Abb. 2:** Darstellung der Messungen des dorsalen Fesselgelenkwinkels (DFGW) zwischen Röhrbein und Fesselbein und des Gleichbeinwinkel (GBW) zwischen Röhrbein und Gleichbeinen. Um den endgültigen DFGW zu errechnen, muss der gemessene Wert von 180° subtrahiert werden. 20
- Abb. 3:** Mittelwerte der Messungen des dorsalen Fesselgelenkwinkels im direkten Vergleich der Matched Pairs und der geblindeten/nicht geblindeten Messungen. (DFGW = Dorsaler Fesselgelenkwinkel, FT = Gruppe der Pferde mit Fesselträgerschaden, V = Gruppe der Vergleichspferde, NB = nicht geblindet, BL = geblindet) 26
- Abb. 4:** Mittelwerte der Messungen des Gleichbeinwinkels im direkten Vergleich der Matched Pairs und der geblindeten/nicht geblindeten Messungen. (GBW = Gleichbeinwinkel, FT = Gruppe der Pferde mit Fesselträgerschaden, V = Gruppe der Vergleichspferde, BL = geblindet) 28

11 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Für die vorliegende Diplomarbeit ausgewählten Matched Pairs. F_ü = Fünfgänger, V_i = Viergänger, k.A. = keine Angabe, vo. = vorne, hi. = hinten, bds. = beidseits 18

Tab. 2: Orientierung der Werte des Korrelationskoeffizienten nach Pearson für die Interpretation nach Taylor (Taylor 1990). Die Orientierung gilt für den Betrag der Werte. (r = Korrelationskoeffizient) 23

Tab. 3: Ergebnisse der Messung des dorsalen Fesselgelenkwinkels auf latero-medialen Röntgenaufnahmen je Matched Pair, aufgeteilt auf die nicht-geblindete und geblindete Messung. (DFGW = Dorsaler Fesselgelenkwinkel, NB = nicht geblindet, BL = geblindet, FT = Pferd mit Fesselträgerschaden, V = Vergleichspferd) 25

Tab. 4: Ergebnisse der Messung des Gleichbeinwinkels je Matched Pair, aufgeteilt auf die nicht-geblindete und geblindete Messung. (FT = Pferd mit Fesselträgerschaden, V = Vergleichspferd, GBW = Gleichbeinwinkel, NB = nicht geblindet, BL = geblindet) 27

Tab. 5: Übersicht über die Ergebnisse der Berechnungen mit dem Wilcoxon-Test. Verglichen wurden das Geschlecht (Stute/Hengst/Wallach), das Alter in Jahren, die Beine, die untersucht wurden (vorne/hinten bzw. links/rechts), die Mittelwerte der Messungen derselben Personen in kranker und Vergleichsgruppe, und die Mittelwerte der Messungen der gleichen Gruppe von Diplomandin und Betreuerin. (FT = Gruppe der Pferde mit Fesselträgerschaden, V = Gruppe der Vergleichspferde, DFGW = Dorsaler Fesselgelenkwinkel, GBW = Gleichbeinwinkel, NB = nicht geblindet, BL = geblindet, vo = vorne, hi = hinten, li = links, re = rechts, Z = Teststatistik, Asymp. Sig. = Asymptomatische Signifikanz (2-seitig), b = Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge, c = Basiert auf positiven Rängen, d = Basiert auf negativen Rängen) 29

Tab. 6: Übersicht über die Ergebnisse der Berechnung des Korrelationskoeffizienten r nach Pearson. Die Tabelle beschreibt den Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Der Korrelationskoeffizient r kann Werte zwischen -1 und 1 annehmen. Je näher der Wert bei |1|, desto höher die Korrelation. (vo = vorne, hi = hinten, li = links, re = rechts, DFGW = Dorsaler Fesselgelenkwinkel, GBW = Gleichbeinwinkel, BL = geblindet, Sig. (2seitig) = ,N = , = Die**

Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant, * = Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant)..... 30

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meiner Diplomarbeitsbetreuerin, Ao. Univ.-Prof. Dr. med. vet. Theresia Licka, Dipl. ACVSMR Dipl. ECVSMR, für ihre Geduld, Unterstützung und ihre motivierenden Worte bedanken.

Ich möchte mich auch bei all den Menschen bedanken, die mich während meines Studiums unterstützen und mir zur Seite stehen.

Zum Schluss möchte ich mich bei meinen Eltern, Kornelia und Michael, bedanken. Durch ihre Unterstützung kann ich meine Liebe zur Medizin und zu den Pferden in meiner zukünftigen Arbeit ausleben.