

Aus dem Department für Pferde und Kleintiere
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Pferde
(Leiterin: Univ. Prof. Dr. Florian Jenner)

Radiologischer Zusammenhang zwischen einer Ossifikation der Hufknorpel und knöchernen Veränderungen des ipsilateralen Hufbeinastes

Diplomarbeit
Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von
Andreas Unterberger

Wien, im Jänner 2022

Betreuerin: Ao. Univ.-Prof. Dr. med. vet. Theresia Licka, Dipl. ACVSMR,
Dipl. ECVSMR
Veterinärmedizinische Universität Wien
Department für Kleintiere und Pferde
Universitätsklinik für Pferde
Klinische Abteilung für Pferdechirurgie

Begutachter: Ao. Univ.-Prof. Dr. med. vet. Johann Kofler, Dipl. ECBHM
Veterinärmedizinische Universität Wien
Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
Universitätsklinik für Wiederkäuer
Klinische Abteilung für Wiederkäuermedizin

Danksagung

Vielen Dank an meine Familie, die mich über die gesamte Zeit des Studiums unterstützt hat.

Ich danke auch meiner Betreuerin Ao.Univ.-Prof. Dr. med.vet. Theresia Licka für ihre Hilfe und Unterstützung bei der Erstellung dieser Diplomarbeit.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Fragestellung und Hypothese	1
2	Literaturübersicht.....	2
2.1	Anatomie	2
2.2	Verknöcherung des Hufknorpels	3
2.3	Osteitis des Hufbeins	4
3	Material und Methoden	6
3.1	Patientenauswahl	6
3.2	Messung der Hufknorpelverknöcherung	6
3.3	Beurteilung der radiologischen Anzeichen im Sinne eines pedal osteitis complex ...	8
3.3.1	Automatische Beurteilung	9
3.3.2	Subjektive Beurteilung	10
3.4	Statistische Verfahren.....	13
4	Ergebnisse.....	14
4.1	Korrelationen	15
4.2	Gruppenvergleiche.....	18
5	Diskussion	19
6	Zusammenfassung	24
7	Summary.....	25
8	Abkürzungsverzeichnis	26
9	Literaturverzeichnis	27
10	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	31
	Anhang I – Datentabelle	32
	Anhang II – Korrelationstabelle	34

1 Einleitung

Verknöcherungen der Hufknorpel werden oft als Nebenbefund auf Röntgenstudien der Zehen festgestellt, sowohl bei lahmen, als auch bei gesunden Pferden. Ähnlich verhält es sich mit veränderten Konturen der Hufbeinäste, die auf vergangene oder akute Einflüsse zurückzuführen sind. Aufgrund der Varianz der Hufbeinform bei gesunden und lahmen Pferden und der häufigen Abwesenheit einer akuten Entzündung, sollte der Begriff „pedal osteitis complex“ gegenüber „pedal osteitis“ bevorzugt werden, um derartige radiologische Befunde und klinische Anzeichen zu beschreiben (Butler et al. 2017).

Es besteht häufig die Annahme, dass eine Verknöcherung der Hufknorpel kaum von klinischer Relevanz sei (Dyson 2011). Es gibt jedoch auch Hinweise, dass eine mittel- bis hochgradige Ossifikation der Hufknorpel für eine Fraktur an der Basis selbiger (Dakin et al. 2006, Selberg und Werpy 2011) oder für Schäden an den distal davon liegenden Hufbeinästen und den Hufknorpelbändern (Dyson und Murray 2010) prädisponiere. Daher liegt der Gedanke nahe, dass eine Hufknorpelverknöcherung die Ursache eines pedal osteitis complex bildet oder, dass dieselben Mikrotraumen ursächlich für diese beiden Krankheitsbilder sind.

Die Relevanz von radiologischen Veränderungen des Hufbeines ist jedoch häufig schwierig zu bestimmen, da hier stark individuelle, physiologische Unterschiede zwischen einzelnen Pferden oder Rassen vorgefunden werden (Hampson et al. 2010, Rendano und Grant 1978).

1.1 Fragestellung und Hypothese

In der vorliegenden retrospektiven Studie werden aus diversen Gründen bereits gefertigte Röntgenaufnahmen bezüglich dieser beiden Krankheitskomplexe untersucht.

Ziel dieser Arbeit ist es einen möglichen Zusammenhang einer Ossifikation der Hufknorpel und radiologischen Anzeichen eines pedal osteitis complex darzustellen.

Die Hypothese, dass der Grad einer OUC mit dem Grad des ipsilateralen POC korreliert, soll überprüft werden. Außerdem wurden etwaige Zusammenhänge zwischen den beiden Krankheitsbildern und den Daten des Signalements geprüft.

2 Literaturübersicht

Die Verknöcherung der Hufknorpel und die radiologischen Veränderungen durch eine Osteitis des Hufbeins stellen die grundlegenden Krankheitsbilder in dieser Diplomarbeit dar. Daher sollen sie im Folgenden näher erläutert werden. Vorerst wird ein anatomischer Überblick gegeben.

2.1 Anatomie

Das Zehenendorgan der Pferde wird Huf genannt und besteht aus den zentralen Stützteilen und dem modifizierten Hautüberzug (Salomon et al. 2008). Das Hufbein (*Phalanx distalis*), das Strahlbein (*Os sesamoideum distale*) und das distale Kronbein (*Phalanx media*) bilden die knöchernen Strukturen (International Committee on Veterinary Gross anatomical Nomenclature 2017). Außerdem zählen die synovialen Einrichtungen, also das Hufgelenk (*Articulatio interphalangea distalis*), die distalen Anteile der Fesselbeugesehnenscheide (*Vagina synovialis tendinum digitorum manus*) und der Hufrollenschleimbeutel (*Bursa podotrochlearis*) zu den zentralen Stützteilen (Salomon et al. 2008). Letztlich zählen auch die Hufknorpel (*Cartilago ungularis medialis et lateralis*) mit deren Bändern, sowie die Bänder des Hufgelenks und die Streck- und Beugesehnen zu den Stützteilen (Salomon et al. 2008). Der modifizierte Hautüberzug der von außen als Hornschuh sichtbar ist, stellt sich aus den allgemeinen Schichten der äußeren Haut zusammen, dies sind die Unterhaut (*Subcutis*), die Lederhaut (*Dermis*) und der Oberhaut (*Epidermis*) zusammen (Salomon et al. 2008).

Für die vorliegende Arbeit ist der Aufbau des Hufbeines von besonderer Bedeutung, weshalb ausschließlich dieser genauer erläutert wird. Grob kann das Hufbein in eine Wandfläche (*Facies parietalis*), Sohlenfläche (*Facies solearis*) und Gelenkfläche (*Facies articularis*) unterteilt werden (Nickel et al. 2004). An der dorsalen Mitte des Tragrandes (*Margo solearis*) ist bei manchen Pferden eine Tragrandkerbe (*Crena marginis solearis*) ausgebildet (Nickel et al. 2004). An der *Facies parietalis* verläuft annähernd horizontal, der *Sulcus parietalis*, welcher durch Knochenstege überbrückt sein kann (Salomon et al. 2008). Nach palmar/plantar erstrecken sich beidseits die Hufbeinäste (*Processus palmares/plantares*), denen die Hufknorpel aufsitzen (Nickel et al. 2004). Durch die Ansatzfläche der tiefen Beugesehne (*Facies flexoria*)

treten die Sohlenlöcher (*Foramina solearia*), die in Richtung proximo-dorsal im Hufbeinkanal (*Canalis solearis*) konvergieren (Nickel et al. 2004).

2.2 Verknöcherung des Hufknorpels

Die *Cartilagines ungulares* bestehen aus Faserknorpel und sitzen den *Processus palmares/plantares* proximal auf (Schoenberg et al. 2007). Ihre Größe ist individuell unterschiedlich und sie stehen in Verbindung mit dem Sohlenpolster und helfen daher bei der Stoßdämpfung innerhalb des Hufes, außerdem unterstützen sie den Blutfluss durch Kompression des venösen *Plexus ungularis* während der Lastaufnahme (Bowker et al. 1998, International Committee on Veterinary Gross anatomical Nomenclature 2017). Häufig kommt es zu einer Ossifikation der Hufknorpel, entweder von der Basis sich nach proximal ausbreitend oder seltener von einem weiter proximal liegenden, isolierten Verknöcherungskern ausgehend (Butler et al. 2017). Eine Ossifikation des Hufknorpels wird im Englischen als Sidebone oder ossification of the ungular cartilage (OUC) beschrieben (Hedenström et al. 2014).

Zur Ätiologie der Entstehung einer OUC gibt es verschiedene Erklärungen. Auswirkungen auf die Entstehung einer OUC haben die Huf- und Körpergröße, das Körpergewicht, die mechanische Belastung des Hufes, der Beschlag, die Vererbung und die Umwelt (Ruohoniemi et al. 1997a). Die Ausdehnung der OUC hat meist medial und lateral ein ähnliches Ausmaß, wobei sie lateral oft etwas stärker ist (Down et al. 2007). Nach Untersuchungen von Hedenström et al. (2014) wurde nur bei sieben von 208 untersuchten Pferden – die bei Erstuntersuchung über drei Jahre alt waren – eine Progression der OUC festgestellt, zwischen den Untersuchungen vergingen drei bis 13 Jahre. Daher wird angenommen, dass nur bis zu einem Lebensalter von drei Jahren mit der Progression einer OUC gerechnet werden kann.

Lahmheiten ausgehend von einer OUC werden selten beschrieben und die klinische Aussagekraft einer radiologisch diagnostizierten OUC ist fraglich (Baxter 2021). Nach Verschooten et al. (1996) besteht keine Korrelation zwischen dem Ausmaß einer OUC und der Entstehung einer Lahmheit. Auch Hinkle et al. (2020) und Becht et al. (2001) sehen die OUC eher als eine Abweichung der Norm als als einen relevanten Befund an. Wattle und Hedenström (2013) konnten auch keine klinische Relevanz einer OUC feststellen. Baxter (2021) beobach-

tete hochgradige OUC in Verbindung mit Typ II Hufbeinfrakturen (abaxiale, sagittale Fraktur mit Beteiligung des Hufgelenks) und vermutet, dass diese zu Frakturen und chronischer Lahmheit beitragen kann. Auch eine ausgeprägte mediolaterale Asymmetrie im Ausmaß der OUC soll die Gefahr einer Verletzung des ipsilateralen Hufknorpels oder des darunter liegenden Hufbeinastes erhöhen (Dyson und Nagy 2011, Kidd 2011). Die OUC steht häufig mit pathologisch veränderten Seitenbändern des Hufgelenks in Verbindung (Dyson et al. 2010).

Die Diagnose einer OUC erfolgt radiologisch im dorso-palmaren/plantaren Strahlengang, für eine genauere Untersuchung sollten Schräg- und Stressaufnahmen angefertigt werden (Jones und Dyson 2015, Ruohoniemi et al. 1993). Bei Verdacht einer Lahmheit verursachenden OUC kann eine szintigrafische Untersuchung pathologische Befunde liefern, die jedoch mittels Leitungsanästhesie und Schnittbildverfahren bestätigt werden sollen (Nagy et al. 2007).

2.3 Osteitis des Hufbeins

Eine Entzündung des Hufbeins – infektiösen oder nicht infektiösen Ursprungs – wird Osteitis des Hufbeins oder pedal osteitis (PO) genannt und resultiert in einer lokalisierten Demineralisierung der Phalanx distalis (Baxter und Adams 2011). Als Faktoren für die Entstehung einer nicht infektiösen PO werden chronische oder hochgradige akute Überbelastungen des Hufbeines wie Sohlenprellungen, aber auch Hufrehe oder Fehlstellungen vermutet (Reeves et al. 1989). Es wird angenommen, dass die im Folgenden beschriebenen Veränderungen der Knochenstruktur und der Gefäßkanäle Folgen einer lokalen Hyperämie und/oder eines erhöhten fokalen Druckes sind (Moyer et al. 1999).

Radiologisch stellt sich eine PO durch fokale oder diffuse Aufhellungen oder Knochenzubildungen am Hufbein dar (Moyer et al. 1999). Nach Butler et al. (2017) suggeriert der Begriff pedal osteitis eine aktive Entzündung und ist daher oft ungeeignet. Es sollte demnach der Begriff „pedal osteitis complex“ (POC) für derartige radiologische Veränderungen und damit verbundene klinische Zeichen verwendet werden.

Zur Diagnose eines POC sollten mindestens eine 60° dorsopalmar/plantare ("high-coronary-Aufnahme"), eine dorsomedial-palmaro-/plantarolaterale, sowie dorsolateral-palmaro-/plantaromediale Röntgenaufnahme gefertigt werden (Rendano und Grant 1978). Die wichtigsten Merkmale eines POC sind die lokalisierte Demineralisierung des Hufbeins, verbreiterte

Gefäßkanäle, sowie eine unregelmäßige Kontur des *Margo solearis* (Reeves et al. 1989). Laut Dyson (2011) benötigt die Diagnose eines POC einen Nachweis einer aktiven Inflammation durch eine computertomographische, magnetresonanztomographische oder szintigraphische Untersuchung. Bezüglich der oben genannten Kriterien zur Röntgenbefundung ist nur die diffuse, unregelmäßige Kontur der *Processus palmares* mit einem erhöhten „radiopharmaceutical uptake“ verbunden (Dyson 2011).

3 Material und Methoden

Im Folgenden wurden alle Messungen und Beurteilungen für die linke und rechte Vordergliedmaße jeweils für medial und lateral separat durchgeführt. Diese vier Vorderhufhälften wurden daher im Folgenden als vier „Quadranten“ bezeichnet. Das Verhältnis zwischen zwei Werten wurde, sofern sich beide auf denselben Quadranten beziehen, als ipsilateral bezeichnet.

3.1 Patientenauswahl

Für die folgenden Messungen wurden Patienten ausgewählt, von denen Röntgenaufnahmen der Zehen der Vordergliedmaßen im Tierspitalinformationssystem (TIS) (Agfa HealthCare, Septestraat, Belgien) der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorliegend waren. Der Aufnahmezeitraum der Röntgenstudien war von Juni 2019 bis August 2021. Die Gründe für die Durchführung der Röntgenstudien, sowie die daraus resultierenden Diagnosen waren unterschiedlich und es wurde nicht nach bestimmten Kriterien selektiert.

Von allen verwendeten Patienten wurden das Nationale, die im TIS festgehaltenen Ergebnisse durchgeführter Lahmheitsuntersuchungen und die dazugehörigen radiologischen Befunde erfasst.

Inkludiert wurden nur Patienten mit mindestens einer dorso-palmaren und einer Oxspring-Aufnahme, diese entspricht einer dorsopalmaren Aufnahme mit einem 55° bis 60° gewinkelten Keil (Erdmann 2009), von zumindest einem Vorderhuf. Exkludiert wurden Patienten mit einem Lebensalter von unter fünf Jahren oder mit für die vorliegende Arbeit ungeeigneten Röntgenaufnahmen, wie zum Beispiel Oxspring-Aufnahmen mit Überlagerungen von Strahlbein und Hufbeinästen oder von verschmutzten oder beschlagenen Hufen.

Es wurden insgesamt 67 Patienten in diese Arbeit aufgenommen.

3.2 Messung der Hufknorpelverknöcherung

Die Röntgenstudien wurden aus dem Tierspitalinformationssystem (TIS) exportiert und anschließend wurde das Programm ImageJ des National Institute of Health (Bethesda, USA) für die Messungen verwendet.

Die Höhe der OUC wurde in der dorso-palmaren Aufnahme gemessen. Als erstes wurde die transversale Hufbeinachse bestimmt. Als Anhaltspunkte wurden die proximalen Konturen der *Sulci parietales*, die *Foramina solearia* und die *Facies articularis* des Hufbeins verwendet. Im Winkel von 90° zur vorhin bestimmten Hufbeinachse wurde die Distanz zwischen proximaler Kante des *Sulcus parietalis* und der maximalen, proximalen Ausdehnung des verknöcherten Hufknorpels gemessen. Um die unterschiedlichen Größen der Pferde auszugleichen, wurde die Breite des Kronbeins als Bezugsgröße herangezogen. Diese wurde an der größten medio-lateralen Ausdehnung der Gelenksfläche am *Caput phalangis mediae* gemessen. Das Ergebnis dieser Messungen ist der OUC-Quotient (OUCQ).

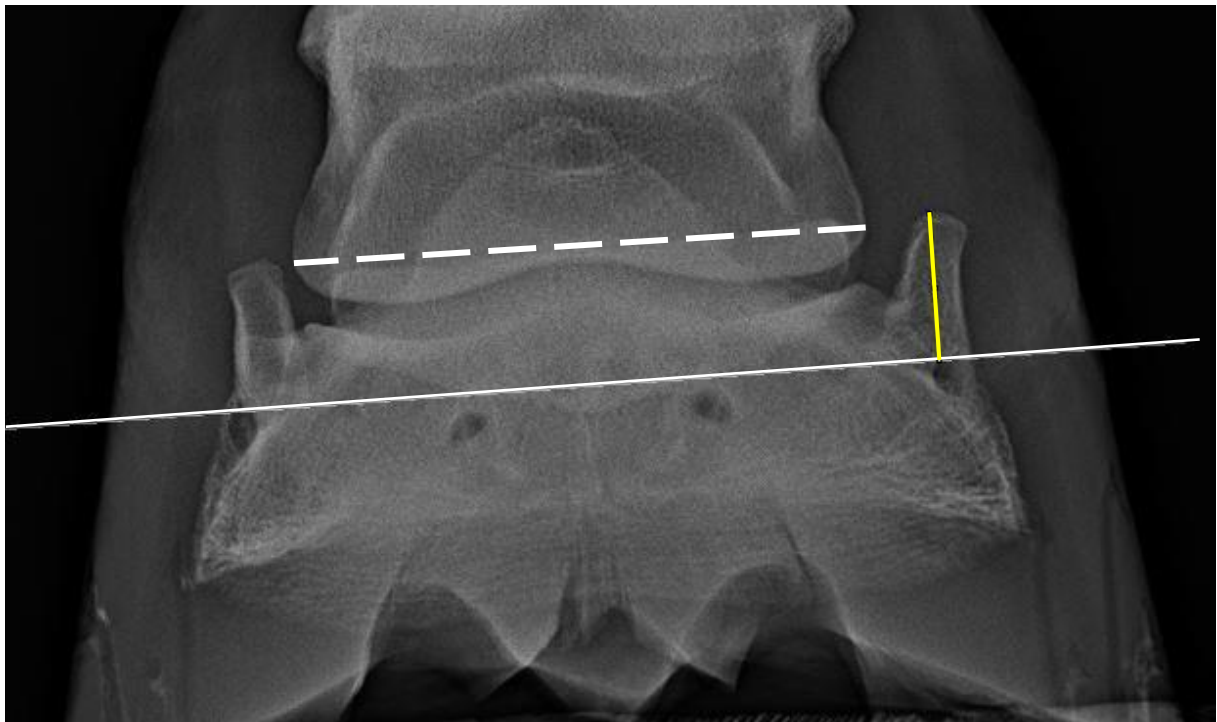


Abb. 1: Messung der Höhe der Hufknorpelverknöcherung und der Kronbeinbreite. Dorso-palmar Aufnahme des linken Vorderhufes von Pferd 20. Medial ist links im Bild. Gemessene Höhe (gelb) im 90°-Winkel zur transversalen Hufbeinachse (weiß), welche am proximalen Ende der *Foramina solearia* jeweils lateral und medial angelegt wurde. Distale Kronbeinbreite (strichliert) parallel zur der proximalen Ausdehnung der Hufgelenksfläche.

Zusätzlich wurde die Höhe der OUC mittels der „New scale“ nach Hedenström et al. (2014) und der Graduierung nach Ruohoniemi et al. (1993) eingestuft. Diese Werte wurden im Folgenden als OUCns und OUCr bezeichnet. Die OUCns ist eine vierstufige Skala (0-3), während die OUCr sechsstufig (0-5) ist. Bei beiden Skalen entspricht der Wert 0, einem Huf ohne Anzeichen einer OUC.

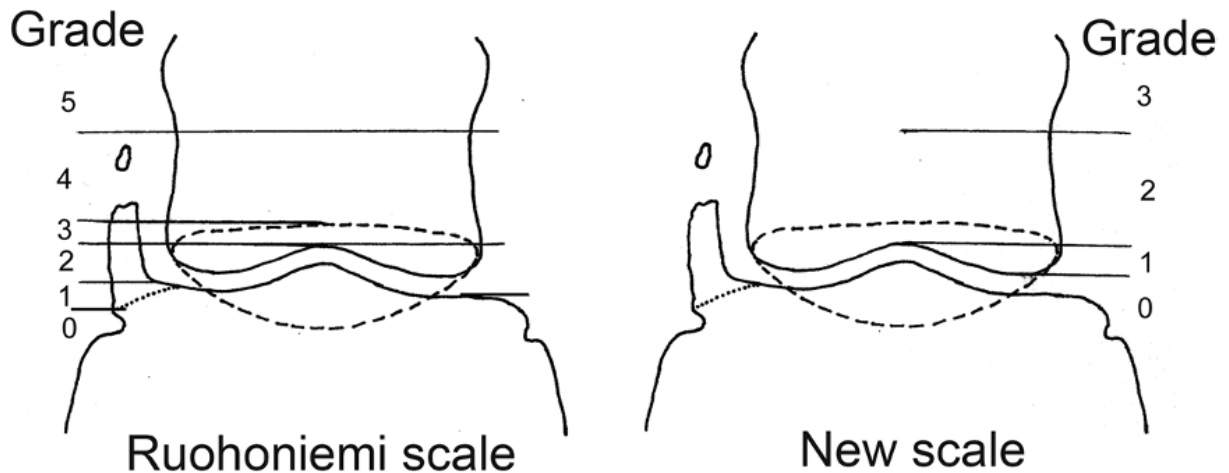


Abb. 2: Skalen zur Graduierung der OUC (Ruohoniemi et al. 1993, Hedenström et al. 2014)

Alle Messungen wurden jeweils für die linke und rechte Vordergliedmaße medial und lateral separat durchgeführt.

3.3 Beurteilung der radiologischen Anzeichen im Sinne eines pedal osteitis complex

Die radiologischen Anzeichen eines POC wurden sowohl computerunterstützt automatisch, als auch subjektiv mittels einer Kriterienliste beurteilt. Auch hier wurde nach Exportierung der Röntgenstudien aus dem Tierspitalinformationssystem (TIS) das Programm ImageJ (National Institute of Health, Bethesda, USA) für die Messungen verwendet.

3.3.1 Automatische Beurteilung

Für die automatische Beurteilung des POC waren 64 Patienten geeignet, 15 davon nur unilateral. Bei diesen 15 Pferden waren entweder nur unilaterale Röntgenaufnahmen der Zehen vorhanden oder die Aufnahmen der kontralateralen Zehe waren durch Überlagerung des *Processus palmaris* nicht geeignet. Um einen Indikator für radiologische Veränderungen im Sinne einer stattgefundenen oder akuten Osteitis des Hufbeins zu erhalten, wurden Oxspring-Aufnahmen herangezogen. Als erstes wurde je ein rechteckiger Ausschnitt des medialen und lateralen Hufbeinastes mit 75 Pixel Breite zugeschnitten. Die Länge des Rechteckes reichte palmar bis zum Ende des *Processus palmaris* bzw. bis zur ersten Überlagerung mit dem proximal aufsitzenden, verknöcherten Hufknorpel oder dem *Sulcus parietalis*, dorsal bis auf die Höhe des quer verlaufenden Abschnittes des *Canalis solearis*.

Über die so erhaltenen rechteckigen Ausschnitte wurde ein Feldraster mit einer Größe von 15 x 15 Pixel je Feld gelegt. Für jedes Feld wurden das Maximum, Minimum, der Mittelwert und die Standardabweichung der Grauwerte sowie der „POC-Wert zur Bestimmung des Grenzfeldes“ (POC_{GF}) einzeln berechnet.

Der POC_{GF} ist der Quotient aus der Standardabweichung und dem Mittelwert der Differenzen zwischen Mittelwert und Minimal- bzw. Maximalwert.

$$POC_{GF} = \frac{\text{Standardabweichung}}{(|\text{Minimum} - \text{Mittelwert}| + \text{Maximum} - \text{Mittelwert})/2}$$

Aus den hier erhaltenen jeweils höchsten POC_{GF} jeder Zeile wurde jeweils ein Mittelwert für jeweiligen, gesamten Hufbeinast errechnet. Als Ergebnis bekam jeder Quadrant einen errechneten POC_{auto} -Wert.



Abb. 3: Festlegung des zur automatischen Graduierung des Hufbeinosteitis verwendeten Bildausschnitts. Oxspring-Aufnahme des rechten Vorderhufes von Pferd 2. Lateral ist links im Bild. Links: Zugeschnittenes Bild. Mittels eines Makros wurde ein Raster über den Bildausschnitt gelegt und in jeder Zeile das Feld mit der höchsten Standardabweichung (Grenzfeld) der Grauwerte gefunden und dessen Werte in eine Excel-Mappe exportiert. Rechts: Rechteck (gelb) mit fixer Breite von 75 Pixel. Dorsale Grenze: Hilfslinie (weiß) orientiert am palmaren Rand des querverlaufenden Anteils des *Canalis solearis*. Palmare Grenze: Überschneidungspunkt des Rechtecks mit dem *Sulcus parietalis*.

Bei einer im Bild von oben nach unten verlaufenden Kontur des *Margo solearis*, entsprach so das Feld mit dem höchsten POC_{GF} jeder Zeile dem Feld, das die Knochenkontur enthielt (Grenzfeld).

3.3.2 Subjektive Beurteilung

Zur subjektiven Evaluierung der Veränderungen im Sinne eines POC wurde eine Kriterienliste erstellt. Sie diente zur Einteilung in keine (0) und gering- bis hochgradige (1-3) Anzeichen eines pedal osteitis complex. Hierfür wurden von Baxter und Adams (2011), Butler et al. (2017) und Dyson (2011) genannte Charakteristika herangezogen:

Tab. 1: Kriterienliste zur subjektiven Beurteilung eines POC

Kriterium	Grad	Beschreibung
1. Unregelmäßige Knochenstruktur am <i>Margo solearis</i>	ggr.	Kontur wirkt rau und ungleichmäßig röntgendicht, Einziehungen von einer Tiefe bis maximal der Breite der Hauptgefäßkanäle
	mgr.	Einziehungen von einer Tiefe bis ca. mittlerer Breite der Hauptgefäßkanäle
	hgr.	Einziehungen tiefer als die Breite der größten Hauptgefäßkanäle
2. Ausdehnung der veränderten Knochenkontur am <i>Margo solearis</i>	ggr.	Veränderungen nur lokal in einem kleinen Bereich
	mgr.	Veränderungen über den Großteil der Knochenkontur
	hgr.	Veränderungen fast entlang der gesamten Knochenkontur
3. Weite der Gefäßkanäle im Bereich der Hufbeinäste	ggr.	kaum erweitert; evtl. unregelmäßige, aber klar definierte Abgrenzung
	mgr.	mäßig erweitert; unregelmäßige, unklar definierte Abgrenzung
	hgr.	deutlich erweitert; unregelmäßige, kaum definierte Abgrenzung

Für alle drei Kriterien wurde der beurteilte Bereich palmar vom Ende des *Processus palmaris* bzw. dem Überschneidungspunkt mit dem proximal aufsitzenden, verknöcherten Hufknorpel und dorsal von einer Verbindungslinie auf die Höhe des quer verlaufenden Abschnittes des *Canalis solearis* begrenzt, dies entsprach dem Bereich des Feldrasters für die automatisierte Auswertung.

Bei der Beurteilung der Weite der Gefäßkanäle – Kriterium Nummer drei – wurden nur die kleineren, physiologischerweise im Bereich des Hufbeinastes kaum sichtbaren Gefäßkanäle gewertet. Hauptgefäßkanäle mit sichtbarer Verbindung zum *Canalis solearis* wurden nicht berücksichtigt – diese dienten jedoch als Maß für Kriterium Nummer eins.

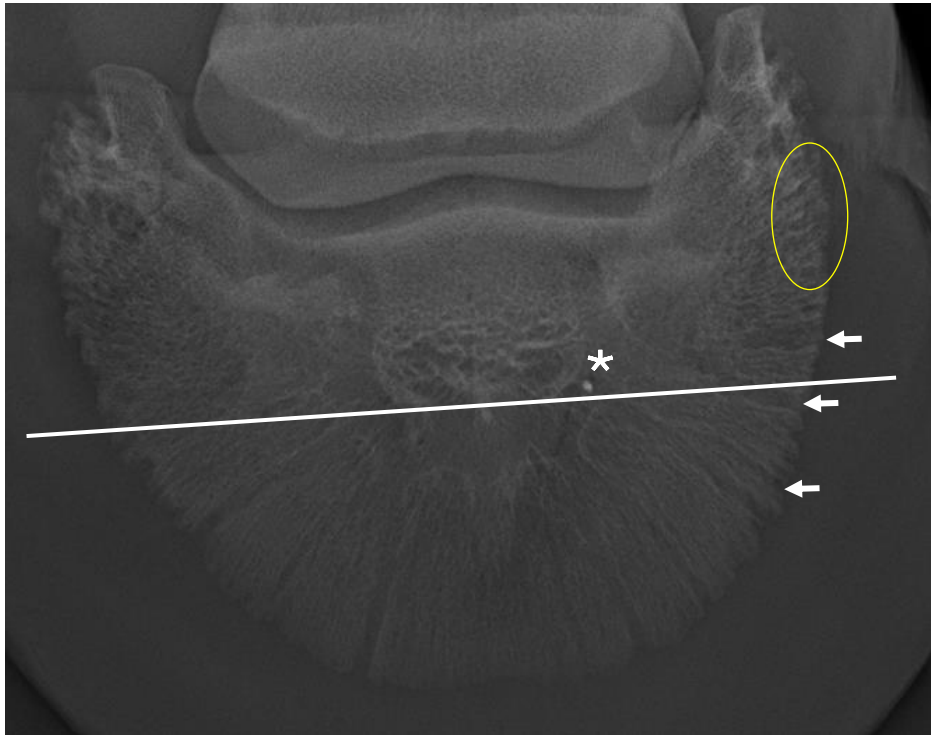


Abb. 4: Oxspring-Aufnahme des rechten Vorderhufes von Pferd Nr. 64: Lateral ist links im Bild. Lateral: hgr. Anzeichen eines pedal osteitis complex (POC), unregelmäßiger *Margo solearis* bis auf Höhe des *Canalis solearis*, mit tiefen Einziehungen, ggr. verbreiterte Gefäßkanäle (POCscore=13). Medial: mgr. Anzeichen eines POC, unregelmäßiger *Margo solearis* bis auf Höhe des *Canalis solearis*, mit oberflächlichen Einziehungen, mgr. verbreiterte Gefäßkanäle (gelber Kreis) (POCscore=8). Hauptgefäßkanäle (Pfeile) mit direkter Verbindung zum *Canalis solearis* (Stern) wurden nicht beurteilt.

Die subjektive Beurteilung wurde von zwei Beurteilenden unabhängig voneinander durchgeführt. Die Beurteilenden waren der Autor dieser Arbeit Andreas Unterberger und die Betreuerin Ao.Univ.-Prof. Dr. med.vet. Theresia Licka. Die Summe der einzelnen drei Kriterien bei der Beurteilenden wurde für jeden Quadranten als POCscore zusammengefasst.

3.4 Statistische Verfahren

Die statistischen Auswertungen wurden mit den Programmen SPSS Statistics (Firma IBM, New York, USA) und Excel 2010 (Firma Microsoft, Redmond, USA) durchgeführt.

Die erhobenen Daten zeigen keine Normalverteilung, weshalb nicht parametrische Tests durchgeführt wurden. Es wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson zwischen den folgenden, erhobenen Daten berechnet: Alter, Geschlecht, Rasse, Nutzungsart, die Diagnose der klinisch-orthopädischen und radiologischen Untersuchung (die beiden Letzteren jeweils separat für die linke und rechte Gliedmaße) und für die folgenden jeweils separat für alle vier Quadranten: OUCQ, OUCr, OUCns, die einzelnen POC-Grade beider Beurteilenden, POCscore, POCauto. Im Weiteren werden nur die signifikanten Korrelationen berichtet. Das Ausmaß der Korrelationen wurde nach Cohen (2013) in schwach 0,1 bis 0,3, moderat 0,3 bis 0,5 und stark $\geq 0,5$ eingeteilt.

An Hand der nominalen Daten (Rasse, Geschlecht, Nutzungsart, klinische und radiologische Diagnose) wurden Gruppen gebildet und für diese Gruppenvergleiche mittels Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Sich daraus ergebene signifikante Unterschiede bei Mehrfachvergleichen wurden per Bonferroni-Korrektur berichtet.

4 Ergebnisse

Gesamt wurden 67 Pferde in die Studie aufgenommen. Von 52 Pferden waren Röntgenbilder beider Vorderzehen vorhanden, von 15 nur die von einer. Die OUC konnte bei allen Aufnahmen bewertet werden. Also waren die Röntgenbilder von 52 Pferden für eine beidseitige Messung der OUC geeignet, von 15 Pferden nur unilateral. Die Röntgenbilder von 48 Pferden waren für die bilaterale Bewertung des POC geeignet, von 18 Pferden nur unilateral. Also



Abb. 5: dorso-palmar und Oxspring-Aufnahme des rechten Vorderhufes von Pferd Nr. 29: lateral ist links im Bild. Oben: hgr. symmetrische Anzeichen einer OUC (OUCns=3, OUCr=5). Unten: keine Anzeichen eines pedal osteitis complex (POC), regelmäßiger *Margo solearis* ohne Einziehungen, schmale, kaum sichtbare Gefäßkanäle (POCscore=0). OUC = Ossification of the ungular cartilage, OUCr = OUC-Grad nach Ruohoniemi et al. (1993), OUCns = OUC-Grad nach der "new scale"

wurden Aufnahmen von allen 119 Zehen in der Bewertung der OUC erfasst, von 114 Zehen bei der Bewertung des POC.

Von den 67 Pferden waren 29 Freizeitpferde (43,2 %), 13 Dressurpferde (19,4 %), sechs Springpferde (9,0 %) und 19 konnten keiner der vorherigen Gruppen zugeordnet werden (28,4 %) und deren Anzahl war zu gering, um eine eigene Gruppe zu bilden (Fahr-, Distanz-, Schulpferde etc.) bzw. war keine Nutzungsart angegeben.

Es wurden 42 Wallache (62,7 %), 22 Stuten (32,8 %) und drei Hengste (4,5 %) in diese Studie aufgenommen. Unterteilt in die jeweiligen Rassen waren 50 Warmblutpferde (74,6 %), elf Haflinger und Isländer (16,4 %), fünf Vollblutpferde (7,5 %) und ein Kaltblutpferd (1,5 %).

Das Medianalter der untersuchten Pferde betrug 12,4 Jahre (Minimum 5,6; Maximum 24,4).

Von den untersuchten Pferden zeigten 34 an mindestens einer Gliedmaße eine OUCns von mindestens Grad 1 (52,2 %). Alle 67 Pferde hatten an mindestens einer Gliedmaße eine OUCr von mindestens Grad 1 (100 %). Bei der Einzelbetrachtung der 238 beurteilten Hufknorpel – der 119 Zehen – zeigten sich folgende OUCr: fünf hatten Grad 0 (2,1 %), 91 Grad 1 (38,2 %), 95 Grad 2 (39,9 %), sieben Grad 3 (2,9 %), 35 Grad 4 (14,7 %) und fünf Grad 5 (2,1 %). Hinsichtlich der OUCns hatten 161 Grad 0 (67,6 %), 30 Grad 1 (12,6 %), 42 Grad 2 (17,6 %) und fünf Grad 3 (2,1 %).

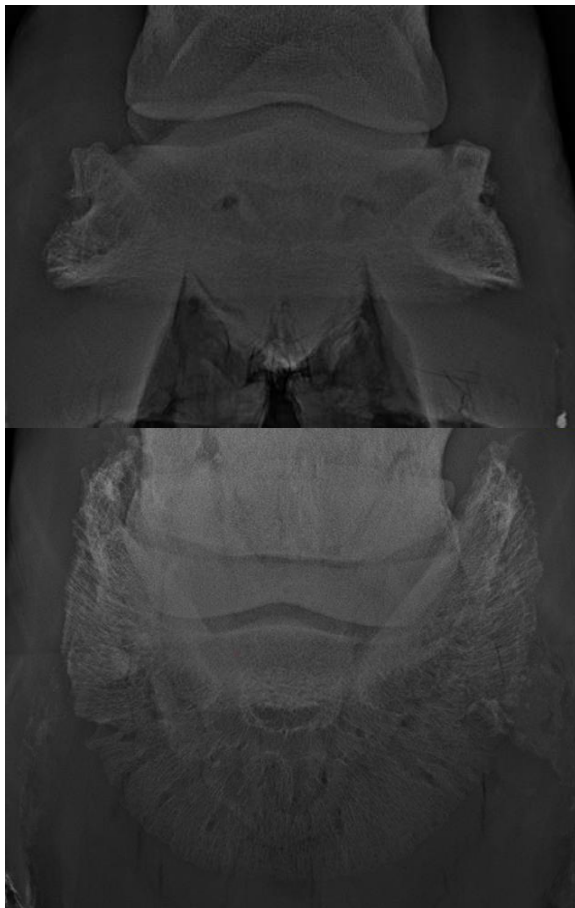


Abb. 6: dorso-palmar und Oxspring-Aufnahme des rechten Vorderhufes von Pferd Nr. 28: lateral ist links im Bild. Oben: ggr. symmetrische Anzeichen einer OUC (OUCns=0, OUCr=2). Unten: hgr. symmetrische Anzeichen eines pedal osteitis complex (POC), unregelmäßiger *Margo solearis* bis auf dorsale Höhe des *Canalics solearis*, mit tiefen Einziehungen, hgr. verbreiterte Gefäßkanäle (POCscore=11). OUC = Ossification of the ungular cartilage, OUCr = OUC-Grad nach Ruohoniemi et al. (1993), OUCns = OUC-Grad nach der “new scale”

4.1 Korrelationen

Signifikante Korrelationen zwischen einzelnen Kriterien aus der subjektiven POC-Beurteilung (z. B. Kriterium 2 rechts lateral von BeurteilerIn 1) mit anderen Werten wurden im Folgenden nur erwähnt solange sie sich auf dieselbe Gliedmaße beziehungsweise denselben Quadranten beziehen. Definitive r-Werte wurden nur bei Korrelationen zwischen einzelnen Parametern im Folgenden angeführt, bei signifikanten Korrelationen mehrerer ähnlicher Parameter (z. B. die einzelnen Kriterien zur Beurteilung des POC) wurde auf die Angabe dieses Wertes verzichtet, die vollständige Auflistung der r-Werte ist im Anhang II ersichtlich.

In Betrachtung der einzelnen Kriterien zur Beurteilung des POC korrelierten alle Kriterien von BeurteilerIn 1 mit dem jeweils gleichartigen von BeurteilerIn 2 moderat bis stark positiv ($p < 0,05$), zum Beispiel korrelierte das Kriterium 1 links medial von BeurteilerIn 1 positiv mit dem Kriterium 1 links medial von BeurteilerIn 2

($p=0,004$; $r=0,377$) usw. Die einzige Ausnahme bildete das Kriterium 3 rechts medial, hier zeigte sich eine positive Korrelation ohne Signifikanz ($p=0,109$; $r=0,218$). Der POCscore bei der Beurteilenden korrelierte stark positiv zwischen allen Quadranten ($p<0,05$).

Es zeigte sich eine moderat bis stark positive Korrelation jeweils im Ausmaß des OUCQ, der OUCr und der OUCns zwischen den Quadranten ($p<0,05$). Auch zwischen OUCQ, OUCns und OUCr zeigte sich innerhalb jedes Quadranten eine moderat bis stark positive Korrelation ($p<0,05$).

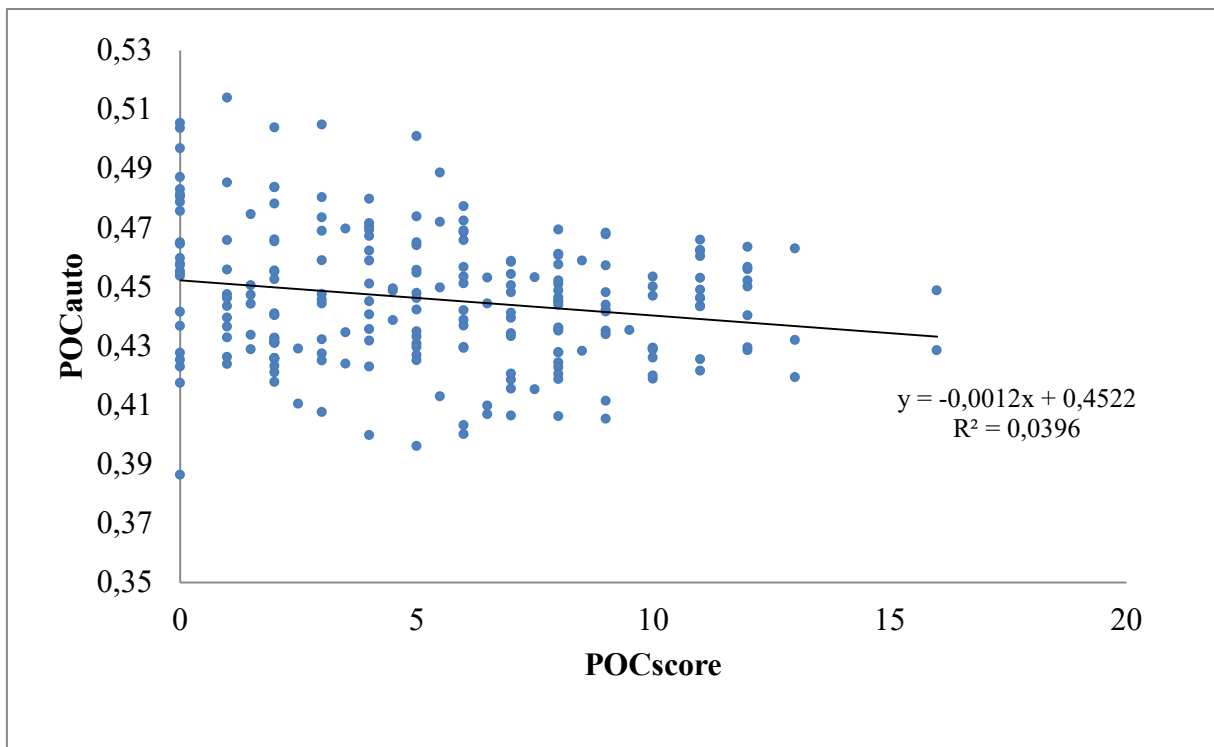


Abb. 7: Korrelation zwischen dem automatisch (POCauto) und subjektiv (POCscore) ermittelten Grad des pedal osteitis complex derselben Vorderhufhälfte, $n = 224$. Es zeigt sich eine signifikant negative Korrelation mit einer hohen Streuung ($p=0,003$). R^2 = Bestimmtheitsmaß.

Hinsichtlich des POCauto aller Quadranten miteinander, zeigte sich folgendes: POCauto links medial korrelierte moderat positiv mit POCauto links lateral ($p=0,004$; $r=0,374$). POCauto links lateral korrelierte moderat positiv mit POCauto rechts medial ($p=0,01$; $r=0,368$) und rechts lateral ($p=0,02$; $r=0,334$). POCauto rechts medial korrelierte stark positiv mit POCauto rechts lateral ($p=0,000$; $r=0,538$).

Bei Betrachtung der Korrelationen der POCAuto mit den OUC-Werten desselben Quadranten zeigten sich folgende Zusammenhänge: POCAuto rechts medial korrelierte schwach positiv mit OUCQ rechts medial ($p=0,04$; $r=0,280$), moderat positiv mit OUCQ rechts lateral ($p=0,000$; $r=0,482$), moderat positiv mit OUCr und OUCns rechts lateral ($p=0,004$; $r=0,385$ bzw. $p=0,012$; $r=0,339$). Der POCAuto korrelierte mit keinem anderen OUCQ, OUCns oder OUCr signifikant.

Der POCAuto rechts medial korrelierte moderat negativ mit dem POCscore rechts medial ($p=0,009$; $r=-0,352$). Der POCAuto korrelierte mit keinem anderen ipsilateralen POCscore signifikant. Betrachtet man den POCscore und den POCAuto jedes Quadranten separat ergibt sich eine signifikant negative Korrelation ($p=0,003$) (Abb. 7).

Der POCscore rechts medial korrelierte schwach negativ mit dem OUCQ rechts medial ($p=0,043$; $r=-0,271$). Zwischen den POCscore und den OUCns, OUCr und OUCQ innerhalb der anderen Quadranten zeigte sich keine signifikante Korrelation. Auch in Betrachtung des POCscore und des OUCQ jedes Quadranten separat ergibt sich keine signifikante Korrelation ($p=0,845$) (Abb. 8).

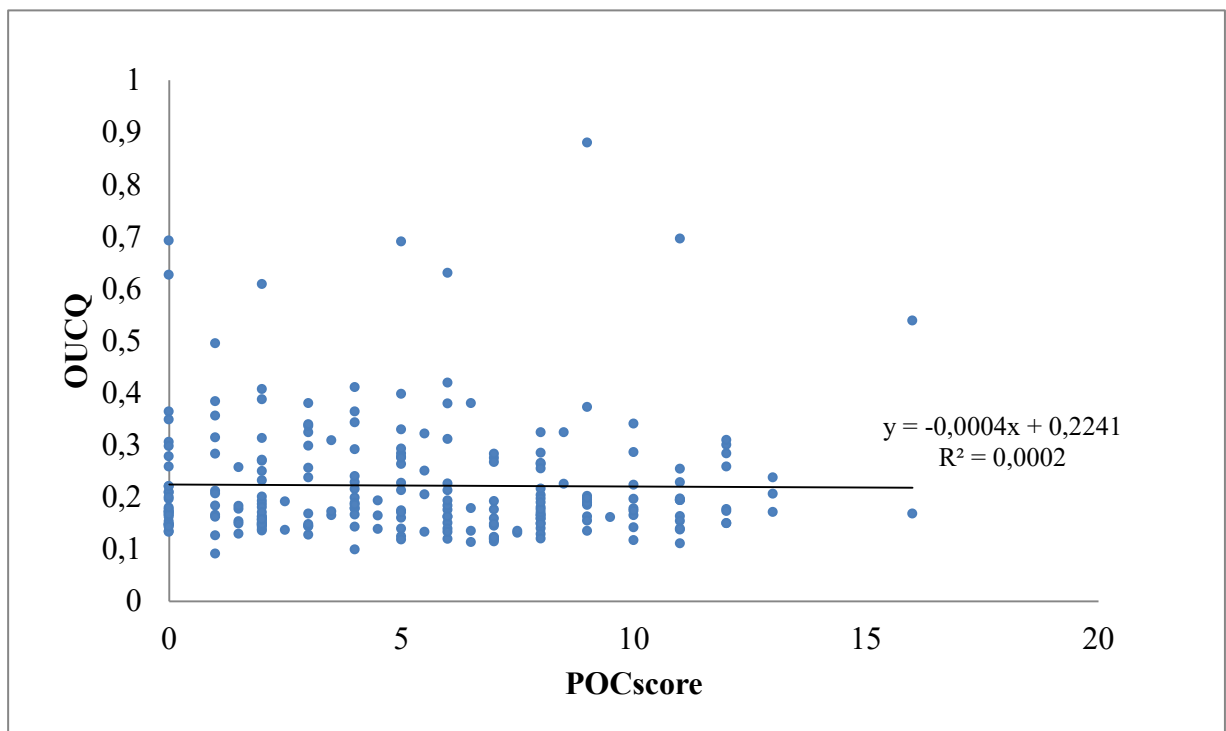


Abb. 8: Korrelation zwischen dem subjektiv ermittelten Grad des pedal osteitis complex (POCscore) und dem gemessenen Ausmaß der Hufknorpelverknöcherung (OUCQ) derselben Vorderhufhälfte, $n = 232$. Es zeigte sich keine signifikante Korrelation mit einer hohen Streuung ($p=0,845$). R^2 = Bestimmtheitsmaß.

4.2 Gruppenvergleiche

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern in allen erhobenen Parametern, auch nicht zwischen den verschiedenen Rassen.

Zwischen den Nutzungsarten Freizeitpferd und Springpferd zeigte sich bei dem OUCQ rechts lateral ein signifikanter Unterschied ($p=0,045$). Hier zeigen Freizeitpferde (Median 0,19; 0,14-0,38) eine ausgeprägtere OUC als Springpferde (Median 0,13; 0,12-0,17). Der OUCQ an den anderen Quadranten zeigte keine signifikanten Unterschiede.

Pferde, die links klinisch mit einer Podotrochlose diagnostiziert wurden zeigten eine höhergradige, radiologische Podotrochlose links ($p=0,034$; $r=-0,378$) und häufiger eine klinisch diagnostizierte Podotrochlose rechts ($p=0,01$; $r=0,443$).

Pferde mit einer radiologisch diagnostizierten Podotrochlose links zeigten höhere Werte bei der subjektiven POC Beurteilung von BeurteilerIn 1 im Kriterium 2 links medial ($p=0,022$; $r=0,354$), niedrigere Werte im POCauto links lateral ($p=0,037$; $r=-0,274$) und häufiger radiologisch diagnostizierte Podotrochlose rechts ($p=0,013$; $r=0,365$).

5 Diskussion

Die Hypothese, dass der Grad einer OUC mit dem Grad des ipsilateralen POC korreliert, kann mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Der POCscore korreliert überwiegend nicht mit den drei verschiedenen Beurteilungen der OUC. Nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit gibt es also keinen Zusammenhang zwischen einer POC und einer OUC am ipsilateralen Hufbeinast.

In der vorliegenden Arbeit wurden 119 Vorderhufe von 67 Pferden untersucht. Die Größe der Stichprobe zeigt somit eine Größenordnung, welche zwischen 202 Pferden (Ruohoniemi et al. 1997a) und 28 Pferden (Lejeune et al. 2006) früherer Studien liegt. Bei fünf Gliedmaßen wurde nur die Höhe der OUC ermittelt, da die Qualität der Oxspring-Aufnahme nicht für eine Beurteilung des POC aus ausreichend war. Diese Pferde wurden nicht in der Vorselektion aussortiert, da trotzdem für die Bewertung der OUC und des POC geeignete Röntgenaufnahmen der kontralateralen Vordergliedmaße vorlagen.

Wenn man den POC als Ergebnis von Überbeanspruchung und Reaktion des Hufbeines auf äußere Einflüsse ansieht, decken sich die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit – keine signifikante Korrelation zwischen dem Ausmaß einer OUC und dem eines POC – mit denen von Hedenström et al. (2014). In deren Studie zeigte sich keine Progression der OUC ab einem Alter von drei Jahren, obwohl die untersuchten Kaltblutpferde im Trabrennsport aktiv und somit hoher mechanischer Belastung ausgesetzt waren (Hedenström et al. 2014). Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnis wurden in der vorliegenden Arbeit nur Pferde mit einem Alter über fünf Jahren aufgenommen, damit sollte bereits bei jedem Pferd die Progression der OUC abgeschlossen sein. In der vorliegenden Arbeit zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen dem Alter und der OUC. In Gegensatz dazu zeigt eine erhöhte radiopharmaceutical uptake in der Szintigrafie an der Basis der OUC, dass hier ein lebenslanger Knochenstoffwechsel stattfindet und daher eine Progression der OUC möglich ist (Nagy et al. 2007). In einer Studie mit 28 Kaltblutpferden, die vom 250. Lebenstag bis zum Alter von 2,4 Jahren wiederholt untersucht wurden, stieg die Prävalenz von Pferden mit einer OUC von 23 % auf 100 % (Lejeune et al. 2006). Zur Progression einer OUC bei adulten Pferden liegen laut aktueller Literaturrecherche keine weiteren Studien vor.

Da der POCscore zwischen links und rechts jeweils medial und lateral stark positiv korrelierte ($p < 0,05$), ist davon auszugehen, dass die Ursache eines POC auf das gesamte Pferd (bzw. zumindest auf beide Vordergliedmaßen) einwirkt und nicht nur auf eine Gliedmaße. Das heißt, dass die Ursachen, die an einem Quadranten zu einer radiologischen Ausprägung eines POC führen, auch an den anderen Quadranten wahrscheinlicher derartige Veränderungen hervorrufen. Es wurden mögliche Ursachen diskutiert, die zu chronische Überbelastungen des Hufbeines führen können, wie zum Beispiel durch äußere Bedingungen wiederholt auftretende Sohlenprellungen, aber auch Hufrehe oder Fehlstellungen (Reeves et al. 1989). Eine Kumulation derartiger Mikrotraumen kann ein Remodeling des Hufbeins verursachen, die dann als POC gewertet werden können. Das gleiche Ergebnis lieferten die Korrelationen der OUC. Auch hier zeigte sich, dass Pferde, die an einem Quadranten eine hochgradige OUC vorwiesen, an den anderen Quadranten eine deutliche OUC zeigten.

Das Kriterium 3 rechts medial zeigte zwar eine schwach positive Korrelation zwischen den Beurteilenden, jedoch – im Gegensatz zu den restlichen elf Kriterien – ohne statistische Signifikanz ($p = 0,109$; $r = 0,22$). Das mag zum Teil auch daran liegen, dass die Kriterien 1 und 2 aufeinander aufbauen. Wenn in Kriterium 1 keine unregelmäßige Kontur sichtbar ist (0), muss auch deren Ausdehnung (Kriterium 2) folglich null sein. Es wurden trotzdem beide Kriterien in die Bewertung des POC aufgenommen, da es z. B. Hufbeinäste mit fokal beschränkten großen Läsionen, als auch welche mit kleinen Unregelmäßigkeiten entlang des gesamten Hufbeinastes gab. Durch Trennung dieser beiden Kriterien sollte eine derartige Variabilität berücksichtigt werden. Dass sich der aufgestellte Kriterienkatalog gut zur subjektiven Beurteilung eines POC eignet, zeigte sich darin, dass alle anderen elf Kriterien moderat bis stark positiv zwischen den Beurteilenden korrelierten ($p < 0,05$). Diese Korrelation wurde erreicht, obgleich ein deutlicher Unterschied in der Erfahrung in der Röntgenbeurteilung zwischen den Beurteilenden vorlag und die Beurteilung unabhängig voneinander durchgeführt wurde, obwohl längere Erfahrung und Ausbildung zu einer noch besseren Übereinstimmung radiologischer Befunde zwischen Beurteilenden führen (Malina-Altzinger et al. 2015).

Dass der POCauto rechts medial moderat negativ mit dem POCscore rechts medial korrelierte ($p = 0,009$), zeigt, dass der errechnete POCauto nicht das bewertete, was subjektiv als Zeichen eines POC angesehen wurde. Auch zeigte sich sonst keine Korrelation zwischen den POCauto

und POCscore innerhalb aller anderen Quadranten. Somit ist dieses hier entworfene automatisierte Verfahren nicht zur Bewertung eines POC geeignet. In der vorliegenden Arbeit wurde die Standardabweichung der Grauwerte entlang der Hufbeinkontur als Indikator verwendet. Für zukünftige automatisierte Beurteilungen eines POC sollte nach einem anderen Wert für die Unregelmäßigkeit der Hufbeinkontur gesucht werden. Smyth et al. (1999) und Sardjono et al. (2013) haben bereits gezeigt, dass automatisierte Messungen in anderen Bereichen der Röntgendiagnostik – wie z. B. bei der Beurteilung der humanen Wirbelsäule – möglich sind und hilfreich sein können.

Es zeigte sich kein Unterschied zwischen den Nutzungsarten. Anders als vermutet, zeigten Springpferde nicht häufiger Anzeichen eines POC oder einer OUC. Im Gegenteil zeigten Freizeitpferde rechts lateral sogar signifikant höhere OUCQ als Springpferde ($p=0,045$). Melo e Silva und Vulcano (2002) fanden in 151 (93 %) von 163 brasilianischen Springpferden unbekannter Rasse eine OUC. In Ruohoniemi (1997) zeigten Zugpferde der Rasse Finnpferd eine deutlichere OUC als Reit- oder Trabpferde. Leider ist im Patientenpool der Pferdeklinik und somit in der Stichprobe der vorliegenden Arbeit eine zu geringe Zahl an Zugpferden ($n=2$), um dieses Ergebnis zu überprüfen. Des Weiteren ist der Begriff Freizeitpferd hauptsächlich über die Profession des Reiters definiert und nicht über den tatsächlichen, sportlichen Einsatz des Pferdes. Beispielsweise werden Pferde von der/dem Besitzerin/Besitzer als Freizeitpferd deklariert, obwohl sie bei kleineren Turnieren verschiedener Disziplinen antreten und auch trainiert werden, da es sich lediglich um ein Hobby der/des Besitzerin/Besitzers handelt. Somit ist innerhalb der Verwendungsgruppe Freizeitpferde mit einer hohen Inhomogenität in der Beanspruchung der Pferde zu rechnen.

In der vorliegenden Arbeit stellte sich kein Unterschied in der Häufigkeit oder dem Ausmaß einer OUC oder eines POC zwischen den Geschlechtern dar. Im Gegensatz dazu wird bei Ruohoniemi (1997) von einer deutlicheren OUC in Stuten – um 44,7 % höhere OUC Grade nach der fünfstufigen Skala – berichtet, wobei jedoch alle 202 untersuchten Pferde der Rasse Finnpferd angehörten und daher subtilere Geschlechtsunterschiede erkennbar waren.

Alle in der vorliegenden Arbeit aufgenommenen Pferde wurden auf der Universitätsklinik für Pferde vorgestellt. Als Nutzungsart dieser Pferde wurden ausschließlich Sport und Freizeit

angegeben, keines war eine Zuchtstute. Im Vergleich zu vorherigen Studien ist die Stichprobe daher, bezüglich der Nutzungsart und der Pferderassen, deutlich inhomogener. Während bei Ruohoniemi (1997) nur Finnpferde (Traber, Zugpferde, Reitpferde), die zur Gruppe der Kaltblutpferde zählen, untersucht wurden, waren alle Pferde bei Hedenström et al. (2014) im „Official Swedish and Norwegian Sports Data“ erfasste Kaltbluttraber. Insgesamt zeigten 79,9 % der Pferde bei Ruohoniemi (1997) bzw. 84,5 % der Pferde bei Hedenström et al. (2014) eine OUC von Grad eins oder höher nach Ruohoniemi et al. (1993), in der vorliegenden Arbeit 100 %. Mit der „new scale“ zeigten 36,8 % der Pferde bei Hedenström et al. (2014) eine OUC von Grad eins oder höher, in der vorliegenden Arbeit waren dies 50,7 %. Somit zeigte sich einerseits, dass die ursprüngliche Skala nach Ruohoniemi et al. (1993) deutlich feinere Verknöcherungen der Hufknorpel mit Grad eins beurteilt und andererseits, dass die Prävalenz von Pferden mit OUC in der vorliegenden Arbeit höher ist als in der von Hedenström et al. (2014). Sowohl die New Scale nach Hedenström et al. (2014), als auch die ursprüngliche Skala nach Ruohoniemi et al. (1993) korrelierten stark positiv ($p < 0,01$) mit dem gemessenen OUCQ. Somit hat jede dieser Skalen, wie auch die Vermessung in Relation zur Kronbeinbreite, eine Berechtigung.

Wie bereits erwähnt, empfehlen Rendano und Grant (1978) zur genauen Diagnose eines POC mindestens eine 60° dorsopalmar/plantare ("high-coronary-Aufnahme"), eine dorsomedial-palmaro-/plantarolaterale, sowie dorsolateral-palmaro-/plantaromediale Röntgenaufnahme. In der vorliegenden Arbeit entschied man sich bewusst für Patienten mit mindestens einer qualitativ hochwertigen Oxspring-Aufnahme. Die Oxspring-Aufnahme ist an der Pferdeklinik nach dem Grundbilderpaar (dorso-palmar, latero-medial) meist die anschließend angefertigte Aufnahme, um sowohl Hufbeinrand als auch Strahlbein beurteilen zu können. Damit war der Patientenpool nicht so stark eingeschränkt und somit auch weniger auf bestimmte Krankheitsbilder selektiert, als wenn man nur Patienten mit high-coronary-Aufnahmen in die vorliegende Arbeit aufgenommen hätte, wie von Butler et al. (2017) empfohlen wurde.

Für die Diagnostik einer OUC reicht eine einfache Röntgenuntersuchung aus, um diese jedoch mit einer Lahmheit in Verbindung zu bringen, werden die szintigrafische Untersuchung, Schnittbildverfahren, wie Computertomographie und Magnetresonanztomografie in Kombination mit Leitungsanästhesien zur Identifikation einer potentiellen Lahmheitsursache empfoh-

len (Nagy et al. 2007). Auch für die sichere Diagnostik und die Einschätzung der klinischen Relevanz eines POC sollten Schnittbildverfahren oder szintigrafische Untersuchungen durchgeführt werden (Dyson 2011). Das Heranziehen der oben genannten bildgebenden Verfahren zusätzlich zu den Röntgenaufnahmen, die immer noch den Großteil der Routinediagnostik darstellen, hätte auch in der vorliegenden Arbeit weitere Rückschlüsse über die Absenz oder Präsenz von Zusammenhängen ermöglicht, aber auch eine weitere deutliche Einschränkung in der Stichprobengröße bedeutet.

Zur Beurteilung der radiologischen Anzeichen eines POC wurde in der vorliegenden Arbeit wissentlich nicht auf das Vorhandensein von zirkulären Aufhellungsbereichen im Hufbeinastbereich eingegangen, da deren Bedeutung nicht eindeutig geklärt ist. Obwohl in Dyson (2011) keine signifikante Korrelation zwischen fokalen Aufhellungsbereichen und einer erhöhten radiopharmaceutical uptake festgestellt werden konnte, halten Butler et al. (2017) fest, dass derartige Veränderungen als Zeichen eines POC anzusehen sind. Das liegt eventuell an der in der Zwischenzeit vorgeschrittenen Qualität in der Röntgentechnologie, womit etwaige Veränderungen besser interpretiert werden können (Alsleem und Davidson 2012).

Unterschiede im Beschlag wurden in der vorliegenden Arbeit nicht erfasst, da die Beschlagsgeschichte der Pferde oft unklar war. Eine Untersuchung, ob zwischen beschlagenen und unbeschlagenen Pferden ein Unterschied bezüglich dem Ausmaß der OUC besteht, wäre interessant, da der Hufbeschlag als Faktor für die Entstehung einer OUC diskutiert wird (Verschooten et al. 1996).

Ruohoniemi et al. (1997b) stellten fest, dass eine OUC weder die Folge noch die Ursache einer Formänderung von Vorderhufen zu sein scheint. Die Beschaffenheit des Untergrundes und natürlich auch die Hufkorrektur wirken sich auf die Konformation des Hufes und damit auch auf die Kräfteverhältnisse innerhalb desselben aus (Hampson et al. 2011, Kummer et al. 2006) und könnten somit auch zur Entwicklung einer OUC oder auch eines POC beitragen.

Anhand der untersuchten Stichprobe kann eine Kumulation von Mikrotraumen als Ursache einer OUC oder eines POC nicht widerlegt werden. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass dieselben Traumen sowohl zu einer OUC als auch zu einem POC führen.

6 Zusammenfassung

Verknöcherungen der Hufknorpel werden häufig als Nebenbefund auf Röntgenstudien der Zehen festgestellt, sowohl bei lahmen, als auch bei gesunden Pferden. Ähnlich verhält es sich mit veränderten Konturen der Hufbeinäste, die auf vergangene oder akute Einflüsse im Sinne eines „pedal osteitis complex“ (POC) zurückzuführen sind.

In dieser retrospektiven Studie wurden Oxspring-Aufnahmen und dorso-palmar Röntgenaufnahmen von 119 Vorderhufen von 67 aus diversen Gründen auf der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorgestellten Pferden untersucht.

Die Graduierung der Ossifikation der Hufknorpel (OUC) erfolgte durch die Skalierung mittels zweier etablierter Skalen, außerdem wurde ein OUC-Quotient aus der gemessenen Höhe des verknöcherten Hufknorpels und der distalen Kronbeinbreite errechnet. Der POC wurde mittels eines automatisierten Verfahrens und subjektiv durch zwei Beurteilende unter Zuhilfenahme eines Kriterienkataloges bewertet.

Es zeigten sich keine relevanten, signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen, Nutzungsarten und Geschlechtern bezüglich der Ausprägung der OUC oder des POC.

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen dem Grad der OUC und dem Grad des POC am ipsilateralen Hufknorpel bzw. Hufbeinast.

Pferde, die an einer Vorderhufhälfte Zeichen einer OUC oder eines POC zeigten, hatten auch an den anderen Vorderhufhälften signifikant häufiger Veränderungen im Sinne einer OUC bzw. eines POC.

Die Hypothese, dass der Grad einer OUC mit dem Grad des ipsilateralen POC korreliert, kann mit den Ergebnissen dieser Arbeit nicht bestätigt werden.

Anhand der untersuchten Stichprobe kann eine Kumulation von Mikrotraumen als Ursache einer OUC oder eines POC nicht widerlegt werden. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass dieselben Traumen sowohl zu einer OUC als auch zu einem POC führen.

7 Summary

Ossification of the ungular cartilage is often found as an incidental finding on radiographic studies of the equine foot, both in lame and sound horses. Similarly, altered contours of the palmar process may occur due to past or acute impacts leading to the appearance of a pedal osteitis complex (POC).

In this retrospective study, oxspring and dorso-palmar radiographs of 119 front hooves of 67 horses presented for various reasons to the University Equine Hospital of the University of Veterinary Medicine Vienna were examined.

Grading of ossification of the ungular cartilage (OUC) was performed by using two established scales, and an OUC quotient was also calculated from the measured height of the ossified ungular cartilage and the width of the distal Phalanx media. The POC was assessed by an automated software procedure as well as subjectively by two examiners using a list of criteria.

There were no relevant, significant differences between breeds, usage and sex with regard to the expression of an OUC or a POC.

There was no significant correlation between the degree of OUC and the degree of POC on the ipsilateral palmar process.

Horses that showed signs of OUC or POC on one side of the front hoof (medial or lateral) were significantly more likely to have changes consistent with OUC or POC on the other front hoof as well as on the other side of the same hoof.

The hypothesis that the degree of an OUC correlates with the degree of ipsilateral POC cannot be confirmed with the results of this study.

Based on the sample examined, an accumulation of microtraumata as a cause of an OUC or a POC cannot be refuted. However, it is unlikely that the same traumata lead to the development of both OUC and POC.

8 Abkürzungsverzeichnis

etc	et cetera
ggr.....	geringgradig
hgr.....	hochgradig
mgr.....	mittelgradig
n	Stichprobengröße
OUC.....	Ossification of the ungular cartilages
OUCns	OUC-Grad mittels “new scale” nach Hedenström et al. (2014)
OUCr	OUC-Grad nach Ruohoniemi et al. (1993)
OUCQ.....	OUC-Quotient
p	p-Wert
POC	pedal osteitis complex
POCauto	automatisch ermittelter Wert zur Beurteilung des POC
POCscore	Summe der subjektiven Grade eines POC beider Beurteilenden
POC _{GF}	POC-Wert zur Bestimmung des Grenzfeldes
r.....	Korrelationskoeffizient nach Pearson
R ²	Bestimmtheitsmaß
TIS	Tierspitalinformationssystem
usw.....	und so weiter
z. B.....	zum Beispiel

9 Literaturverzeichnis

- Alsleem H, Davidson R. 2012. Quality parameters and assessment methods of digital radiography images. *Radiographer*, 59 (2): 46–55. DOI 10.1002/j.2051-3909.2012.tb00174.x.
- Baxter GM, Hrsg. 2021. Miscellaneous conditions of the foot. Adams and Stashak's lameness in horses. Seventh edition. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 1204.
- Baxter GM, Adams OR. 2011. The Foot. Adams and Stashak's lameness in horses. Sixth. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 1242.
- Becht JL, Park RD, Kraft SL, Steyn PF, Wrigley RH. 2001. Radiographic interpretation of normal skeletal variations and pseudolesions in the equine foot. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 17 (1): 1–18. DOI 10.1016/s0749-0739(17)30072-x.
- Bowker RM, van Wulfen KK, Springer SE, Linder KE. 1998. Functional anatomy of the cartilage of the distal phalanx and digital cushion in the equine foot and a hemodynamic flow hypothesis of energy dissipation. *American Journal of Veterinary Research*, 59 (8): 961–968.
- Butler JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW, Puchalski S. 2017. The Foot. *Clinical radiology of the horse*. Fourth edition. Chichester: Wiley Blackwell, 798.
- Cohen J. 2013. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Second ed. Hoboken: Taylor and Francis, 567.
- Dakin SG, Robson KE, Dyson SJ. 2006. Fractures of ossified cartilages of the foot: 10 cases. *Equine Veterinary Education*, 18 (3): 130–136. DOI 10.1111/j.2042-3292.2006.tb00431.x.
- Down SS, Dyson SJ, Murray RC. 2007. Ossification of the cartilages of the foot. *Equine Veterinary Education*, 19 (1): 51–56. DOI 10.1111/j.2042-3292.2007.tb00552.x.
- Dyson S. 2011. Nonseptic osteitis of the distal phalanx and its palmar processes. *Equine Veterinary Education*, 23 (9): 472–485. DOI 10.1111/j.2042-3292.2011.00261.x.
- Dyson S, Brown V, Collins S, Murray R. 2010. Is there an association between ossification of the cartilages of the foot and collateral desmopathy of the distal interphalangeal joint or distal phalanx injury? *Equine Veterinary Journal*, 42 (6): 504–511. DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.00100.x.
- Dyson S, Murray R. 2010. Injuries associated with ossification of the cartilages of the foot. *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners*, (56): 152–165.

- Dyson S, Nagy A. 2011. Injuries associated with the cartilages of the foot. *Equine Veterinary Education*, 23 (11): 581–593. DOI 10.1111/j.2042-3292.2011.00260.x.
- Erdmann S. 2009. Klinische und radiologische Verlaufsuntersuchung an den Strahlbeinen der Vorderextremitäten von Pferden. Ein Hinweis auf Entwicklung und klinische Relevanz von Befunden in Bezug auf den Röntgenleitfaden 2007 [Dissertation]. Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin.
- Hampson BA, Connelley AD, Laat MA de, Mills PC, Pollitt CC. 2011. Sole depth and weight-bearing characteristics of the palmar surface of the feet of feral horses and domestic Thoroughbreds. *American Journal of Veterinary Research*, 72 (6): 727–735. DOI 10.2460/ajvr.72.6.727.
- Hampson BA, Ramsey G, Macintosh AMH, Mills PC, Laat MA de, Pollitt CC. 2010. Morphometry and abnormalities of the feet of Kaimanawa feral horses in New Zealand. *Australian Veterinary Journal*, 88 (4): 124–131. DOI 10.1111/j.1751-0813.2010.00554.x.
- Hedenström UO, Olsson U, Holm AW, Wattle OS. 2014. Ossification of ungular cartilages in front feet of cold-blooded trotters--a clinical radiographic evaluation of development over time. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56 (1): 73. DOI 10.1186/s13028-014-0073-z.
- Hinkle FE, Johnson SA, Selberg KT, Barrett MF. 2020. A review of normal radiographical variants commonly mistaken for pathological findings in horses. *Equine Veterinary Education*, 32 (12): 664–672. DOI 10.1111/eve.13088.
- International Committee on Veterinary Gross anatomical Nomenclature. 2017. *Nomina anatomica veterinaria*. Sechste Aufl. Hannover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.): Editorial Committee.
- Jones LE, Dyson SJ. 2015. Radiographic characterization of ossification of the ungular cartilages in horses: 271 cases (2005-2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 247 (7): 801–811. DOI 10.2460/javma.247.7.801.
- Kidd J. 2011. Pedal bone fractures. *Equine Veterinary Education*, 23 (6): 314–323. DOI 10.1111/j.2042-3292.2011.00227.x.
- Kummer M, Geyer H, Imboden I, Auer J, Lischer C. 2006. The effect of hoof trimming on radiographic measurements of the front feet of normal Warmblood horses. *Veterinary Journal*, 172 (1): 58–66. DOI 10.1016/j.tvjl.2005.03.008.

- Lejeune JP, Schneider N, Caudron I, Duvivier DH, Sertejn D. 2006. Radiographic evolution of the forelimb digit in Ardenner horses from weaning to 28 months of age and its clinical significance. *Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine*, 53 (7): 364–370. DOI 10.1111/j.1439-0442.2006.00833.x.
- Malina-Altzinger J, Damerau G, Grätz KW, Stadlinger PDB. 2015. Evaluation of the maxillary sinus in panoramic radiography-a comparative study. *International Journal of Implant Dentistry*, 1 (1): 17. DOI 10.1186/s40729-015-0015-1.
- Melo e Silva SRA, Vulcano LC. 2002. Collateral cartilage ossification of the distal phalanx in the Brazilian Jumper horse. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 43 (5): 461–463. DOI 10.1111/j.1740-8261.2002.tb01034.x.
- Moyer W, O'Brien TR, Walker M. 1999. Nonseptic Pedal Osteitis: A Cause of Lameness and a Diagnosis? *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners*, 1999 (45): 178–179.
- Nagy A, Dyson SJ, Murray RM. 2007. Scintigraphic examination of the cartilages of the foot. *Equine Veterinary Journal*, 39 (3): 250–256. DOI 10.2746/042516407X171174.
- Nickel R, Schummer A, Seiferle E, Frewein J, Augsburger H, Hrsg. 2004. *Bewegungsapparat. Achte., unveränd. Aufl.* Stuttgart: Parey, 626.
- Reeves MJ, Yovich JV, Turner AS. 1989. Miscellaneous Conditions of the Equine Foot. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 5 (1): 221–242. DOI 10.1016/S0749-0739(17)30612-0.
- Rendano VT, Grant B. 1978. The Equine Third Phalanx: Its Radiographic Appearance. *Veterinary Radiology*, 19 (4): 125–135. DOI 10.1111/j.1740-8261.1978.tb01152.x.
- Ruohoniemi M. 1997. Ossification of the collateral cartilages of the distal phalanx in the front feet of finnhorses [Dissertation]. University of Helsinki: Pukkila Oy, 48.
- Ruohoniemi M, Laukkanen H, Ojala M, Tulamo R-M, Kangasniemi A. 1997a. Effects of sex and age on the ossification of the collateral cartilages of the distal phalanx of the Finnhorse and the relationships between ossification and body size and type of horse. *Research in Veterinary Science*, 62 (1): 34–38. DOI 10.1016/S0034-5288(97)90177-6.

- Ruohoniemi M, Raekallio M, Salenius K, Tulamo R-M. 1997b. Relationship between ossification of the cartilages of the foot and conformation and radiographic measurements of the front feet in Finnhorses. *Equine Veterinary Journal*, 29 (1): 44–48. DOI 10.1111/j.2042-3306.1997.tb01635.x.
- Ruohoniemi M, Tulamo R-M, Hackzell M. 1993. Radiographic evaluation of ossification of the collateral cartilages of the third phalanx in Finn horses. *Equine Veterinary Journal*, 1993 (25): 453–455.
- Salomon F-V, Geyer H, Gille Uwe, Hrsg. 2008. *Anatomie für die Tiermedizin*. Zweite., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, 884.
- Sardjono TA, Wilkinson MHF, Veldhuizen AG, van Ooijen PMA, Purnama KE, Verkerke GJ. 2013. Automatic Cobb angle determination from radiographic images. *Spine*, 38 (20): E1256-62. DOI 10.1097/BRS.0b013e3182a0c7c3.
- Schoenberg R, Probst A, Hinterhofer C, Sora M-C, König H-E. 2007. Zur Anatomie der Hufknorpel des Pferdes. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 94: 149–156.
- Selberg K, Werpy N. 2011. Fractures of the distal phalanx and associated soft tissue and osseous abnormalities in 22 horses with ossified sclerotic ungual cartilages diagnosed with magnetic resonance imaging. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 52 (4): 394–401. DOI 10.1111/j.1740-8261.2011.01813.x.
- Smyth PP, Taylor CJ, Adams JE. 1999. Vertebral shape: automatic measurement with active shape models. *Radiology*, 211 (2): 571–578. DOI 10.1148/radiology.211.2.r99ma40571.
- Verschooten F, van Waerebeek B, Verbeeck J. 1996. The ossification of cartilages of the distal phalanx in the horse: An anatomical, experimental, radiographic and clinical study. *Journal of Equine Veterinary Science*, 16 (7): 291–305. DOI 10.1016/S0737-0806(96)80223-1.
- Wattle O, Hedenström U. 2013. Development and clinical significance of sidebone in Swedish cold-blooded horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33 (10): 859. DOI 10.1016/j.jevs.2013.08.031.

10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Kriterienliste zur subjektiven Beurteilung eines POC	11
Abb. 1: Messung der Höhe der Hufknorpelverknöcherung und der Kronbeinbreite.	7
Abb. 2: Skalen zur Graduierung der OUC	8
Abb. 3: Festlegung des zur automatischen Graduierung des Hufbeinosteitits verwendeten Bildausschnittes.	10
Abb. 4: Oxspring-Aufnahme des rechten Vorderhufes, Pferd Nr. 64	12
Abb. 5: dorso-palmare und Oxspring-Aufnahme des rechten Vorderhufes, Pferd Nr. 29	14
Abb. 6: dorso-palmare und Oxspring-Aufnahme des rechten Vorderhufes, Pferd Nr. 28	15
Abb. 7: Korrelation zwischen POCauto und POCscore	16
Abb. 8: Korrelation zwischen POCscore und OUCQ.	17

Anhang I – Datentabelle

Pferd Nr.	Geschlecht	Alter	Rasse	Nutzung	LMK11	LMK21	LMK31	LLK11	LLK21	LLK31	RMK11	RMK21	RMK31	RLK11	RLK21	RLK31	LMK12	LMK22	LMK32	LLK12	LLK22	LLK32	RMK12	RMK22	RMK32	RLK12	RLK22	RLK32	LMPOC auto	LLPOC auto	RMPOC auto	RLPOC auto	
1	2	12,2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,46	0,48	0,46	0,47	
2	2	6,1	3	4	1	2	0	1	3	2	2	2	0	1	2	0	1	2	0	1	3	2	1	3	0	1	2	0	0,44	0,43	0,46	0,48	
3	2	14,2	3	4	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	1	3	0	1	2	0	0,46	0,43	0,44	0,42	
4	3	7,4	3	3							1	3	0	2	3	0							1	2	1	1	3	1			0,45	0,42	
5	2	14,1	3	2	1	1	1	2	3	1	1	2	0	2	1	0	1	2	2	2	3	1	1	2	1	1	3	1	0,45	0,45	0,45	0,43	
6	3	16	2	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0,48	0,50	0,44	0,47	
7	2	8,7	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	1	2	3	1	2	2	1	2	1	1	2	1	0,45	0,46	0,45	0,46	
8	2	11,2	3	3	1	2	0	1	3	2	1	2	0	1	3	1	1	3	0	2	3	0	1	1	0	1	3	1	0,44	0,44	0,47	0,45	
9	2	9,3	3	1	1	2	1	1	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	3	1	1	3	1	1	1	1	0,47	0,44	0,46	0,46	
10	2	7,4	1	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0,46	0,45	0,45	0,46	
11	2	11,6	3	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	0	2	3	0	1	3	0	1	3	0	0,47	0,47	0,47	0,45	
12	2	14,5	3	1	1	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	1	1	0	1	3	1	1	2	0	2	3	2	0,45	0,46	0,45	0,46	
13	2	15,50	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	3	1	1	3	1	0	0	0	1	3	1	0,47	0,46	0,47	0,46	
14	2	21,6	2	2	0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0	1							0,48	0,49			
15	2	20,4	4	2							0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0	0			0,46	0,46	
16	2	14,6	3	4	0	0	0	0	0	0				0	1	0	1	2	0	0	0	1							0,46	0,44			
17	2	21,5	1	2							0	0	0	1	1	0							2	3	2	3	3	0			0,46	0,46	
18	2	7,6	3	2	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0,43	0,47	0,43
19	3	14	3	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0,45	0,48	0,49	
20	2	20,6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0,43	0,45	0,43	0,44	
21	2	21	3	2	0	0	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	1	3	0	1	1	0	1	3	0	0,47	0,44	0,45	0,44	
22	2	5,6	1	4	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	2	0	1	2	1	0,50	0,45	0,49	0,47	
23	2	7,7	3	4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,43	0,48	0,47	0,48	
24	2	12	2	4	1	1	0	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	3	1	0,42	0,47	0,51	0,47	
25	1	8,8	2	4													0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0					
26	3	15,8	2	2							0	0	0	1	2	0							0	0	0	1	3	2			0,50	0,46	
27	2	16,1	1	2	0	2	0	0	0	0							0	0	0	1	1	0							0,43	0,43			
28	3	16	3	2	2	3	1	2	3	1	1	3	2	2	3	1	1	3	2	1	3	1	1	3	1	1	3	1	0,44	0,45	0,42	0,44	
29	2	13,1	1	4							0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0	0					
30	2	13,2	3	2	1	2	2	1	2	0							0	0	0	1	1	0							0,43	0,43			
31	2	15,4	3	4							0	0	0	2	3	2							0	0	0	1	3	0			0,51	0,45	
32	1	10,3	3	3	1	2	0	1	3	0							1	3	2	2	3	1							0,44	0,43			
33	2	24,4	2	1	1	1	0	2	2	0							1	3	0	1	3	1							0,43	0,44			
34	2	7,2	3	4	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0,50	0,48	0,43	0,39	
35	3	6,1	3	2	1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	2	1	1	3	1	1	3	2	2	3	0	0,41	0,41	0,44	0,45	
36	3	7,4	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	0,44	0,45	0,44	0,43		
37	2	15	2	2	1	3	3	1	1	0	1	2	1	1	1	0	1	1	1	3	1	1	3	1	1	2	1	0,45	0,45	0,43	0,44		
38	3	16,5	3	2	1	1	0	1	3	0	1	2	0	1	3	0	0	0	0	1	3	0	1	3	1	3	3	0	0,44	0,42	0,42	0,43	
39	2	11,3	3	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	3	1	1	0	1	2	1	1	2	1	1	3	2	0,40	0,44	0,41	0,43	
40	2	12,2	3	2	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	3	0	0,43	0,46	0,44	0,43	
41	3	11,2	3	3	0	0	0	0	0	0							1	1	1	0	0	1							0,50	0,45			
42	3	12,4	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0,43	0,43	0,43	0,44		
43	3	14,4	3	4	2	1	0	2	3	1							1	3	1	1	3	1							0,45	0,43			
44	3	12,1	3	2	0	0	0	1	1	0							0	0	0	1	1	0							0,48	0,43			
45	2	14,4	3	4	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	1	0	0	1	1	1	2	0,43	0,41	0,42	0,41		
46	3	5,6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,42	0,43	0,45	0,44	
47	1	10,6	3	4	0	2	0	0	0	0	1	2	1	1	2	1	0	0	0	1	2	0	1	2	0	1	2	1	0,41	0,43	0,41	0,42	
48	3	18,6	3	3	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0,45	0,45	0,44	0,45	
49	2	7,6	3	3	1	2	0	1	3	0	1	2	0	1	2	0	1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	3	0	0,42	0,43	0,43	0,42	
50	2	8,6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0,42	0,43	0,45	0,47	
51	2	21	2	4													0	0	0	1	2	1											
52	3	11,7	3	4	1	1	0	1	2	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3	1	0,42	0,40	0,40	0,41	
53	2	12	3	2	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	2	2	1	0	0	0	1	2	0	0,43	0,44	0,42	0,43	
54	3	14,9	3	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	1	3	0	1	1	0	1	3	0	0,48	0,45	0,43	0,47	
55	2	9,8	3	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	1	2	1	1	2	0	0	0	1	1	1	1	0,45	0,47	0,46	0,43	
56	3	13,7	2	2	1	2	0	1	1	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0,41	0,44	0,48	0,45	
57	2	13,8	3	1	2	3	2	3	3	2	1	2	1	3	3	2	1	3	2	3	3	2	1	3	2	3	3	2	0,42	0,43	0,42	0,45	
58	2	13,8	3	4	1	1	0	2	2	0	1	1	2	2	2	2	1	3	0	1	2	1	1	2	1	1	3						

Pferd Nr.	LMOUcQ	LLOUcQ	RMOUCQ	RLOUCQ	L_podo_klin	L_podo_radio	L_podo_radio_grad	R_podo_klin	R_podo_radio	R_podo_radio_grad	LMOUcR	LMOUcNs	LLOUcR	LLOUcNs	RMOUCr	RMOUCNs	RLOUCr	RLOUCNs	LMPOCscore	LLPOCscore	RMPOCscore	RLPOCscore
1	0,209	0,166	0,297	0,291	4	1	1	1	1	2	2	1	1	0	3	2	3	2	0	0	0	4
2	0,162	0,177	0,197	0,162	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	2	0	2	0	6	12	8	6
3	0,228	0,292	0,198	0,237	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	0	2	1	4	5	4	3
4			0,148	0,117				4	1	1					2	0	1	0			8	10
5	0,165	0,309	0,158	0,324	1	1	1	1	1	1	1	0	4	2	1	0	4	2	8	12	7	8
6	0,172	0,160	0,171	0,170	1	1	2	1	1	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	0	2
7	0,300	0,283	0,223	0,254	4			4	4		2	1	2	0	1	0	2	0	12	12	10	11
8	0,114	0,110	0,174	0,174	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	7	11	5	10
9	0,411	0,202	0,176	0,213	1	4		1	4		4	2	1	0	1	0	2	0	4	9	7	5
10	0,133	0,124	0,134	0,139	4	1	1	4	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	5	0	5
11	0,175	0,163	0,180	0,176	1	1	3	4	1	3	2	0	1	0	2	0	2	0	6	9	8	8
12	0,119	0,258	0,137	0,206	1	1	1	1	1	1	1	0	4	2	1	0	2	0	7	12	11	13
13	0,194	0,193	0,139	0,149	1	1	1	1	1	2	2	1	2	0	1	0	1	0	11	11	6	12
14	0,278	0,314			4	1	1				2	1	2	1					0	1		
15	0,151	0,204	0,176	0,220				1	1	3	2	0	2	0	1	0	2	0			0	0
16	0,144	0,126			4	1	1				1	0	1	0					3	1		
17	0,210	0,269	0,283	0,265				2	2	1	4	2	4	2	4	2	4	2			7	8
18	0,186	0,138	0,155	0,146	1	4		1	4		2	0	1	0	1	0	1	0	2	2	2	2
19	0,162	0,146	0,148	0,166	1	1	1	1	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	2	2	0	0
20	0,305	0,298	0,339	0,348	1	1	3	1	1	3	4	2	4	2	4	2	4	2	0	3	3	0
21	0,168	0,149	0,166	0,188	3	1	1	3	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	3	8	4	4
22	0,208	0,250	0,205	0,240	3	1	1	3	1	1	2	0	2	1	2	0	2	0	0	6	6	4
23	0,177	0,200	0,183	0,180	4	4		1	1	1	2	0	2	0	2	0	2	1	1	2	1	0
24	0,387	0,364	0,495	0,880	1	1	2	1	1	2	4	2	4	2	4	2	5	3	2	4	1	9
25	0,147	0,150	0,153	0,147	4	1	1	4	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	2	0	2
26	0,215	0,378	0,221	0,324				4	4		2	1	4	2	2	0	4	2			0	9
27	0,191	0,180			4	1	3	4	1	2	2	0	1	0					2	2		
28	0,149	0,163	0,194	0,197	4	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	0	2	0	12	11	11	11
29			0,692	0,626				4	4						4	2	5	3			0	0
30	0,227	0,263			1	1	3				2	1	2	1					5	5		
31			0,364	0,696				1	1	3					4	2	5	3			0	11
32	0,185	0,178			1	1	1				2	0	1	0					9	10		
33	0,183	0,195			1	1	1				2	0	2	0					6	9		
34	0,161	0,143	0,170	0,143		1	1	1			1	0	1	0	2	0	1	0	2	4	5	0
35	0,204	0,190	0,161	0,198		4		4	4		2	0	2	0	2	0	2	1	8	9	10	9
36	0,153	0,129	0,162	0,144	1	1	1	4	4		1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	7
37	0,340	0,380	0,373	0,379	4	4		4	1		4	2	4	2	4	2	4	2	10	7	9	6
38	0,149	0,139	0,165	0,141	1	1	2	1	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	2	8	8	10
39	0,150	0,135	0,154	0,172	1	1	1	1	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	6	9	9	12
40	0,193	0,276	0,215	0,185	4	1	1	4	1	1	2	0	3	2	2	0	2	0	2	5	4	4
41	0,324	0,283			1	1	1				3	2	2	1					3	1		
42	0,269	0,257	0,271	0,213	1	1	2	4	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	6
43	0,158	0,154			4	1	1				1	0	1	0					8	11		
44	0,258	0,309			1	4					2	0	2	1					0	4		
45	0,225	0,133	0,165	0,134	1	4		1	4		3	2	1	0	1	0	2	0	9	6	4	7
46	0,145	0,148	0,149	0,157	4	4		4	1	1	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	1	2
47	0,137	0,148	0,113	0,135	4	1	1	4	4		2	0	1	0	1	0	1	0	2	3	7	8
48	0,211	0,193	0,164	0,138	4	1	1	4	4		2	0	2	0	2	0	2	0	1	5	5	5
49	0,192	0,158	0,123	0,121	1	1	3	4	1	3	2	0	1	0	1	0	1	0	7	8	7	7
50	0,165	0,157	0,162	0,172	4	1	1	4	4		1	0	1	0	1	0	1	0	1	2	0	4
51	0,196	0,178			4	4					1	0	1	0					0	4		
52	0,135	0,118	0,099	0,148	4	1	1	4	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	2	5	4	7
53	0,313	0,275	0,407	0,275	1	1	3	1	1	2	3	2	2	1	4	2	2	0	2	7	2	5
54	0,127	0,119	0,143	0,133	1	1	1	4	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	3	7	2	6
55	0,419	0,630	0,383	0,690	4	1	1	4	1	2	4	2	5	3	4	2	5	3	6	6	1	5
56	0,256	0,232	0,249	0,254	1	4		1	4		2	0	2	0	2	0	2	0	3	2	2	8
57	0,237	0,538	0,165	0,168	4	4		1	1	2	2	0	4	2	2	0	2	0	13	16	10	16
58	0,120	0,129	0,120	0,139	4	4		4			1	0	1	0	0	0	1	0	6	8	8	11
59	0,200	0,170			1	1	3				2	0	1	0					0	0		
60	0,283	0,267	0,196	0,189	4	1	1	4	1	3	3	2	2	1	2	1	2	1	5	7	10	8
61			0,091	0,343				1	1	2					0	0	4	2			1	4
62	0,380	0,336	0,356	0,311	1	1	1	4	1	2	4	2	4	2	4	2	4	2	3	3	1	6
63	0,143	0,228	0,131	0,178	4	1	2	4	4		1	0	2	1	1	0	2	0	3	11	8	7
64	0,193	0,188	0,169	0,171	1	1	2	4	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	6	9	8	13
65	0,183	0,178	0,206	0,321	4	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	0	2	1	1	4	1	6
66	0,398	0,263	0,330	0,216	1	1	3	4	1	2	4	2	2	1	4	2	2	1	5	8	5	8
67	0,609	0,225	0,285	0,286	4	4		4	1	1	4	2	2	0	2	1	2	1	2	6	8	10

nicht in der vorliegenden Arbeit erwähnte Abkürzungen: LM links medial, LL links lateral; RM rechts medial; RL rechts lateral; K Kriterium für subjektive POC-Graduierung
Geschlecht: 1 Hengst, 2 Wallach, 3 Stute; Rasse: 1 Vollblut, 2 Haflinger/Isländer, 3 Warmblut, 4 Kaltblut; Nutzung: 1 Dressur, 2 Freizeit, 3 Springpferd, 4 andere/keine Angabe
klinische und radiologische Diagnose (L_podo_klin bzw. rad): 1 Podotrochlose, 2 Hufrehe, 3 Podotrochlose und Hufrehe, 4 andere; Bei den leeren Feldern lagen keine Daten vor

Anhang II – Korrelationstabelle

		Geschlecht	Alter	Rasse	Nutzung	LMK1	LMK2	LMK3	LLK1	LLK2	LLK3	RMK1	RMK2	RMK3	RLK1	RLK2	RLK3
Geschlecht	Pearson-Korrelation	--															
	N	67															
Alter	Pearson-Korrelation	-0,009	--														
	Sig. (2-seitig)	0,943															
	N	67	67														
Rasse	Pearson-Korrelation	0,163	-0,082	--													
	Sig. (2-seitig)	0,189	0,511														
	N	67	67	67													
Nutzung	Pearson-Korrelation	-.246*	-0,146	-0,169	--												
	Sig. (2-seitig)	0,045	0,238	0,171													
	N	67	67	67	67												
LMK11	Pearson-Korrelation	-0,129	0,046	0,141	0,043	--											
	Sig. (2-seitig)	0,335	0,733	0,292	0,749												
	N	58	58	58	58	58											
LMK21	Pearson-Korrelation	-0,227	-0,065	0,05	0,02	.768**	--										
	Sig. (2-seitig)	0,087	0,627	0,707	0,88	0											
	N	58	58	58	58	58	58										
LMK31	Pearson-Korrelation	-0,193	0,05	-0,002	-.264*	.480**	.531**	--									
	Sig. (2-seitig)	0,146	0,71	0,986	0,045	0	0										
	N	58	58	58	58	58	58	58									
LLK11	Pearson-Korrelation	-0,05	0,186	0,13	-0,123	.654**	.374**	.363**	--								
	Sig. (2-seitig)	0,707	0,162	0,33	0,357	0	0,004	0,005									
	N	58	58	58	58	58	58	58	58								
LLK21	Pearson-Korrelation	-0,094	0,025	0,248	-0,008	.697**	.597**	.335*	.738**	--							
	Sig. (2-seitig)	0,484	0,85	0,06	0,954	0	0	0,01	0								
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58							
LLK31	Pearson-Korrelation	-0,176	-0,069	0,186	-0,202	.470**	.358**	.532**	.500**	.560**	--						
	Sig. (2-seitig)	0,186	0,608	0,162	0,129	0	0,006	0	0	0							
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58						
RMK11	Pearson-Korrelation	-0,124	0,007	0,192	0,059	.549**	.475**	.489**	.462**	.584**	.486**	--					
	Sig. (2-seitig)	0,366	0,958	0,161	0,668	0	0,001	0	0,001	0	0						
	N	55	55	55	55	48	48	48	48	48	48	55					
RMK21	Pearson-Korrelation	-0,009	-0,128	0,182	0,123	.530**	.587**	.439**	.405**	.619**	.375**	.767**	--				
	Sig. (2-seitig)	0,95	0,352	0,184	0,37	0	0	0,002	0,004	0	0,009	0					
	N	55	55	55	55	48	48	48	48	48	48	55	55				
RMK31	Pearson-Korrelation	-0,153	0,176	0,116	0,07	.567**	.392**	.590**	.494**	.376**	.403**	.604**	.534**	--			
	Sig. (2-seitig)	0,264	0,198	0,399	0,61	0	0,006	0	0	0,008	0,004	0	0				
	N	55	55	55	55	48	48	48	48	48	48	55	55	55			
RLK11	Pearson-Korrelation	0,033	0,107	0,049	-0,074	.660**	.504**	.494**	.649**	.528**	.409**	.471**	.375**	.534**	--		
	Sig. (2-seitig)	0,81	0,439	0,72	0,592	0	0	0	0	0	0,004	0	0,005	0			
	N	55	55	55	55	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55		
RLK21	Pearson-Korrelation	0,13	-0,03	0,102	0,06	.556**	.541**	.294*	.416**	.596**	.370**	.349**	.496**	.433**	.713**	--	
	Sig. (2-seitig)	0,344	0,826	0,46	0,662	0	0	0,043	0,003	0	0,01	0,009	0	0,001	0		
	N	55	55	55	55	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	
RLK31	Pearson-Korrelation	-0,228	0,137	0,172	0,08	.495**	.334*	.570**	.479**	.388**	.566**	.474**	.381**	.825**	.571**	.529**	--
	Sig. (2-seitig)	0,094	0,318	0,21	0,561	0	0,02	0	0,001	0,006	0	0	0,004	0	0	0	
	N	55	55	55	55	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
LMK12	Pearson-Korrelation	-0,169	0,136	.323*	-0,029	.377**	.290*	.262*	.534**	.583**	.426**	.423**	.384**	.418**	.371**	.319*	.413**
	Sig. (2-seitig)	0,198	0,301	0,012	0,827	0,004	0,027	0,047	0	0	0,001	0,003	0,007	0,003	0,009	0,027	0,004
	N	60	60	60	60	58	58	58	58	58	58	48	48	48	48	48	48
LMK22	Pearson-Korrelation	-0,188	0,131	.272*	-0,013	.543**	.386**	.0194	.625**	.662**	.448**	.375**	.409**	.422**	.512**	.488**	.441**
	Sig. (2-seitig)	0,15	0,318	0,035	0,919	0	0,003	0,144	0	0	0	0,009	0,004	0,003	0	0	0,002
	N	60	60	60	60	58	58	58	58	58	58	48	48	48	48	48	48
LMK32	Pearson-Korrelation	-0,016	0,018	0,083	-0,078	.434**	.406**	.385**	.394**	.459**	.317*	0,222	0,281	.375**	.464**	.351*	.332*
	Sig. (2-seitig)	0,906	0,894	0,529	0,553	0,001	0,002	0,003	0,002	0	0,015	0,13	0,053	0,009	0,001	0,014	0,021
	N	60	60	60	60	58	58	58	58	58	58	48	48	48	48	48	48
LLK12	Pearson-Korrelation	-.374**	0,059	0,033	0,055	.362**	.268*	0,237	.513**	.493**	.334*	0,254	.374**	0,253	.320*	.350*	.324*
	Sig. (2-seitig)	0,003	0,652	0,801	0,674	0,005	0,042	0,073	0	0	0,01	0,082	0,009	0,082	0,027	0,015	0,025
	N	60	60	60	60	58	58	58	58	58	58	48	48	48	48	48	48
LLK22	Pearson-Korrelation	-.273*	0,178	-0,002	0,033	.438**	.361**	.284*	.591**	.641**	.360**	.429**	.606**	.362*	0,283	.376**	.319*
	Sig. (2-seitig)	0,035	0,173	0,989	0,804	0,001	0,005	0,031	0	0	0,006	0,002	0	0,011	0,051	0,009	0,027
	N	60	60	60	60	58	58	58	58	58	58	48	48	48	48	48	48
LLK32	Pearson-Korrelation	-0,115	0,175	0,139	0,004	.408**	.349**	.387**	.472**	.455**	.518**	.521**	.469**	.500**	.459**	.383**	.525**
	Sig. (2-seitig)	0,38	0,181	0,289	0,978	0,001	0,007	0,003	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0,007	0
	N	60	60	60	60	58	58	58	58	58	58	48	48	48	48	48	48
RMK12	Pearson-Korrelation	-0,111	0,227	0,006	0,013	0,236	0,202	0,177	.314*	.398**	0,239	.310*	.442**	0,253	0,133	.285*	0,189
	Sig. (2-seitig)	0,414	0,093	0,965	0,924	0,106	0,169	0,229	0,03	0,005	0,101	0,021	0,001	0,062	0,334	0,035	0,166
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RMK22	Pearson-Korrelation	-0,083	0,122	0,089	-0,052	.412**	.424**	.295*	.312*	.511**	.289*	.389**	.568**	.324*	0,2	.336*	0,219
	Sig. (2-seitig)	0,543	0,371	0,514	0,703	0,004	0,003	0,042	0,031	0	0,046	0,003	0	0,016	0,143	0,012	0,108
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RMK32	Pearson-Korrelation	0,171	0,049	0,073	-0,214	.319*	.378**	.300*	.347*	.444**	0,202	0,064	0,245	0,218	.321*	.319*	0,215
	Sig. (2-seitig)	0,208	0,722	0,592	0,113	0,027	0,008	0,038	0,016	0,002	0,169	0,64	0,072	0,109	0,017	0,018	0,115
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RLK12	Pearson-Korrelation	0,021	0,155	-0,063	-0,114	.330**	.333*	0,225	.348*	.492**	0,212	0,225	.291*	.271*	.454**	.546**	.308*
	Sig. (2-seitig)	0,875	0,254	0,646	0,402	0,022	0,021	0,124	0,015	0	0,148	0,099	0,031	0,045	0,001	0	0,022
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RLK22	Pearson-Korrelation	0,123	0,073	0,026	-0,015	.432**	.326*	0,202	.484**	.521**	.323*	.317*	.432**	.355**	.533**	.598**	.360**
	Sig. (2-seitig)	0,365	0,591	0,846	0,915	0,002	0,024	0,168	0	0	0,025	0,018	0,001	0,008	0	0	0,007
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RLK32	Pearson-Korrelation	0,028	-0,048	0,076	-0,095	.425**	.424**	.495**	.377**	.384**	.539**	.294*	.330*	.461**	.372**	.274*	.454**
	Sig. (2-seitig)	0,839	0,726	0,575	0,488	0,003	0,003	0	0,008	0,007	0	0,029	0,014	0	0,005	0,043	0
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55

nicht in der vorliegenden Arbeit erwähnte Abkürzungen: LM links medial, LL links lateral; RM rechts medial; RL rechts lateral; K Kriterium für subjektive POC-Graduierung

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

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

c Kann nicht berechnet werden, da mindestens eine der Variablen konstant ist.

	LMK12	LMK22	LMK32	LLK12	LLK22	LLK32	RMK12	RMK22	RMK32	RLK12	RLK22	RLK32	LMPOCauto	LLPOCauto	RMPOCauto	RLPOCauto	LMOUcQ	LLOUcQ
Geschlecht																		
Alter																		
Rasse																		
Nutzung																		
LMK11																		
LMK21																		
LMK31																		
LLK11																		
LLK21																		
LLK31																		
RMK11																		
RMK21																		
RMK31																		
RLK11																		
RLK21																		
RLK31																		
LMK12	--																	
LMK22	,859**	--																
LMK32	,399**	,414**	--															
LLK12	,358**	,459**	,272*	--														
LLK22	,505**	,592**	0,203	,726**	--													
LLK32	,484**	,432**	,555**	0,253	,332**	--												
RMK12	,471**	,417**	0,063	,439**	,626**	,366**	--											
RMK22	,487**	,455**	0,156	,433**	,680**	,457**	,847**	--										
RMK32	,303*	0,279	,593**	0,233	0,166	,567**	,399**	,462**	--									
RLK12	0,253	,298*	0,268	,428**	,403**	,346*	,440**	,459**	,527**	--								
RLK22	,404**	,501**	0,067	,384**	,457**	0,254	,464**	,422**	0,217	,619**	--							
RLK32	0,096	0,153	0,016	0,282	0,407	0,001	0,289	0,135	0,006	0,183	0,005	--						

nicht in der vorliegenden Arbeit erwähnte Abkürzungen: LM links medial, LL links lateral; RM rechts medial; RL rechts lateral; K Kriterium für subjektive POC-Graduierung

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

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

c Kann nicht berechnet werden, da mindestens eine der Variablen konstant ist.

		Geschlecht	Alter	Rasse	Nutzung	LMK11	LMK21	LMK31	LLK11	LLK21	LLK31	RMK11	RMK21	RMK31	RLK11	RLK21	RLK31
LMPOCauto	Pearson-Korrelation	0,126	0,046	-0,06	0,095	-.297*	-.455**	-0,115	0,021	-0,177	-0,047	-0,002	-0,136	-0,031	-0,143	-.312*	-0,093
	Sig. (2-seitig)	0,348	0,732	0,652	0,479	0,024	0	0,39	0,875	0,185	0,726	0,988	0,355	0,836	0,332	0,031	0,529
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	48	48	48	48	48	48
LLPOCauto	Pearson-Korrelation	-0,17	0,101	-0,198	-0,106	-0,215	-.298*	0,088	-0,023	-0,249	0,021	-0,142	-0,283	-0,004	-0,029	-0,195	0,016
	Sig. (2-seitig)	0,202	0,448	0,137	0,429	0,105	0,023	0,511	0,866	0,059	0,875	0,337	0,051	0,979	0,843	0,183	0,916
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	48	48	48	48	48	48
RMPOCauto	Pearson-Korrelation	-0,092	-0,049	-.322*	0,106	0,026	-0,086	-0,109	-0,054	-0,142	0,035	-0,153	-0,239	-.305*	0,016	-0,028	-0,118
	Sig. (2-seitig)	0,509	0,723	0,018	0,447	0,862	0,562	0,459	0,716	0,336	0,815	0,27	0,081	0,025	0,906	0,842	0,396
	N	54	54	54	54	48	48	48	48	48	48	54	54	54	54	54	54
RLPOCauto	Pearson-Korrelation	0,099	0,084	-.320*	-0,133	-0,047	-0,095	0,03	0,035	-0,134	0,136	-0,064	-0,179	-0,061	0,042	-0,019	-0,014
	Sig. (2-seitig)	0,476	0,546	0,018	0,339	0,753	0,521	0,839	0,814	0,364	0,358	0,643	0,195	0,661	0,762	0,894	0,917
	N	54	54	54	54	48	48	48	48	48	48	54	54	54	54	54	54
LMOUCQ	Pearson-Korrelation	0,117	-0,072	-0,018	-0,121	0,052	0,046	0,09	-0,157	-0,132	-0,056	-0,09	-0,153	-0,088	0,109	0,008	-0,073
	Sig. (2-seitig)	0,363	0,575	0,886	0,343	0,701	0,732	0,504	0,241	0,324	0,675	0,528	0,283	0,537	0,445	0,956	0,613
	N	63	63	63	63	58	58	58	58	58	58	51	51	51	51	51	51
LLOUCQ	Pearson-Korrelation	-0,038	0,099	-0,079	-.308*	0,157	0,132	0,304**	0,123	0,033	0,077	-0,078	-0,107	-0,042	0,232	0,027	0,02
	Sig. (2-seitig)	0,767	0,441	0,539	0,014	0,24	0,324	0,02	0,358	0,803	0,567	0,585	0,454	0,77	0,101	0,849	0,89
	N	63	63	63	63	58	58	58	58	58	58	51	51	51	51	51	51
RMOUCQ	Pearson-Korrelation	-0,064	0,086	-.352**	0,061	-0,085	-0,074	0,033	-0,267	-0,255	-0,11	-.296*	-.364**	-0,228	-0,066	-0,135	-0,147
	Sig. (2-seitig)	0,639	0,53	0,008	0,656	0,566	0,617	0,824	0,067	0,08	0,458	0,028	0,006	0,095	0,634	0,326	0,284
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RLOUCQ	Pearson-Korrelation	-0,119	0,083	-0,249	0,058	0,038	-0,03	0,037	-0,083	-0,122	-0,104	-.335*	-.369**	-0,198	0,078	-0,024	-0,06
	Sig. (2-seitig)	0,381	0,541	0,064	0,674	0,797	0,842	0,803	0,574	0,409	0,48	0,013	0,006	0,148	0,569	0,862	0,663
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
L_podo_klin	Pearson-Korrelation	-0,081	0,013	-.260*	0,223	-0,027	-0,071	-0,045	-0,054	-0,215	-0,121	-0,035	0,146	0,184	-0,115	-0,09	0,034
	Sig. (2-seitig)	0,547	0,922	0,049	0,092	0,845	0,605	0,743	0,693	0,112	0,372	0,819	0,334	0,221	0,447	0,552	0,821
	N	58	58	58	58	56	56	56	56	56	56	46	46	46	46	46	46
L_podo_radio	Pearson-Korrelation	0,093	-0,145	0,023	0,039	0,183	-.354**	0,159	0,053	0,013	-0,09	0,128	0,179	0,05	0,127	0,068	0,031
	Sig. (2-seitig)	0,485	0,273	0,862	0,771	0,173	0,007	0,237	0,693	0,922	0,508	0,39	0,229	0,738	0,396	0,65	0,837
	N	59	59	59	59	57	57	57	57	57	57	47	47	47	47	47	47
L_podo_radio_grad	Pearson-Korrelation	-0,049	0,073	0	-0,183	-0,051	0,02	-0,006	-0,153	-0,076	-0,128	-0,149	-0,113	-0,11	-0,043	0,076	-0,128
	Sig. (2-seitig)	0,744	0,631	1	0,224	0,741	0,895	0,968	0,315	0,619	0,401	0,385	0,512	0,521	0,805	0,659	0,456
	N	46	46	46	46	45	45	45	45	45	45	36	36	36	36	36	36
R_podo_klin	Pearson-Korrelation	0,115	-0,16	-0,231	0,06	-0,183	-0,127	-0,143	-0,194	-0,138	-0,275	-0,104	0,05	0,089	-0,115	0,042	-0,04
	Sig. (2-seitig)	0,393	0,233	0,085	0,658	0,207	0,383	0,327	0,181	0,344	0,056	0,45	0,718	0,516	0,403	0,761	0,774
	N	57	57	57	57	49	49	49	49	49	49	55	55	55	55	55	55
R_podo_radio	Pearson-Korrelation	0,01	-0,094	-0,166	0,006	0,004	0,188	-0,055	-0,05	-0,004	-0,081	-0,044	-0,015	-0,043	-0,103	0,077	-0,081
	Sig. (2-seitig)	0,943	0,496	0,225	0,965	0,981	0,205	0,713	0,74	0,977	0,588	0,754	0,916	0,762	0,462	0,583	0,562
	N	55	55	55	55	47	47	47	47	47	47	53	53	53	53	53	53
R_podo_radio_grad	Pearson-Korrelation	-0,101	-.372*	0,267	-0,173	0,097	0,035	0,049	-0,161	-0,031	-0,145	-0,165	-0,258	0,012	0,099	0,068	0,193
	Sig. (2-seitig)	0,528	0,017	0,091	0,28	0,58	0,843	0,779	0,355	0,861	0,406	0,314	0,113	0,943	0,55	0,68	0,24
	N	41	41	41	41	35	35	35	35	35	35	39	39	39	39	39	39
LMOUCr	Pearson-Korrelation	-0,02	0,006	-0,033	-0,211	0,062	0,181	0,137	-0,238	-0,156	-0,073	-0,159	-0,174	-0,136	0,024	-0,109	-0,15
	Sig. (2-seitig)	0,874	0,963	0,795	0,097	0,646	0,173	0,306	0,072	0,241	0,588	0,266	0,222	0,343	0,866	0,446	0,292
	N	63	63	63	63	58	58	58	58	58	58	51	51	51	51	51	51
LMOUCns	Pearson-Korrelation	0,01	0,102	-0,042	-0,137	0,022	0,066	0,175	-0,182	-0,112	-0,019	-0,1	-0,266	-0,072	0,109	-0,113	-0,085
	Sig. (2-seitig)	0,937	0,424	0,746	0,285	0,872	0,625	0,189	0,172	0,402	0,89	0,487	0,059	0,614	0,448	0,431	0,554
	N	63	63	63	63	58	58	58	58	58	58	51	51	51	51	51	51
LLOUCr	Pearson-Korrelation	0,019	0,142	-0,091	-.333**	0,137	0,162	-.370**	0,147	0,064	0,161	-0,03	-0,056	-0,046	0,183	-0,024	-0,021
	Sig. (2-seitig)	0,881	0,269	0,48	0,008	0,306	0,224	0,004	0,272	0,634	0,226	0,832	0,699	0,747	0,198	0,865	0,882
	N	63	63	63	63	58	58	58	58	58	58	51	51	51	51	51	51
LLOUCns	Pearson-Korrelation	-0,061	0,154	-0,106	-.300*	0,011	0,022	-.279*	0,065	0	0,055	-0,097	-0,141	-0,102	0,106	-0,134	-0,053
	Sig. (2-seitig)	0,634	0,228	0,406	0,017	0,934	0,869	0,034	0,628	1	0,683	0,498	0,325	0,477	0,46	0,35	0,71
	N	63	63	63	63	58	58	58	58	58	58	51	51	51	51	51	51
RMOUCr	Pearson-Korrelation	-0,041	0,062	-0,209	-0,056	-0,13	-0,041	0,044	-.331*	-0,282	-0,072	-.292*	-.271*	-.290*	-0,068	-0,109	-0,173
	Sig. (2-seitig)	0,762	0,65	0,123	0,68	0,378	0,781	0,768	0,022	0,052	0,629	0,03	0,045	0,032	0,621	0,429	0,205
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RMOUCns	Pearson-Korrelation	-0,091	0,186	-0,193	-0,074	-0,169	-0,132	0,025	-.326*	-.285*	-0,134	-.324*	-.384**	-0,201	0,016	-0,128	-0,104
	Sig. (2-seitig)	0,504	0,171	0,153	0,586	0,25	0,37	0,867	0,024	0,05	0,364	0,016	0,004	0,142	0,906	0,353	0,45
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RLOUCr	Pearson-Korrelation	-0,083	0,199	-0,241	-0,091	0,005	0,068	0,189	-0,137	-0,087	-0,038	-.329*	-.339*	-0,238	0,017	-0,106	-0,127
	Sig. (2-seitig)	0,542	0,141	0,074	0,503	0,972	0,648	0,198	0,354	0,559	0,796	0,014	0,011	0,08	0,903	0,439	0,354
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
RLOUCns	Pearson-Korrelation	-0,045	0,149	-0,221	-0,024	-0,073	-0,052	0,025	-0,257	-0,203	-0,171	-.443**	-.426**	-.285*	-0,004	-0,109	-0,16
	Sig. (2-seitig)	0,742	0,272	0,102	0,863	0,622	0,726	0,868	0,078	0,166	0,245	0,001	0,001	0,035	0,978	0,428	0,244
	N	56	56	56	56	48	48	48	48	48	48	55	55	55	55	55	55
LMPOCscore	Pearson-Korrelation	-0,178	0,056	0,217	-0,094												

c Kann nicht berechnet werden, da mindestens eine der Variablen konstant ist.

	RMOUCQ	RLPOUCQ	L_podo_klin	L_podo_radio	L_podo_radio_grad	R_podo_klin	R_podo_radio	R_podo_radio_grad	LMOUc	LMPOCns	LLOUCr	LLOUCns	RMOUCr	RMOUCns	RLPOUCr	RLPOUCns	LMPOCscore	LLPOCscore	RMPOCscore	RLPOCscore
LMPOCauto																				
LLPOCauto																				
RMPOCauto																				
RLPOCauto																				
LMOUcQ																				
LLOUCQ																				
RMOUCQ	--																			
RLPOUCQ	.787**	--																		
L_podo_klin	0	56																		
L_podo_radio	-0,1	-0,004	--																	
L_podo_radio_grad	0,502	0,977																		
R_podo_klin	47	47	58																	
R_podo_radio	-0,036	-0,069	0,147	--																
R_podo_radio_grad	0,807	0,643	0,276																	
LMOUc	48	48	57	59																
LMPOCns	.360*	0,104	-.378*	.c	--															
LLOUCr	0,029	0,541	0,01	0																
LLOUCns	37	37	45	46	46															
RMOUCr	0,021	-0,108	.443**	-0,069	0,06	--														
RMOUCns	0,876	0,427	0,002	0,64	0,721															
RLPOUCr	56	56	48	49	38	57														
RLPOUCns	-0,008	-0,073	0,049	.365*	-0,164	0,19	--													
LMPOCscore	0,955	0,6	0,743	0,012	0,333	0,164														
LLPOCscore	54	54	47	37	55	55														
RMPOCscore	0,272	0,254	.365*	-0,221	.652**	-0,086	-0,158	--												
RLPOCscore	0,089	0,113	0,029	0,195	0	0,592	0,323													
LMOUcQ	40	40	36	36	32	41	41	41												
LLOUCr	.746**	.568**	-0,061	0,228	.314*	0,053	-0,003	0,284	--											
LLOUCns	0	0	0,65	0,082	0,034	0,704	0,986	0,084												
RMOUCr	52	52	58	59	46	53	51	38	63											
RMOUCns	.755**	.543**	-0,133	0,07	0,255	0	-0,032	0,312	.856**	--										
LMPOCscore	0	0	0,32	0,598	0,088	0,998	0,822	0,057	0											
LLPOCscore	52	52	58	59	46	53	51	38	63	63										
RMPOCscore	.587**	.660**	0,014	0,047	-0,013	-0,05	-0,145	-0,002	.549**	.474**	--									
RLPOCscore	0	0	0,916	0,723	0,93	0,721	0,311	0,992	0	0										
LMOUcQ	52	52	58	59	46	53	51	38	63	63	63									
LLOUCr	.587**	.624**	-0,042	-0,083	0,088	0,03	-0,192	0,08	.510**	.520**	.908**	--								
LLOUCns	0	0	0,752	0,53	0,561	0,829	0,178	0,632	0	0	0									
RMOUCr	52	52	58	59	46	53	51	38	63	63	63	63								
RMOUCns	.836**	.644**	-0,009	-0,022	.351*	0,019	-0,134	0,234	.784**	.685**	.648**	.627**	--							
LMPOCscore	0	0	0,954	0,885	0,033	0,89	0,335	0,146	0	0	0									
LLPOCscore	56	56	47	48	37	56	54	40	52	52	52	52	56							
RMPOCscore	.845**	.684**	-0,036	-0,089	.363*	0,04	-0,188	.347*	.756**	.803**	.527**	.579**	.873**	--						
RLPOCscore	0	0	0,812	0,549	0,027	0,771	0,173	0,028	0	0	0	0	0							
LMOUcQ	56	56	47	48	37	56	54	40	52	52	52	52	56	56						
LLOUCr	.720**	.855**	0,029	0,043	0,127	-0,077	-0,02	0,249	.683**	.629**	.862**	.796**	.707**	.708**	--					
LLOUCns	0	0	0,849	0,772	0,454	0,572	0,888	0,121	0	0	0	0	0	0						
RMOUCr	56	56	47	48	37	56	54	40	52	52	52	52	56	56	56					
RMOUCns	.717**	.855**	0,029	-0,029	0,096	-0,029	-0,098	0,264	.625**	.631**	.719**	.692**	.684**	.757**	.922**	--				
LMPOCscore	0	0	0,848	0,843	0,573	0,834	0,479	0,099	0	0	0	0	0	0	0					
LLPOCscore	56	56	47	48	37	56	54	40	52	52	52	52	56	56	56	56				
RMPOCscore	-0,07	-0,007	-0,079	0,103	-0,091	-0,102	0,024	0,12	0,086	0,074	0,241	0,112	-0,039	-0,101	0,103	-0,028	--			
RLPOCscore	0,632	0,962	0,554	0,439	0,55	0,48	0,872	0,487	0,514	0,575	0,064	0,392	0,792	0,491	0,482	0,851				
LMOUcQ	49	49	58	59	46	50	48	36	60	60	60	60	49	49	49	60				
LLOUCr	-0,19	-0,092	-0,11	-0,026	-0,062	-0,152	-0,093	-0,039	-0,11	-0,091	0,189	0,103	-0,179	-0,224	-0,033	-0,198	.785**	--		
LLOUCns	0,192	0,53	0,41	0,843	0,682	0,291	0,53	0,823	0,401	0,487	0,147	0,435	0,22	0,122	0,82	0,172	0			
RMOUCr	49	49	58	59	46	50	48	36	60	60	60	60	49	49	49	60	60			
RMOUCns	-.271*	-.314*	0,053	0,156	0,068	0,064	-0,033	-0,08	0,038	-0,013	0,082	0,038	-0,139	-0,212	-0,218	-.300*	.710**	.781**	--	
LMPOCscore	0,043	0,019	0,723	0,291	0,69	0,638	0,814	0,622	0,792	0,925	0,563	0,788	0,307	0,116	0,107	0,024	0	0		
LLPOCscore	56	56	47	48	37	56	54	40	52	52	52	52	56	56	56	56	49	49	56	
RMPOCscore	-0,144	-0,019	-0,07	0,066	-0,015	0,048	-0,054	-0,019	-0,005	0,024	0,161	0,114	-0,085	-0,076	-0,062	-0,089	.694**	.708**	.646**	--
RLPOCscore	0,291	0,892	0,638	0,654	0,932	0,725	0,696	0,907	0,974	0,864	0,255	0,422	0,535	0,575	0,65	0,515	0	0	0	
LMOUcQ	56	56	47	48	37	56	54	40	52	52	52	52	56	56	56	56	49	49	56	56

nicht in der vorliegenden Arbeit erwähnte Abkürzungen: LM links medial, LL links lateral; RM rechts medial; RL rechts lateral; K Kriterium für subjektive POC-Graduierung

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

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

c Kann nicht berechnet werden, da mindestens eine der Variablen konstant ist.